



INFORMATION
AND TELECOMMUNICATION
TECHNOLOGY

ICT

«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБРАЗОВАНИИ»

Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции
(Ижевск, 25–26 мая 2023 г.)

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова»

**«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В НАУКЕ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБРАЗОВАНИИ.
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ»**

Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции
(Ижевск, 25–26 мая 2023 г.)



Издательство УИР ИжГТУ
имени М. Т. Калашникова
Ижевск 2023

Редакционная коллегия

Губерт Александр Викторович, председатель организационного комитета, канд. техн. наук, доц., и. о. ректора ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Копысов Андрей Николаевич, зам. председателя, канд. техн. наук, доц., проректор по научной и инновационной деятельности ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Архипов Игорь Олегович, зам. председателя, канд. техн. наук, доц., директор института «Информатика и вычислительная техника», отв. организатор ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Архипова Елена Игоревна, канд. пед. наук, доц., зав. кафедрой «Английский язык», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Вологдин Сергей Валентинович, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой «Защита информации в компьютеризированных системах», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Гитлин Валерий Борисович, д-р техн. наук, проф., ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Горохов Максим Михайлович, д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой «Информационные системы», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Ерохин Александр Владимирович, д-р. филол. наук, проф. кафедры «Английский язык», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Куликов Виктор Александрович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Цифровые инженерные технологии», УдГУ, г. Ижевск;

Леонов Михаил Витальевич, канд. экон. наук, доц., зав. кафедрой «Программное обеспечение», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Миловзоров Георгий Владимирович, д-р техн. наук, проф., директор, Сарапульский политехнический институт (филиал ИжГТУ имени М. Т. Калашникова);

Мокроусов Максим Николаевич, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой «Автоматизированные системы обработки информации и управления», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Молин Сергей Михайлович, канд. техн. наук, доц., руководитель Физико-технического института, ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (УдмФИЦ УрО РАН), г. Ижевск;

Моченов Станислав Васильевич, канд. техн. наук, проф., ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Петухов Константин Юрьевич, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой «Вычислительная техника», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

Пронин Сергей Петрович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Информационные технологии», Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова, г. Барнаул;

Файзрахманов Рустам Абубакирович, д-р экон. наук, канд. техн. наук, проф., зав. кафедрой «Информационные технологии и автоматизированные системы», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь;

Шелковников Евгений Юрьевич, д-р техн. наук, проф., зав. лабораторией, УдмФИЦ УрО РАН, г. Ижевск;

Шелковников Юрий Константинович, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр., УдмФИЦ УрО РАН, г. Ижевск;

Ясоев Васик Хаматович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Электронная инженерия», Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа;

Т. Ю. Мерзлякова, ответственный секретарь

И74 «Информационные технологии в науке, промышленности и образовании. Молодежный научный форум» : сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции (Ижевск, 25–26 мая 2023 г.) / ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2023. – 562 с. – 34,5 МБ. – Текст: электронный.

ISBN 978-5-7526-1019-6

Сборник составлен из работ студентов, аспирантов, преподавателей и сотрудников вузов России и институтов РАН, отражающих результаты исследований в области применения информационных технологий в системах различного назначения.

Издание адресовано студентам, преподавателям и инженерам в области информационных технологий.

УДК 621.396.6.001

Содержание

Вахрушева Е. А. Профессору кафедры «Вычислительная техника» Станиславу Васильевичу Мочёнову 80 лет..... 7

Раздел 1. Интеллектуальные информационные технологии

<i>Сметанин Ю. М.</i> Логико-семантические модели в универсальной силлогистике	13
<i>Сметанин Ю. М., Сметанина В. М., Оганесян А. А.</i> Синтез таблиц решений в универсальной силлогистике.....	18
<i>Благодатский Г. А., Жданов В. С., Карачев Е. В.</i> Информационная система принятия решений и управления на основе анализа иерархий.....	23
<i>Вологдин С. В., Шамишурин В. В.</i> Разработка системы автоматизированного учета и анализа показателей публикационной результативности образовательной организации	37
<i>Журбин И. В., Шаура А. С., Злобина А. Г., Баженова А. И.</i> Текстурный анализ мультиспектральных данных для выявления участков культурного слоя разной толщины.....	43
<i>Айзеитат Д. А., Благодатский Г. А., Великий С. И., Горохов М. М.</i> Инжиниринг архитектуры предприятия по схеме Д. Захмана.....	48
<i>Коробейников А. А.</i> Использование цифровых технологий в образовательном процессе	53
<i>Кургузкин П. М.</i> Повышение информативности экологического мониторинга природно-технических систем на основе использования интегрального параметра оценки загрязнения.....	58
<i>Мухаметдинова С. Г., Коршунов А. И., Вахрушева Н. О., Строканев К. С.</i> Применение нейросетей в нефтегазодобыче	63
<i>Демьшев А. В., Вологдин С. В.</i> Применение интеллектуальных систем для управления производственным планом выпуска продукции с учетом оптимальной загрузки оборудования: обзор исследований	67
<i>Глухов С. К., Сенилов М. А.</i> Интерактивная информационная система навигации для парков, предприятий и торговых центров.....	73
<i>Арасланов И. А., Булатова Е. Г.</i> Программное обеспечение для конструирования четырехмерных объектов	79
<i>Арасланов И. А., Плешаков Д. И., Сидорина В. А.</i> Разработка модуля мобильного приложения для голосового ассистента	88
<i>Коротяев А. П., Сенилов М. А.</i> Приложение для автоматической публикации в Telegram-канале записей сообщества, сформированных в сети ВКонтакте.....	93
<i>Калинин Н. А., Архипова А. И., Тулегенов Г. М., Бабинцев А. Б., Лимонников А. И., Архипов И. О.</i> Внедрение технологий взаимодействия между микросервисами и внешними клиентами при проектировании информационных систем.....	97
<i>Жуков В. И.</i> Концептуальная модель системы поддержки принятия решений по управлению цифровой витриной продаж.....	102
<i>Кожевников В. В.</i> Необходимость введения функции распознавания библиографической записи в процесс каталогизации.....	106
<i>Захарычев М. Ю., Вологдин С. В.</i> Оптимизация запасов комплектующих для обеспечения работоспособности установок глубинных насосов в условиях аренды нефтегазопромыслового оборудования: обзор исследований.....	111
<i>Назарук Е. С., Козлов С. В.</i> Анализ изображений медицинских данных электрокардиограмм методами компьютерного зрения.....	116
<i>Калинин Н. А., Архипова А. И., Тулегенов Г. М., Бабинцев А. Б., Лимонников А. И., Архипов И. О.</i> Интеллектуальный мониторинг состояния здоровья на основе показателей умных часов	123
<i>Новожилков К. А., Мухаметдинова С. Г.</i> Использование нейросетей для геостатистического моделирования распространения коллектора в межскважинном пространстве.....	128
<i>Салтыков П. В., Мокроусов М. Н.</i> Универсальная модель оперативно-календарного планирования производства в ERP-системе “Omega Production”.....	131
<i>Селин К. В., Смирнов С. В.</i> Преимущества использования Active Directory для безопасности в вузе	136
<i>Сутягина В. А.</i> Веб-сайт как средство презентации музеев	139
<i>Трефилов Я. Д., Архипов И. О.</i> Выбор технологии поиска человека на изображении для мониторинга присутствия работника на рабочем месте.....	143

<i>Старков Н. А., Тарутин А. В.</i> Формирование требований к автоматизированной системе тестирования динамического интерфейса low-code платформы	146
<i>Вологдин С. В., Шамшурин М. А.</i> Разработке игрового проекта на платформе Android	150
<i>Благодатский Г. А., Борисов В. Н., Великий С. И., Горохов М. М.</i> Опыт применения модели Захмана при проектировании информационных систем промышленных предприятий	154
<i>Филиппов Д. И.</i> Обзор систем мониторинга бизнес-процессов.....	158
<i>Катянов Е. И.</i> Управление производственной системой на основе минимального и максимального производственных планов	162
<i>Воробьев М. С., Вахрушева Е. Н.</i> Оптимизация выпуска продукции и прогнозирование объемов реализации продукции машиностроительного предприятия в условиях неопределенности спроса: обзор исследований	169
<i>Барсуков В. Н., Великий С. И., Горохов М. М., Корепанов А. В.</i> Факторы развития систем управления предприятием в России	175
<i>Лугачев П. П., Шулакова Е. В.</i> Комплекс сетей причинно-следственных связей факторов, деревьев или сетей решений, сетей целей как основа стратегического плана	178
<i>Лугачев П. П., Абашева О. В., Шулакова Е. В.</i> Методика и алгоритмы принятия решений и планирования, реализуемые на языках высокого уровня, внутренних языках управленческих ИС и табличных процессорах	185
<i>Черных А. К., Владыкин М. И., Коротков А. С., Малькин А. С., Черенков Ю. Н., Бояришинов М. А.</i> Анализ процесса преобразования речевых сигналов в текстовый формат	190
<i>Кулаков К. А.</i> Анализ разговорных тем для активных пользователей Twitch-каналов	195
<i>Овсейко Е. О.</i> Обзор подходов к распознаванию именованных сущностей.....	200
<i>Писаревский В. А.</i> Обзор архитектур мобильных приложений.....	209
<i>Мокрецова А. С.</i> О важности автоматизации процесса составления и учета индивидуальных планов работы.....	216
<i>Петухов К. Ю.</i> Некоторая статистика 61-й редакции списка топ-500 наиболее производительных супер-ЭВМ мира.....	220

Раздел 2. Информационно-измерительные и управляющие системы

<i>Молин С. М.</i> Информационно-измерительные системы в задачах создания цифровых двойников.....	226
<i>Вдовин А. Ю., Подшивалова Е. А.</i> Разработка приложения для упрощенного моделирования дробового снопа на заданной дальности	233
<i>Исупов М. А., Егоров С. Ф., Шелковников Е. Ю.</i> Оптическая система измерения параметров сверхзвуковых объектов	237
<i>Вольхин А. К., Хворенков В. В.</i> Улучшение приемного устройства с помощью полосового фильтра.....	241
<i>Немцов В. М., Колясев В. А., Копытов А. Г.</i> Опыт применения ПЛИС при разработке автономной измерительной аппаратуры	248
<i>Мингалева В. Р., Вдовин А. Ю.</i> Размещение инфракрасных датчиков HC-SR501 при создании системы для контроля отсутствия посторонних на стрелковых трассах.....	253
<i>Мищенко И. А., Тарутин А. В.</i> Увеличение протяженности линии передачи данных в сети Modbus RTU за счет PLC и FOCL технологий.....	258
<i>Галимов В. В., Гитлин В. Б.</i> Постановка лабораторных работ на тему «Исследование влияния размера выборки, ширины окна и стандартного отклонения на результат восстановления плотности вероятности при применении метода парзенковского окна»	262
<i>Черных А. К., Калинин А. А., Булатова Е. Г.</i> Использование информационных средств в курсовой работе по дисциплине «Теоретические основы электротехники»	266
<i>Карелин А. А., Семенов Е. А., Вдовин А. Ю., Зыкин А. А., Хатбуллин Р. А.</i> Разработка приложения для управления программируемыми приборами с помощью SCPI-команд	274
<i>Дедков А. Е., Андриков Д. А.</i> Обзор методов преобразования, извлечения и классификации данных ЭЭГ для идентификации когнитивных процессов	278
<i>Садыков Р. Р., Ясовеев В. Х., Сафинов Ш. С.</i> Актуальность применения шариковых расходомеров в нефтегазовой отрасли	282
<i>Лифантьев Д. В.</i> Система определения местоположения ведущего на основе триангуляции с использованием ультразвуковых сенсоров	288

<i>Пономарев И. С., Клишин С. В.</i> Исследование процесса измерения параметров ненапыленного резонатора твердотельного волнового гироскопа	292
<i>Рейхерт В. С.</i> Разработка расчетного модуля гидравлических показателей для интеллектуальной системы по реконструкции промливневого трубопровода	299
<i>Журавлев А. О.</i> О развитии преобразования сигналов в системах диагностики вращающихся деталей машин.....	303
<i>Миронов А. А., Глушков В. А.</i> Разработка модели объекта управления системы автоматического теплообмена в аппарате воздушного охлаждения масла в среде TRACE MODE	306
<i>Земсков К. В., Сидорина В. А.</i> Использование концепции интернет вещей для разработки схемы управления комплексом культивирования растений	313
<i>Курдесова А. Д., Турыгин А. Б.</i> Особенности определения погрешности измерений величин, выраженных через логарифм	317
<i>Поторочина Н. А., Глушков В. А.</i> Увеличение надежности наноспутника за счет резервирования отдельных блоков	321
<i>Фоминых Ю. А., Глушков В. А.</i> Калькулятор для ориентировочного расчета надежности электронной аппаратуры.....	325
<i>Юдина А. Д., Глушков В. А.</i> Определение параметров и компьютерное моделирование низкой околоземной орбиты исследовательского наноспутника	330
<i>Качёлкин М. Р., Качёлкина Л. Д., Корнилов И. Г.</i> Разработка системы распознавания и подсчета свободных парковочных мест.....	336
<i>Качёлкина Л. Д., Качёлкин М. Р., Корнилов И. Г.</i> Разработка интеллектуальной системы распознавания номера автомобиля	344

Раздел 3. Цифровые образовательные технологии

<i>Соломатина С. Ю., Пономаренко Е. П.</i> Информационные образовательные технологии иноязычного обучения в техническом вузе в условиях изоляции России.....	351
<i>Маякина М. А., Соболева А. В., Певнева И. В.</i> Организация межкультурной коммуникации при реализации международных проектов в цифровой среде	356
<i>Гусаров Р. В., Смирнова Т. В.</i> Системы RSI в синхронном переводе.....	360
<i>Мамаева Е. А.</i> Использование дистанционных образовательных технологий в обучении 3D-моделированию педагогов	367
<i>Волменских Е. В., Хамуда А. В.</i> Использование СДО Moodle при выполнении заданий по курсу «Профессиональный перевод» для студентов института «Информатика и вычислительная техника»	370
<i>Крючкова Е. А.</i> Использование сервиса Quizlet как средства реализации практико-ориентированных заданий в школьном курсе информатики	374
<i>Пузенцова А. А.</i> Использование онлайн-ресурсов для организации занимательности в пропедевтическом курсе информатики	379

Раздел 4. Информационная безопасность

<i>Железкова А. Л., Старкова М. Д., Стукалина Е. Ф.</i> Защита персональных данных по новому с 2022 года	385
<i>Иванов В. А., Коньшев М. Ю., Иванов И. В., Акимов Э. М.</i> Обнаружение атак и несанкционированных вторжений в инфокоммуникационные системы посредством выявления аномалий в сетевом трафике обмена информацией.....	390
<i>Харитонов А. Л.</i> Риски применения современных технологий искусственного интеллекта с точки зрения безопасности информации	395
<i>Абдразаков Д. Р.</i> Актуальность современных способов защиты речевой информации от утечки по акустическим каналам	405
<i>Вдовина Ю. А., Ардашев Д. В.</i> Применение нейронной сети для защиты электронной почты от нежелательных сообщений	408
<i>Хайруллин И. У., Сабиров И. И.</i> Актуальность информационной безопасности в медицинских учреждениях»	414
<i>Филиппова В. А., Корелов К. А.</i> Создание технического задания и технического проекта при проектировании системы безопасности объектов критической информационной инфраструктуры	419
<i>Захаров Д. Н.</i> Сравнительный анализ DLP-систем на российском рынке	424

<i>Загорская Л. О., Ющак М. В.</i> Обзор атак «отказ в обслуживании» в сети организаций.....	428
<i>Воробьев В. Ю.</i> Разработка правил корреляции для SIEM системы IBM QRadar.....	433
<i>Заболотнюк Е. В., Горохова В. Ф.</i> Методика реагирования на кибератаки с использованием матрицы MITRE ATT&CK.....	439
<i>Новиков Д. С.</i> Анализ интегрированных средств защиты EDR решений на базе open source продуктов.....	444
<i>Андреев И. И.</i> Атаки на криптосистемы.....	448
<i>Ворожбит А. В.</i> Оценка эффективности системы защиты информации.....	453
<i>Кропачев С. К., Фарахутдинов Р. Э.</i> «Защита информации в клиент-серверных мобильных приложениях».....	457
<i>Акимцев А. А.</i> Особенности организации информационной безопасности удаленных рабочих мест.....	462
<i>Колесникова Ю. Д.</i> Методика исследования вредоносного программного обеспечения.....	465
<i>Мальцев Е. С.</i> Оценка уязвимости систем от побочных излучений и наводок.....	469
<i>Топоркова К. А.</i> Роль документации в аудите безопасности персональных данных.....	473
<i>Юсупов Б. З., Мартынов А. М., Шарипов Р. Р.</i> Методика проведения лабораторных работ на стенде «ОПС Астра-812рго» по дисциплине «Технические средства охраны».....	476
<i>Модлей К. С., Стукалина Е. Ф.</i> Анализ соответствия защиты персональных данных в ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» требованиям текущего законодательства.....	480

МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

<i>Tereshchenko V. I., Vologdin V. S.</i> Applying machine learning methods to image recognition.....	484
<i>Votina E. A.</i> Storytelling for the development of English language communication skills.....	490
<i>Hisatov N. I., Al Akkad M. A.</i> A* search algorithm heuristic in decision-making graphs.....	495
<i>Chushialov A. P., Al Akkad M. A.</i> An Overview of Recent Planning Methods Used in Autonomous Vehicles.....	501
<i>Buldakov D. V., Al Akkad M. A.</i> An Overview of Attendance Monitoring Methods Exploiting Artificial Intelligence and the Internet of Things.....	505
<i>Abdellatif E. M., Hamouda A. M., Al Akkad M. A.</i> An Overview of Object Recognition Methods for Robotic Grasping Tasks.....	510
<i>Sufiyanov V. G., Klyukin D. A.</i> Simulating the barrel vibrations of an automatic gun when firing a burst at an air stationary target.....	515
<i>Morozov A. A., Muraviev V. V.</i> Acoustic emission of 09G2S low-alloy pipe steel samples containing a welded seam (Planning of the experiment).....	520
<i>Popov M. O., Senilov M. A.</i> Modern Principles of Unmanned Aerial Vehicles' Control Design: A Review.....	525
<i>Churin I. V., Brychkina M. S.</i> Using Reinforcement Learning in the SimsRL Game Environment to Create Artificial General Intelligence.....	529
<i>Ivanova D. V., Konysheva M. A., Somova K. D.</i> Identification of an online course algorithm for learning a programming language based on public educational platforms.....	533
<i>Konovalchik P. O., Somova K. D.</i> Anglicisms in the Russian IT industry and their usage by IT students.....	539
<i>Maltsev I. A., Tarasova A. N.</i> The use of information technology in teaching foreign languages in a technical university.....	545
<i>Pavlova Y. Y., Firsova S. P.</i> Cultural mediation as a negotiable competence of the teaching staff of the university.....	549
<i>Popova A. A., Somova K. D.</i> Benefits of learning a foreign language through songs at technical university.....	553
<i>Tarasova A. S., Tarasova A. N.</i> Different perspectives on digital literacy model.....	557

Е. А. Вахрушева, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Вычислительная техника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Профессору кафедры «Вычислительная техника»
Станиславу Васильевичу Мочёнову 80 лет**

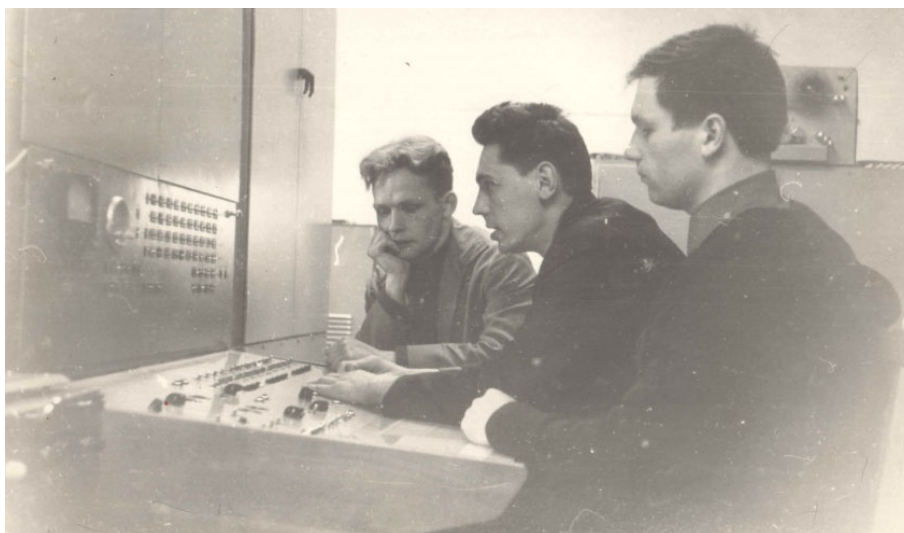
В статье вспоминается история трудовой деятельности Станислава Васильевича Мочёнова в ИМИ – ИжГТУ с 1964 года по 2022 год.



Мочёнов Станислав Васильевич родился 5 октября 1942 года в г. Ижевске. В 1959 году поступил в Ижевский механический институт. Был профоргом группы, занимался научной работой в области самонастраивающихся и самоорганизующихся систем под руководством профессора Георгия Александровича Тихонова и старшего преподавателя Р. В. Голева. Окончил ИМИ в 1964 году. Был распределен на службу на атомные подводные лодки, но в дальнейшем от министерства обороны пришел отказ, и он остался работать инженером ЭВМ «Минск-1» на кафедре «Счетно-решающие приборы и устройства» (ныне «Вычислительная техника» (ВТ)) Ижевского механического института. В этот период большую помощь и поддержку в освоении новой вычислительной техники оказывали сотрудники и преподаватели кафедры Н. И. Калядин, И. Р. Лосев, А. Г. Чепкасов, В. М. Третьяков, С. В. Почерняев, В. Г. Сухотин. Станислав Васильевич работал ассистентом-почасовиком на этой же кафедре. Прошел курсы повышения квалификации на заводе по выпуску ЭВМ в г. Минске.

С ноября 1965 года по май 1975 года работал сначала начальником смены, а затем начальником машины «Минск-1» военной кафедры, совмещая работу с научно-педагогической деятельностью. Начальником цикла ЭВМ на военной кафедре был в то время подполковник Исаак Абрамович Флейшер, прошедший всю войну 1941–1945 годов, участник Сталинградской битвы. В глазах студентов – это легендарная личность, замечательный методист и воспитатель.

В этот период кафедра ВТ под руководством профессора Г. А. Тихонова вела большую научно-исследовательскую деятельность, выполнялись крупные хозрасчетные темы по заказам предприятий, выполнялись НИР оборонного характера. В институте работало научно-исследовательское отделение технической кибернетики (НИОТК), возглавляемое доцентом Н. И. Калядиным.



За пультом машины «Минск-1» военной кафедры Владимир Александрович Леменков, Юрий Петрович Рассказов и Станислав Васильевич Мочёнов

Все без исключения аспиранты Г. А. Тихонова, а всего их было 34, участвовали в выполнении научно-исследовательских работ, разрабатывали специализированные устройства ввода-вывода для ЭВМ, технологии обработки информации и использовали их для проведения экспериментов по темам своих диссертаций. Технологической платформой для этих исследований как раз и была машина «Минск-1», которую обслуживал Станислав Васильевич. В этих работах участвовали аспиранты, сотрудники и преподаватели кафедры ВТ: Ю. В. Веркиенко, В. В. Коробейников, В. М. Златкис, В. С. Казаков, Б. В. Нагаев, С. В. Мочёнов, Е. А. Вахрушева, В. Н. Кучуганов, Р. М. Гафаров, А. М. Сметанин, В. А. Леменков, Ю. П. Рассказов и др.



Станислав Васильевич Мочёнов и Леонид Николаевич Столович

Темой диссертации Станислава Васильевича был автоматический анализ изображений микроструктур стали. После окончания заочной аспирантуры он защитил кандидатскую диссертацию в Уральском ордена Трудового Красного Знамени политехническом институте им. С. М. Кирова. С мая 1975 года работал старшим преподавателем, и. о. доцента, доцентом кафедры ВТ, руководил учебно-методической секцией «Цифровые машины» и научным семинаром «Микропроцессорные системы» на кафедре ВТ. По совместительству заведовал сектором научно-исследовательского отделения технической кибернетики, был ответственным

ным исполнителем ряда тем. В этот период происходил переход на новое поколение вычислительной техники на базе интегральной схемотехники. В институте появляются ЭВМ «Минск-32», «ЕС-1035», «ЕС-1045», первые отечественные параллельные системы «ПС-2000», «ПС-3000», СМ-ЭВМ, микро-ЭВМ.

Станислав Васильевич вел большую общественную работу: председатель профбюро приборостроительного факультета, председатель производственной комиссии профкома, с 1986-го по 2000 год был председателем профсоюзной организации университета, членом ученого совета ИжГТУ. Читал лекции и проводил другие виды занятий по дисциплинам «Вычислительная техника», «Теория и проектирование ЭЦВМ», «Технические средства ЕС и СМ ЭВМ», «Основы проектирования микропроцессорных систем», «Микропроцессорные системы», «Специализированные ЭВМ».



Станислав Васильевич Мочёнов и Станислав Валентинович Почерняев
на строительстве стадиона

С октября 1997 года работал начальником департамента образования ИжГТУ. Руководил первыми работами по созданию единой информационной среды университета. При его непосредственном участии были организованы Центр телекоммуникаций и технологий «Интернет», управление информатизации, Центр качества образования, Центр управления сетью. Прокладываются оптические линии связи между корпусами ИжГТУ, строятся первые локальные сети и создаются компьютерные классы. Пропускная способность каналов связи с интернетом поднята со 128 Кбит/сек до 2 Мбит/сек. Однако не хватает компьютеров, информатизация университета требует переобучения всего преподавательского корпуса на использование новых информационных технологий.

Приказом по университету от 30.09.2002 г. № 1455к Станислав Васильевич назначен на должность проректора по информатизации на пятилетний период полномочий ректора. Принимается программа информатизации, ставится первоочередная задача оснащения кафедр, деканатов хотя бы 1-2 компьютерами для выполнения учебно-методической, организационной и научной работы. Автоматизируется работа бухгалтерии, планово-финансового управления, управления экономики, управления кадров, управления учебным процессом на уровне факультетов. Происходит «кусочная» автоматизация различных бизнес-процессов в университете. Проводится обучение преподавателей и сотрудников работе с компьютерной техникой. Внедряется система электронного документообеспечения управления «Босс-Референт». Развивается и модернизируется система коммуникаций. Общая протяженность линий связи по университету для подключения к интернету составила более 30 км. Практически все подразделения вуза подключены к системе интернета. Пропускная способность каналов связи с интернетом доведена до 8 Мбит/сек. Компьютерный парк составляет порядка

1200 компьютеров. Приобретается системное и прикладное программное обеспечение для учебных и научных целей.



Коллектив кафедры «Вычислительная техника» в 2007 году
(С. В. Мочёнов сидит второй слева)

С 2007 года Станислав Васильевич – начальник управления Института информатики ИжГТУ. Основное направление деятельности управления – решение задач, связанных с информатизацией вуза. В управление входят: отдел компетенций и трансфера информационных технологий, отдел коммуникаций и технологий интернета, отдел АСУ, отдел мультимедийных проектов, отдел патентно-информационных исследований, отдел управления сетью, отдел информационной безопасности и дистанционного образования, отдел информатизации. Организуется закупка и ремонт средств вычислительной и оргтехники, программного обеспечения. Исследуется эффективность использования компьютерных классов. Построен вычислительный кластер, функционирует портал дистанционного образования. Организована закупка сетевого программного обеспечения и подключен сервер лицензий. Это позволило значительно снизить затраты на закупку прикладного программного обеспечения по университету. Вводятся в действие именные аудитории, проводятся регулярные видеоконференции разного уровня по сети интернета. Компьютерный парк вырос до 2500 компьютеров. Интернет-технологии широко используются при повышении квалификации преподавателей и сотрудников, а также сотрудников других организаций.

По решению ученого совета ИжГТУ принята программа развития, в рамках которой на протяжении нескольких лет активно ведутся работы по созданию единой информационной системы (ЕИС) вуза, первая очередь которой связана с управлением учебным процессом. Разрозненные информационные системы факультетов объединяются в единый комплекс с единой базой данных. Пропускная способность канала связи с интернетом доведена до 80 Мбит/сек, что позволяет эффективно передавать потоки аудио- и видеoinформации.



Юбилей заведующего кафедрой «Вычислительная техника»
профессора В. А. Куликова в 2016 году
(С. В. Мочёнов четвертый слева в первом ряду)

По совместительству Станислав Васильевич с 2003 года вел работу на кафедре ВТ в должности профессора. Им опубликовано свыше 200 научных и учебно-методических трудов. Аспирантами под его руководством защищены 4 кандидатские диссертации. Занимался он и с магистрантами кафедры. Продолжал развивать новое научное направление, связанное с искусственным интеллектом.



У монумента «Слава науке», 2018 год
(С. В. Мочёнов второй слева)

Станислав Васильевич был председателем учебно-методического и экспертного советов ИжГТУ по учебным изданиям, а также председателем рабочей группы по информационно-коммуникационным технологиям при Правительстве Удмуртской Республики. Является профессором Международной Славянской академии наук, образования, искусств и культуры.

Повышал квалификацию в 2002 году по программе «Информационные технологии образования» в Санкт-Петербурге и в 2005 году в Москве на научно-практическом семинаре «Информационные технологии в современном университете».

С. В. Мочёнов имеет поощрения и благодарности от администрации университета. Станислав Васильевич почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации и заслуженный работник народного образования Удмуртской Республики. Он награжден почетной грамотой Президиума Верховного Совета УАССР, а также почетной грамотой Федерации независимых профсоюзов России, знаками «Победитель социалистического соревнования 1979 года», «Ударник десятой пятилетки» и юбилейной медалью «100 лет профсоюзам России». Имеет и другие награды. Станислав Васильевич является ветераном труда Российской Федерации.

Список использованных источников и литературы

1. *Вахрушева, Е. А.* Из истории кафедры «Вычислительная техника» // Информационные технологии в науке промышленности и образовании : сб. тр. науч.-техн. конф. факультета «Информатика и вычислительная техника», посвящ. 50-летию кафедры «Вычислительная техника» ИжГТУ (25 апр. 2009 г.) / науч. ред. Ю. В. Веркиенко. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2009. – 292 с.

2. *Вахрушева, Е. А.* Первая вычислительная машина в Ижевском мехпническом институте // Информационные технологии в науке промышленности и образовании : сб. науч. тр. регион. науч.-техн. очно-заоч. конф. / науч. ред. В. А. Куликов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2012. – 204 с.

3. *Вахрушева, Е. А.* Юбилеры кафедры «Вычислительная техника» // Информационные технологии в науке промышленности и образовании : сб. тр. регион. науч.-техн. очно-заоч. конф. (г. Ижевск, 24 мая 2014 г.) / науч. ред. В. А. Куликов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2014. – 364 с.

УДК 510.563.3
ГРНТИ 27.03.45

Ю. М. Сметанин, кандидат физико-математических наук, доцент
Кафедра «Математический анализ»
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

Логико-семантические модели в универсальной силлогистике

Рассмотрены модели, описывающие логические отношения между терминами предметной области в виде формул силлогистики L_{S2} . Область интерпретации формул – модельные схемы в форме дискретных диаграмм Венна. Разработан алгоритм для вычисления семантического значения формул и проверки логического следования в семантическом смысле. Это позволяет строить и рассчитывать логико-семантические модели предметной области. Приводятся примеры решения прикладных задач.

Ключевые слова: силлогистика; логико-семантические модели; приложения логики.

Рассмотрим множество $U^0(n) = \{0, 1, \dots, 2^n - 1\}$ и все его подмножества, которые будем интерпретировать как n -парные логические отношения между фиксированными модельными множествами $X_i^0 \subset U^0(n)$. Диаграмма на рис. 1 задает 4-арное логическое отношение $U^0(4)$, которое выражает логическую независимость модельных множеств. Элементы множеств будем интерпретировать как номера конституент, составленных из модельных множеств $X_i^0 \subset U^0(n)$ (1). Все подмножества $U^0(n)$ будем называть конституентными. Все возможные отношения получаются из отношения независимости путем объявления некоторых конституент пустыми и удаления их номеров из $U^0(n)$.

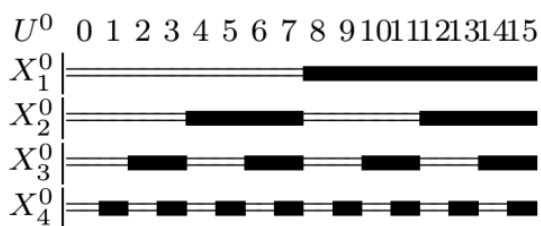


Рис. 1. Универсум и модельные множества для $n = 4$

$$\begin{aligned}
 U(3) = \{0, 1, 2, 3, 4, 6\} &= K(0) + K(1) + K(2) + K(3) + K(4) + K(6) = \\
 &= \underbrace{X_1^{0'} \cdot X_2^{0'} \cdot X_3^{0'}}_0 + \underbrace{X_1^{0'} \cdot X_2^{0'} \cdot X_3^0}_1 + \underbrace{X_1^{0'} \cdot X_2^0 \cdot X_3^{0'}}_2 + \underbrace{X_1^{0'} \cdot X_2^0 \cdot X_3^0}_3 + \\
 &+ \underbrace{X_1^0 \cdot X_2^{0'} \cdot X_3^{0'}}_4 + \underbrace{X_1^0 \cdot X_2^0 \cdot X_3^{0'}}_6 = X_1^{0'} + X_1^0 \cdot X_3^{0'}; X_i^{0'} = U^0(n) \setminus X_i^0 \\
 &K(5) + K(7) = \emptyset.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Логические отношения двух модельных множеств на фоне универсума изображены на рис. 2, их уместно назвать Жергонновыми.¹

© Сметанин Ю. М., 2023

¹Жергонн ввел в рассмотрение 5 отношений – $G_9, G_{11}, G_{13}, G_{14}, G_{15}$.

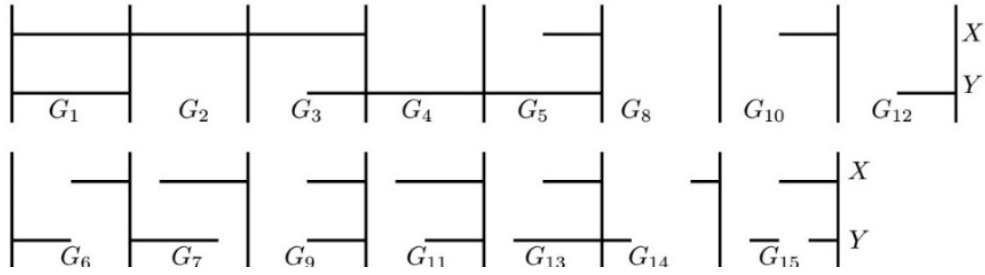


Рис. 2. Полный набор из 15 бинарных модельных схем

Традиционные диаграммы Венна могут быть просто преобразованы в дискретные диаграммы (А-онтологии). Схему преобразования поясняет рис. 3. Из него следует цепочка равенств (1). Из них следует, что универсум А-онтологии может определяться не только объединением всех ее непустых конститuent, но и любой равносильной ей формулой в Булевой алгебре множеств.

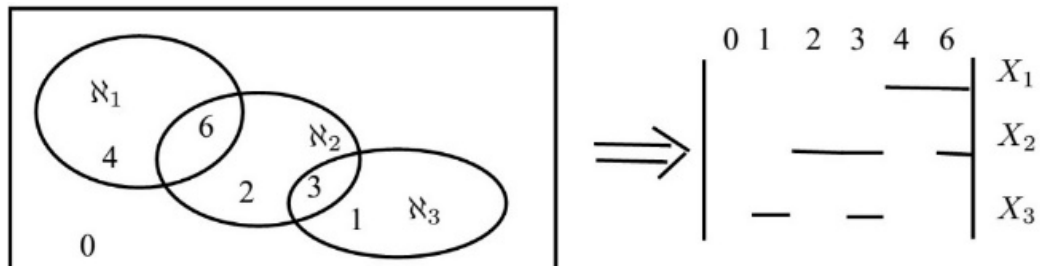


Рис. 3. Дискретизация диаграммы Венна

Пусть $U(n) \subset U^0(n)$, $U(n) \neq \emptyset$ и $U(n) = F(\tilde{X}_n^0)$, где $F(\tilde{X}_n^0)$ – правильно построенная формула алгебры множеств. Рассмотрим алгебраическую систему (2)

$$A = \langle U(n), \{+, \cdot, '\}, \{\subset, =\} \rangle. \quad (2)$$

В силу того, что применяются только операции пересечения, объединения и дополнения до универсума, имеет место импликация (3) с цепочкой равенств в антецеденте:

$$U(n) = F(\tilde{X}_n^0) = U(n) \cdot F(\tilde{X}_n^0) = F(U(n) \cdot \tilde{X}_n^0) = F(\tilde{X}_n) = U(n) \Rightarrow F(\tilde{X}_n) = F(\tilde{X}_n^0). \quad (3)$$

Если зафиксировать порядок модельных множеств, без потери общности можно считать, что они упорядочены в порядке их нумерации. Тогда кортеж (4) представляет дискретную диаграмму Венна и алгебраическую систему (3)

$$A = \langle U(n), X_1, X_2, \dots, X_n \rangle, \quad X_i = X_i^0 \cdot U(n). \quad (4)$$

Для выявления и верификации логического следования в семантическом смысле построена универсальная силлогистика L_{S_2} , правильно построенные формулы (ППФ) которой принимают значения в виде одного либо семейства конечных конститuentных множеств. Атомарные суждения L_{S_2} есть категорические утверждения (5)

$$NOB_S = \langle A(X, Y), Eq(X, Y), IO(X, Y), X \subset U, X = U \rangle, \quad (5)$$

Вместо X и Y можно подставить любые ППФ $F_1(\tilde{X}_n)$, $F_2(\tilde{X}_n)$ булевой алгебры множеств. Равносильности (6) выражают семантику трех первых атомарных суждений:

$$\begin{aligned} A(X, Y) &\equiv (X \subset Y) \cdot (X \subset U) \cdot (X' \subset U) \cdot (Y \subset U) \cdot (Y' \subset U), \\ Eq(X, Y) &\equiv (X = Y) \cdot (X \subset U) \cdot (X' \subset U) \cdot (Y \subset U) \cdot (Y' \subset U), \\ IO(X, Y) &\equiv (X \cdot Y \neq \emptyset) \cdot (X \cdot Y' \neq \emptyset) \cdot (X' \cdot Y \neq \emptyset) \cdot (X' \cdot Y' \neq \emptyset). \end{aligned} \quad (6)$$

Здесь точкой, знаком + и штрихом обозначены булевы операции (**и**, **или**, **не**), также операции пересечения, объединения и дополнения до универсума применительно к суждениям об отношениях множеств и операций над ними. К суждениям применяются логические операции.

На русском языке первое суждение(6) выражается как «Все элементы множества X являются элементами Y , но не наоборот». С точки зрения логического следования $A(X, Y)$ равносильно утверждению $\forall e \in U [(e \in X) \models (e \in Y)] [(e \in Y) \not\models (e \in X)]$ для непустых и не-универсальных множеств. $Eq(X, Y)$ равносильно утверждению о совпадении непустых и не-универсальных множеств X и Y , при этом $\forall e \in U [(e \in X) \models (e \in Y)] [(e \in Y) \models (e \in X)]$.

$IO(X, Y) \equiv (X \cdot Y \neq \emptyset) \cdot (X \cdot Y' \neq \emptyset) \cdot (X' \cdot Y \neq \emptyset) \cdot (X' \cdot Y' \neq \emptyset)$ выражается на русском языке словами « X и Y – независимые термины (множества)». Это означает, что между ними и их дополнениями нет отношений равенства и включения.

В L_{S_2} указан алгоритм установления логического следования между ее правильно построенными (ППФ). Построено исчисление конституентных множеств для модификации дискретных диаграмм.

М-алгоритм вычисления семантического значения конъюнктивных формул L_{S_2} основан на равносильных по смыслу суждения (7), (8)

$$A(X, Y) \equiv X \cdot Y' = \emptyset \equiv X' + Y = U ; \quad (7)$$

$$Eq(X, Y) \equiv X \cdot Y' + X' \cdot Y = \emptyset \equiv (X' + Y) \cdot (X + Y') = U . \quad (8)$$

М-алгоритм также вычисляет множество всех решений уравнения $F(x_1, x_2, \dots, x_n) = 1$, где $F(X_1, X_2, \dots, X_n) = U$ – суждение NOB_S . Булевы переменные x_1, x_2, \dots, x_n при этом являются характеристическими функциями модельных множеств X_1, X_2, \dots, X_n

$$\forall e \in U (x_i(e) = \begin{cases} 1, & e \in X_i \\ 0, & e \notin X_i \end{cases} . \text{ Введено понятие } \textit{закона, противоречия и выполнимой формулы} .$$

Определено непарадоксальное логическое следование между формулами [1].

Определение

Непарадоксальным логическим следованием в семантическом смысле \models_N в логике L_{S_2} называется отношение между высказываниями в виде выполнимых формул G и B , отображающее тот факт, что в силу их логической структуры нельзя приписать высказыванию G значение **выполнено**, не будучи вынужденным приписать значение **выполнено** B .

Выполнимость означает выполнение всех логических отношений, задаваемых формулами при их интерпретации в модельной схеме посредством **М**-алгоритма.

В универсальной силлогистике можно для любой модельной схемы (4) можно построить ППФ, семантическим значением которой данная схема является. Для любых ППФ B и G можно проверить существует ли между ними логическое следование в семантическом смысле.

Предлагаемый подход проиллюстрирован разнообразными приложениями, в частности возможностью построения логики соответствий как альтернативе логике предикатов [1–4].

Логическое содержание модельной схемы можно выразить различными конъюнктивными формулами, наиболее простая из них есть равенство объединения непустых конституент универсуму. Непустые конституенты образуют **единицу (М)** этой формулы, которая представлена множеством их номеров. Номера пустых конституент образуют так называемый **нуль (N)** формулы. Например, из соотношения (1) следует, что $M(X_1^{0'} + X_1^0 \cdot X_3^{0'} = U) = \{0, 1, 2, 3, 4, 6\}$ при этом $N(X_1^{0'} + X_1^0 \cdot X_3^{0'} = U) = \{5, 7\}$; $M + N = U^0$.

Дополнение N относительно U^0 есть M . Поэтому второй способ выражения единицы есть

$$\begin{aligned} M = N' = \{5, 7\}' &= [K(5) + K(7)]' = [X_1 \cdot X_2' \cdot X_3 + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3]' = \\ &= (X_1' + X_2 + X_3') \cdot (X_1' \cdot X_2' \cdot X_3'); X_i = M \cdot X_i^0. \end{aligned}$$

Имеет место **Теорема** [1].

Логическое следование \models_N между конъюнктивными формулами F_1 и F_2 имеет место, если их единицы находятся в отношении $M(F_1) \subseteq M(F_2)$. При этом строгое включение выполняется только тогда, когда $(F_1 \models_N F_2) \cdot (F_2) \neq F_1$.

В работах [1–3] обоснована возможность использования универсальной силлогистики для автоформализации знаний на основе логико-семантического описания предметной области. Показано, как с использованием M -алгоритма вычисления семантического значения формул можно вычислять следствия из системы посылок.

В качестве примера решена известная задача о паровом катке, предложенная в свое время для испытания метода резолюций [5]. Построен распараллеленный алгоритм вычисления всех выполняющих подстановок для решения логических уравнений [2, 6]. Построена логико-семантическая модель для решения задач распознавания и расчета рисков [7]. Предложен **новый** алгоритм решения задачи SAT [8], основанный на операциях дополнения и пересечения конституентных множеств, обладающий значительно более высоким уровнем параллелизма, чем семейство алгоритмов, основанных на DPLL, и CDCL. Существенное различие выражается в замене булевых переменных множествами. Это позволяет эффективно проверить выполнимость не одного, а одновременно многих наборов значений логических переменных x_1, x_2, \dots, x_n . Предложена автоматизированная методика для поддержки и верификации выводов в процессе информационно-аналитической работы [7, 9].

Предложена автоматизированная методика построения и проверки непротиворечивости таблиц решений и их представления в компьютере в форме, пригодной для синтеза программы их реализации в L_{S_2} . В частности, это позволило проанализировать и уточнить систему правильных модусов Аристотеля [10]. Оказалось, что среди 19 правильных имеются 6 дублирующих, остальные удалось выразить в форме таблиц-решений, использующих односмысловые категорические суждения L_{S_2} . Решена задача построения дискретного вероятностного пространства с неравновероятными элементарными событиями по его логическому описанию и разработана автоматизированная методика расчета вероятностей случайных событий [11, 12].

Список используемых источников и литературы

1. *Сметанин, Ю. М.* Верификация логического следования в неклассической многозначной логике // Известия Института математики и информатики УдГУ. – 2017. – Т. 50. – С. 62–82.
2. *Сметанин, Ю. М.* Верификация логического следования с использованием исчисления конституентных множеств и соответствий Галуа // Программные системы: теория и приложения. – 2017. – 8: 2(33). – С. 69–93.
3. *Сметанин, Ю. М.* Многозначная пропозициональная логика с непарадоксальным логическим следованием // Девятые Смирновские чтения по логике : материалы Междунар. науч., Москва 17–19 июня 2015 г. – Москва : Современные тетради, 2015. – С. 36–39.
4. *Smetanin, Iu.* Syllogistical system on the basis of the propositional multivalued logic: Proceedings of the 2015 International Conference “Stability and Control Processes” in Memory of V.I. Zubov (SCP) // Publisher IEEE, 2015. – Pp. 648, 596–599.
5. Интеллектуальное управление динамическими системами / С. Н. Васильев [и др.]. – Москва : Физико-математическая литература, 2000. – 352 с. – ISBN 5-9221-0050-5
6. *Сметанин, Ю. М.* Непарадоксальное логическое следование и проблема решения МЛ-уравнений // Программные системы: теория и приложения. – 2016. – 7: 1(28). – С. 99–115.

7. Сметанин, Ю. М. Логико-семантическая модель для решения задач распознавания и расчета рисков / Ю. М. Сметанин, Л. П. Сметанина // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. – 2017. – Т. 27, вып. 2. – С. 131–141.
8. Сметанин, Ю. М. Фронтальный алгоритм решения SAT задачи // Программные системы: теория и приложения. – 2022. – Т. 13, № 4. – С. 163–179.
9. Сметанин, Ю. М. Логические аспекты информационно-аналитической работы (как сложить мозаику) / Ю. М. Сметанин, Л. П. Сметанина // Современные проблемы профессионального образования: опыт и пути решения : материалы Пятой Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приурочен. к 90-летию Иркутск. нац. исследоват. техн. ун-та и к 45-летию Иркутск. гос. ун-та путей сообщения. – Иркутск : Изд-во ИРГУПС, 2020. – С. 517–521.
10. Сметанин, Ю. М. Исследование и уточнение правильных модусов в силлогистике L[S2] // Одиннадцатые Смирновские чтения по логике : материалы Междунар. науч. конф., 19-21 июня 2019 г., – Москва : Современные тетради, 2019. – С. 47–49.
11. Сметанин, Ю. М. Вероятностная интерпретация логических задач на примере задач П. С. Порецкого // Наука как общественное благо : сб. науч. ст. Второго Междунар. конгресса русского общества истории и философии науки : в 7 т. / Санкт-Петербургск. гос. ун-т. – Москва : Изд-во РОИФН, 2020. – Т. 4. – С. 191–196.
12. Сметанин, Ю. М. Методика расчета вероятностей в дискретном вероятностном пространстве, образованном конечным числом случайных событий / Ю. М. Сметанин, Л. П. Сметанина // Теория управления и математическое моделирование : материалы Всерос. конф. с междунар. участием “Теория управления и математическое моделирование”, посвящ. памяти проф. Н. В. Азбелева и проф. Е. Л. Тонкова, Ижевск, Россия 15–19 июня 2020 г. – Ижевск : Удмуртский университет, 2020. – С. 342–344.

Iu. M. Smetanin, PhD (Physics and Mathematics)
Department of Mathematical Analysis
Udmurt State University, Izhevsk

Logical-semantic models in universal syllogistics

The models describing the logical relations between the terms of the subject area in the form of LS2 syllogistic formulas are considered. The field of interpretation of formulas is model schemes in the form of discrete Venn diagrams, which are defined by sets of non-negative integers. Algorithms have been developed for calculating the semantic meaning of formulas and checking the logical following in the semantic sense. This allows you to build and calculate logical and semantic models of the subject area. Examples of solving applied problems are given.

Keywords: syllogistics; logical-semantic models; applications of logic.

Ю. М. Сметанин, кандидат физико-математических наук, доцент
Кафедра «Математический анализ»
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск
В. М. Сметанина, студент
А. А. Оганесян, студент
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Синтез таблиц решений в универсальной силлогистике

Рассмотрена методика автоформализации деятельности и передачи (отчуждения) декларативных и императивных знаний о сложносоставной целенаправленной деятельности (технологии). При этом возникает задача проверки алгоритмической полноты. Всем возможным ситуациям в процессе исполнения технологии необходимо сопоставить действия исполнителя и провести верификацию логической полноты и непротиворечивости принимаемых решений. Сопоставляемые ситуации действия должны быть «правильны» (целесообразны). Использование таблиц решений (ТР) существенно упрощает решение этих задач. Кроме того, они допускают дальнейшую детальную формализацию и могут использоваться для непосредственного ввода информации в ЭВМ.

Ключевые слова: силлогистика; логико-семантические модели; приложения логики; принятие решений.

Таблицы решений (ТР) как инструмент организации и программирования деятельности применяются достаточно давно. Большой интерес представляет автоматизация их построения и использование для моделирования предметной области [1, 2].

Рассмотрим пример технологического регламента.

1. При использовании оборудования типа *BR* можно использовать высокопроизводительную технологию *T25*, если при этом материал заготовки не определяется как *MLV*.

2. Для состояния *MLH* при использовании оборудования *BR* необходимо использовать технологию *T16*.

3. Технологию *T16* также необходимо применять при использовании оборудования типа *NR* и состояниях объекта *AL* либо *MLH*.

4. В случае состояния *MLV* необходимо использовать **только** оборудование типа *NR* и выполнять действия по технологии *T10*.

Формализация его с помощью ТР показана в таблице.

Таблица решений с расширенными входами

Условия	R1	R2	R3	R4	Else
$O \in$	{BR}	{NR}	{BR,NR}	{NR}	
$S \in$	{AL}	{AL}	{MLH}	{MLV}	
$T=$	T25	T16	T16	T10	Stop

Это наиболее удобная для «ручного» применения, логически непротиворечивая совершенная ТР. Формальная полнота обеспечивается правилом «Else». Совершенство таблицы означает, что ситуации, сопоставленные правилам, являются непересекающимися множествами. В данной ТР пяти элементарным ситуациям [3] соответствует технологический регламент, представленный выше. В ней пяти элементарным возможным {<NR,AL>, <NR,MLH>, <NR,MLV>, <BR,AL>, <BR,MLH>} и одной запрещенной <BR,MLV> ситуациям ставятся в соответствие технологии из набора {T10, T16, T25}, запрещенной ситуации сопоставлено сообщение об ошибке.

Для таблиц решений общепринятым является порядок проверки и выполнения подходящих под ситуацию правил, соответствующий их нумерации [1].

Мы будем синтезировать ТР посредством описания регламента конъюнктивными формулами универсальной силлогистики и получим ее как семантическое значение одной из этих формул, которая наилучшим образом формализует вербальное описание.

На языке продукций регламент можно записать так:

1. $(O = BR) \& (S \neq MLV) \rightarrow T25$; 2. $(O = BR) \& (S = MLH) \rightarrow T16$;
3. $(O = NR) \& (S \neq MLV) \rightarrow T16$; 4. $(S = MLV) \& (O = NR) \rightarrow T10$.

Любое утверждение алгебры логики можно представить как отношение между множествами.

Для выявления и верификации логического следования в семантическом смысле построена универсальная силлогистика L_{S_2} , правильно построенные формулы (ППФ) которой принимают значения в виде одного либо семейства конечных конституентных множеств, состоящих из неотрицательных целых чисел [2–5]. В L_{S_2} указан способ установления логического следования между ее формулами. Атомарные суждения L_{S_2} есть утверждения (1)

$$NOB_S = \langle A(X, Y), Eq(X, Y), IO(X, Y), X \subset U, X = U \rangle. \quad (1)$$

Вместо X и Y можно подставить любые ППФ $F_1(\tilde{X}_n), F_2(\tilde{X}_n)$ булевой алгебры множеств. Равносильности (2) выражают семантику трех первых атомарных суждений:

$$\begin{aligned} A(X, Y) &\equiv (X \subset Y) \cdot (X \subset U) \cdot (X' \subset U) \cdot (Y \subset U) \cdot (Y' \subset U), \\ Eq(X, Y) &\equiv (X = Y) \cdot (X \subset U) \cdot (X' \subset U) \cdot (Y \subset U) \cdot (Y' \subset U), \\ IO(X, Y) &\equiv (X \cdot Y \neq \emptyset) \cdot (X \cdot Y' \neq \emptyset) \cdot (X' \cdot Y \neq \emptyset) \cdot (X' \cdot Y' \neq \emptyset). \end{aligned} \quad (2)$$

Областью интерпретации ППФ L_{S_2} являются модельные схемы в виде дискретных диаграмм Венна их отличие от рассматриваемых в [6], как показано на рис. 1. Эти диаграмм можно вычислять и модифицировать с помощью компьютера.

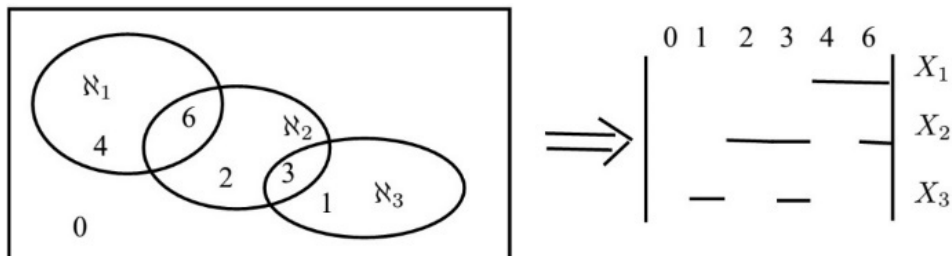


Рис. 1. Дискретизация диаграммы Венна

Разработан и программно реализован алгоритм вычисления универсума и дискретной диаграммы Венна (А-онтологии) для конъюнктивных формул L_{S_2} [3–5].

Проведем синтез таблицы решений с помощью построения А-онтологии, выражающей требования технологического регламента.

Переведем утверждения на языке продукций в утверждениях, выражающих логические отношения между терминами. Введем следующие модельные множества (смотри пп. 1–8). Пусть универсум X_0 составляют объекты, состоящие из металлов AL, MLH, MLV , которые можно обрабатывать по технологиям $T25, T16, T10$, при этом можно выделить восемь терминов для описания инструкции:

1. X_1 – объекты, обладающие свойством, позволяющим обрабатывать их резцами типа BR .
2. X_2 – объекты, обладающие свойством, позволяющим обрабатывать их резцами типа NR .

3. X_3 – объекты, состоящие из **AL**.
4. X_4 – объекты, состоящие из **MLH**.
5. X_5 – объекты, состоящие из **MLV**.
6. X_6 – объекты, обрабатываемые по технологии **T10**.
7. X_7 – объекты, обрабатываемые по технологии **T16**.
8. $(X_6 + X_7)'$ – объекты, обрабатываемые по технологии **T25**.

Отметим логические связи между введенными терминами, которые им присущи вне зависимости от продукционных правил (информация по умолчанию), (смотри пп. 1–3).

1. Каждый обрабатываемый объект состоит из металла одного типа, поэтому имеет место утверждение $Eq(X_3 \cdot X'_4 \cdot X'_5 + X_3 \cdot X'_4 \cdot X'_5 + X_3 \cdot X'_4 \cdot X'_5, X_0)$.

2. Каждый материал обрабатывается только одним резцом, поэтому имеет место утверждение $X_1 \cdot X'_2 + X'_1 \cdot X_2 = X_0$.

3. Каждый объект обрабатывается только по одной технологии, поэтому имеет место утверждение $X_6 \cdot X'_7 + X'_6 \cdot X_7 + X'_6 \cdot X'_7 = X_0$.

4. Правило 1 регламента выражено суждением $A(X_1 \cdot X'_5, X'_6 \cdot X'_7)$.

5. Правило 2 выражено суждением $A(X_1 \cdot X_4, X_7)$.

6. Правило 3 выражено, как $A(X_2 \cdot (X_3 + X_4), X_7)$.

7. Правило 4 инструкции выражено, как $A(X_2 \cdot X_5, X_6)$.

Сразу отметим, что при формализации мы допустили неточность для правила 4, которую выявим далее.

Получили суждения 1–7 логики L_{S_2} , определяющие регламент обработки:

1. $X_3 \cdot X'_4 \cdot X'_5 + X_3 \cdot X'_4 \cdot X'_5 + X_3 \cdot X'_4 \cdot X'_5 = X_0$;
2. $X_1 \cdot X'_2 + X'_1 \cdot X_2 = X_0$;
3. $X_6 \cdot X'_7 + X'_6 \cdot X_7 + X'_6 \cdot X'_7 = X_0$;
4. $A(X_1 \cdot X_3, X'_6 \cdot X'_7)$;
5. $A(X_1 \cdot X_4, X_7)$;
6. $A(X_2 \cdot (X_3 + X_4), X_7)$;
7. $A(X_2 \cdot X_5, X_6)$.

В этих моделях продукциям 1–4 регламента сопоставлены атомарные высказывания 4–7. В результате работы программы будет построена А – онтология, изображенная на рис. 2 справа.

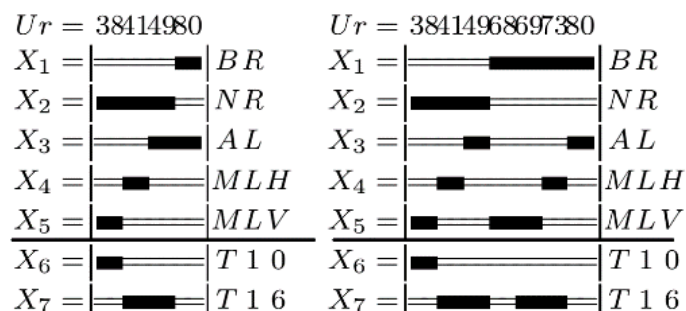


Рис. 2

Если интерпретировать его как таблицу решений, то сразу выявляются два противоречивых правила: 68 и 69. Первое указывает, что в случае использования **BR** и материала

5. *Smetanin, Iu.* Syllogistical system on the basis of the propositional multivalued logic : Proceedings of the 2015 International Conference “Stability and Control Processes” in Memory of V. I. Zubov (SCP). – Publisher IEEE, 2015. – Pp. 648, 596–599.
6. *Кузичев, А. С.* Диаграммы Венна. История и применения. – Москва : Наука, 1968. – 253 с.
7. *Порецкий, П. С.* О способах решения логических равенств и об обратном способе математической логики // Собрание протоколов заседаний секции физико-математических наук общества естествоиспытателей при Казанском университете. Т. 2, 1884 XXIV, 170 С. (отдельный оттиск).
8. *Бочаров, В. А.* Силлогистические теории / В. А. Бочаров, В. И. Маркин. – Москва : Прогресс-Традиция, 2010. – 336 с.

Iu. M. Smetanin, PhD (Physics and Mathematics)
Department of Mathematical Analysis
Udmurt State University, Izhevsk
V. M. Smetanina, Student
A. A. Oganessian, Student
Moscow State Technical University named after N. E. Bauman

Synthesis of decision tables in universal syllogistics

The method of auto-formalization of activity and transfer (alienation) of declarative and imperative knowledge about complex purposeful activity (technology) is considered. In this case, the task of checking algorithmic completeness arises. All possible situations in the process of technology execution need to compare the actions of the performer and verify the logical completeness and consistency of the decisions made. The actions to be compared must be “correct” (expedient). The use of decision tables (TP) significantly simplifies the solution of these problems. In addition, they allow for further detailed formalization and can be used for direct input of information into a computer.

Keywords: syllogistics; logical-semantic models; applications of logic; decision-making.

Г. А. Благодатский, кандидат технических наук, доцент
В. С. Жданов, аспирант
Е. В. Карачев, магистрант
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Информационная система принятия решений и управления на основе анализа иерархий

Работа посвящена разработке информационной системы принятия решений и управления на основе анализа иерархий. Приводится алгоритм работы, схемы классов и результаты.

Ключевые слова: иерархия; матрица решений; алгоритм управления; базы знаний; система поддержки принятия решений.

Введение

В современных условиях к техническим системам выдвигается ряд требований: снижение трудоемкости работы пользователя, повышение удобства использования, возможность работы пользователя без специальных технических знаний. Удовлетворить эти требования помогает введение в систему механизмов адаптации к окружающей среде и элементов искусственного интеллекта (баз знаний, матриц решений) [1].

В состав подобных программных проектов должны включаться как модули контроля внутреннего состояния системы, так и окружающей среды. На основе данных, полученных с датчиков положения и относительного расположения внешних объектов, происходит автоматическая корректировка протоколов и параметров эксплуатации технической системы. При доступной мощности вычислительных средств в систему могут быть включены блоки самообучения [2].

Проблемам теории и практики систем ИИ и СППР посвящены работы отечественных ученых С. А. Айвазяна (разработка экспертно-статистического подхода для построения неизвестной целевой функции), А. А. Башлыкова (методы конструирования СППР для сложных технических объектов реального времени), Г. С. Поспелова (принципы создания диалоговых информационных систем (ИС) с использованием ИИ), Д. А. Поспелова (логико-лингвистические модели в системах управления), А. К. Айламазяна (проблемно-ориентированные вычислительные системы), А. В. Андрейчикова (методики многокритериального анализа в СППР), А. Н. Андрейчиковой (методы аналитических сетей в системах ИИ), А. А. Денисова (основа информационного подхода к анализу больших систем), В. Н. Волковой (развитие теории системного анализа в информационных системах), К. В. Воронцова (теория обучения по прецедентам), П. С. Краснощекова (информационные технологии и автоматизация проектирования сложных технических объектов), К. А. Неусыпина (методы самоорганизации при управлении сложными системами), А. В. Пролетарского (концепция системного синтеза динамических объектов). Методам разработки систем ИИ и СППР посвящены работы зарубежных ученых Г. Буча (объектно-ориентированный анализ и проектирование сложных систем), И. Якобсона (анализ прецедентов), Д. Рэмбауха (унифицированный язык моделирования сложных систем), А. Тьюринга (постановки проблемы обучающихся компьютерных систем), У. Маккалока и У. Питса (модель искусственного нейрона), Д. Хэба (принципы обучения искусственного нейрона), Ф. Розенבלата (перцептрон), М. Минского (работы в области создания искусственных нейронных сетей), Д. Маккарти (методы лингвистического программирования), Д. Холланда (методы генетического алгоритма в адаптивных системах), Е. Мамдани и М. Сугено (системы нечеткого логического вывода), Т. Саати и Р. Варгаса (теория приня-

тия решений в иерархических системах), Э. Мюшика и П. Мюллера (методы принятия технических решений).

Методам разработки и применения показателей интегральной оценки сложных технических систем посвящены работы Е. М. Воронова (методы управления в условиях иерархической несогласованности), А. В. Полтавского (концепции принятия решений при разработке сложных технических систем (СТС)), П. В. Терелянского (методы построения автоматизированных СППР для анализа многокритериальных задач во времени), С. С. Семенова (разработка методов простого взвешивания интегральных показателей на основе систем единичных оценочных показателей), А. В. Мельникова (кластерно-иерархические методы экспертиз СТС), С. В. Бухарина (методы построения обобщенных показателей на основе теории экспертных систем), В. А. Шакирова (модифицированные методы анализа иерархий в многокритериальных задачах с нечеткостью предпочтения).

Научная проблема заключается в формировании моделей и схем гибридизации методов принятия решений, подбора параметров алгоритмов построения интегральных показателей для повышения достоверности и обоснованности принимаемых решений на всех этапах разработки информационных систем поддержки принятия решений при анализе и управлении.

Объектом автоматизации являются методы проведения экспертиз, принятия решений и управления.

Актуальность данной работы заключается в автоматизации системы принятия решений и управления на основе иерархического анализа, методов оптимизации и критериев принятия решений.

Целью данной работы является повышение эффективности управленческих решений, производственных процессов, качества продукции, снижение затрат и улучшение финансовой устойчивости предприятий.

Научная новизна результатов заключается в разработке схемы совместного применения методов иерархического анализа при проектировании информационной системы поддержки принятия решений и управления.

В качестве теоретических методов были использованы теория системного анализа и управления, теория экспертного принятия решений и теория оптимизации [3].

В качестве экспериментальных методов использованы методы анализа иерархий, методы нечеткого логического вывода, методы функционального и объектно-ориентированного программирования. Была осуществлена программная реализация алгоритмов на объектно-ориентированных языках программирования с последующей проверкой разработанных теоретических положений и оценкой полученных результатов, включающей сравнение с существующими аналогами [4].

При создании программной модели применялись численные методы, методы объектно-ориентированного программирования, прототипирование информационных систем [5].

Достоверность и обоснованность полученных в работе результатов и выводов подтверждается сопоставительным анализом предлагаемых и существующих методик и алгоритмов, а также результатами проведения вычислительного эксперимента и компьютерного моделирования.

Достоверность результатов проведенного исследования подтверждена сравнением с известными экспериментальными данными.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии теории системного анализа как междисциплинарной науки применительно к задачам разработки ИСППР для принятия решений и управления путем введения методов совместного применения матриц решений и анализа иерархий.

Практическая полезность работы заключается в разработке алгоритмов построения экспертных информационных систем для интегральной оценки иерархических структур и их управления. Разработаны алгоритмы построения сложных интегральных показателей деятельности иерархических систем, позволяющие проводить мониторинг комплексного состояния системы. Разработаны алгоритмы управления системами на основе экспертной ин-

формации о взаимодействии элементов системы и ее иерархической структуры. Разработана система управления режимами работы когнитивной радиосистемы, что вносит вклад в повышение обороноспособности страны.

Разработка системы

Разработанная система работает с иерархической структурой (рис. 1). В ней могут присутствовать следующие уровни [6]:

- цель системы;
- силы, воздействующие на цель;
- акторы системы;
- цели акторов;
- параметры, действия акторов.

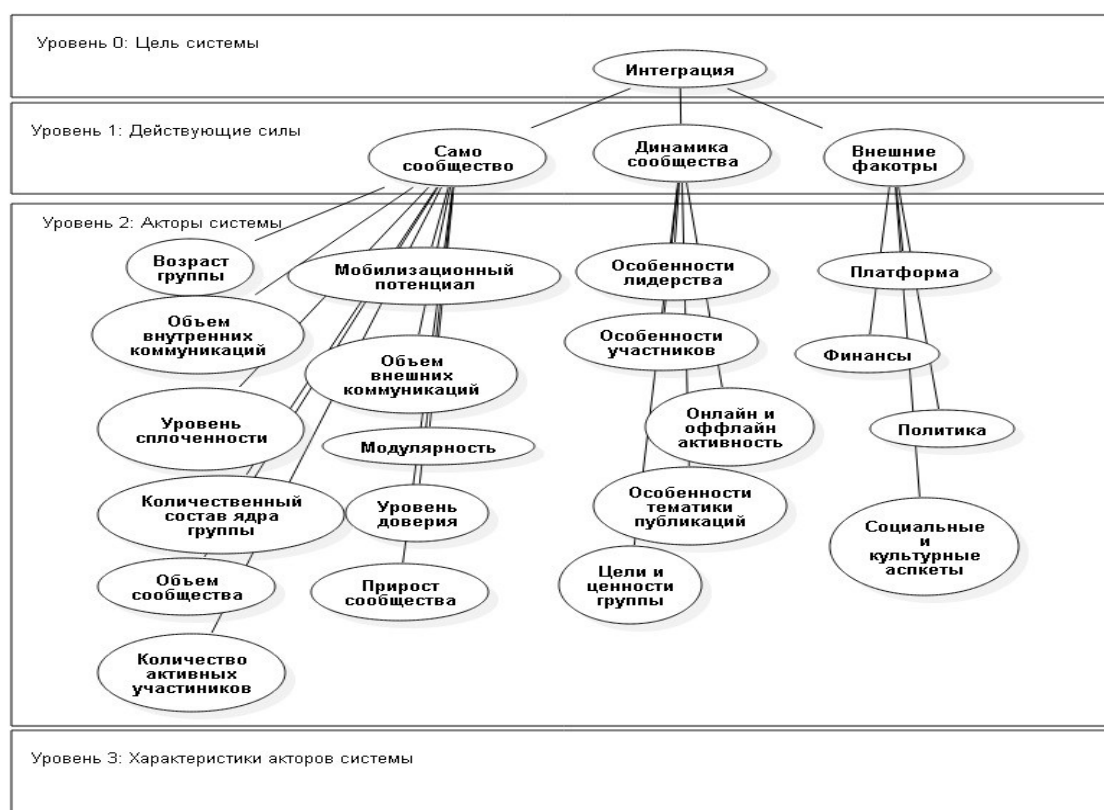


Рис. 1. Иерархическая модель

Для полной картины работы системы была создана схема алгоритма работы информационной системы (рис. 2). Здесь представлено взаимодействие метода анализа иерархий и поиска оптимальных планов с помощью симплекс-метода, а также последующий анализ полученных результатов [7].

Для разработки информационной системы были созданы схемы интерфейсов главной формы и ее вкладки «Матрица парных сравнений», формы для добавления иерархических элементов, формы для копирования узла иерархии, формы для выбора вариантов оценки, формы для усреднения рассчитанных весов по среднему геометрическому и формы для расчета матрицы решений (рис. 3–9). Схемы интерфейсов отображают рекомендованные компоненты для работы системы, а также их расположение на форме [8].

Помимо этого, созданы диаграммы классов (рис. 10–16). Созданные диаграммы отображают работу всех перечисленных выше форм [9].

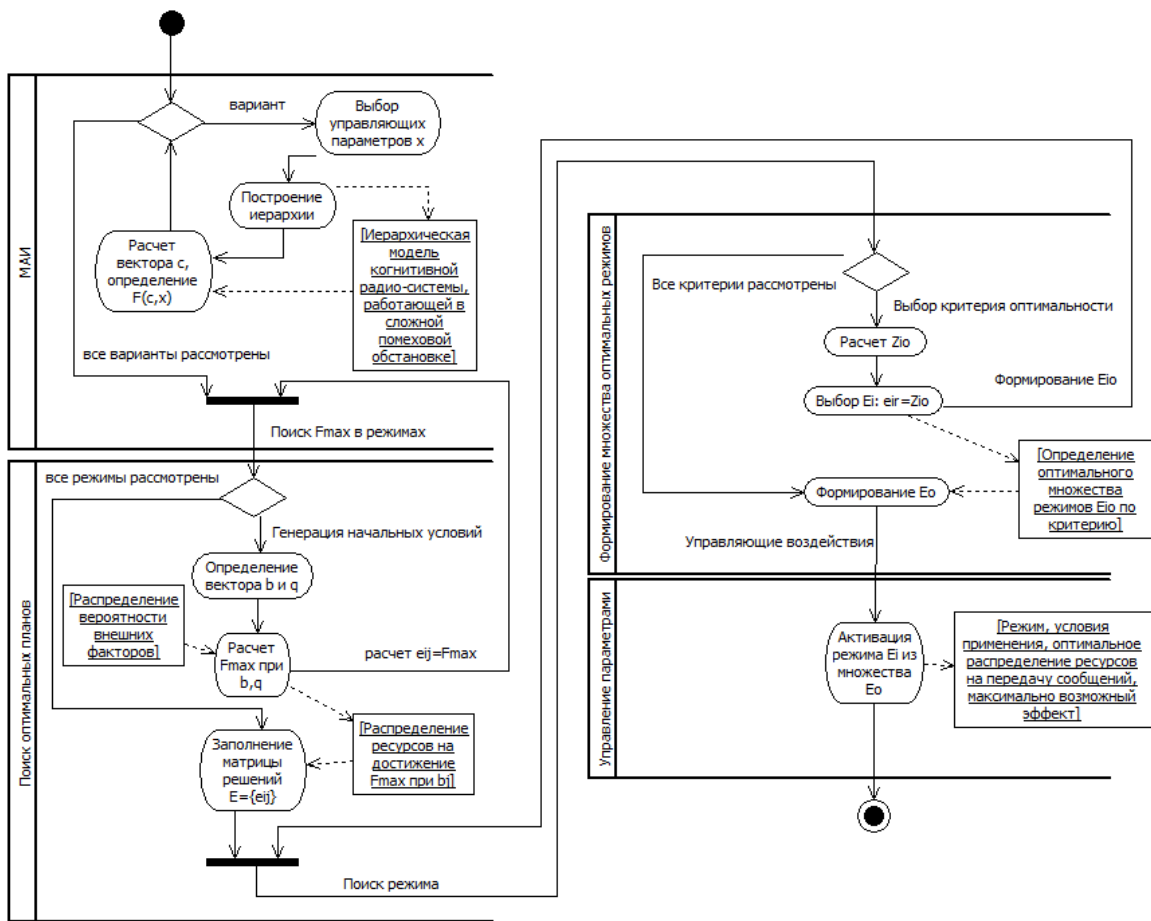


Рис. 2. Алгоритм оптимального управления режимами когнитивной радиосистемы

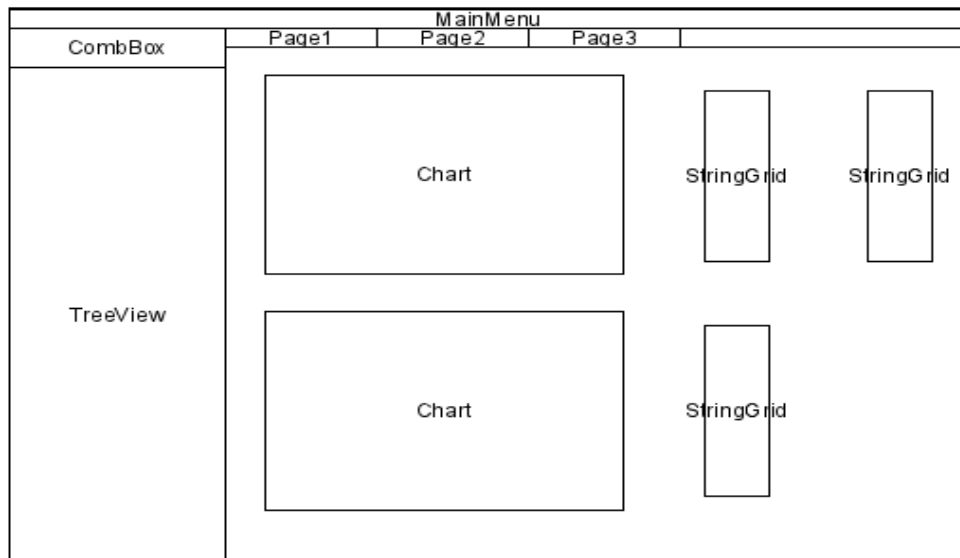


Рис. 3. Схема интерфейса главной формы

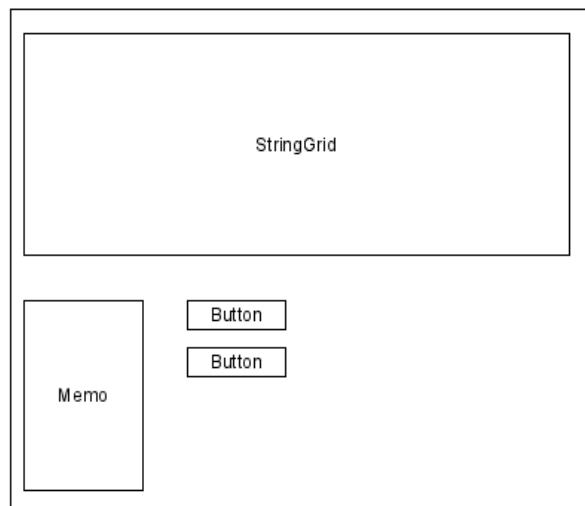


Рис. 4. Схема интерфейса вкладки «Матрица парных сравнений»

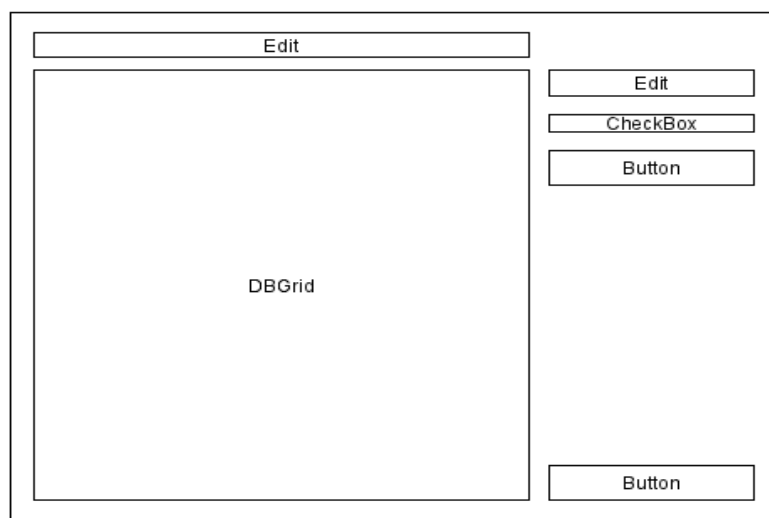


Рис. 5. Схема интерфейса второй формы

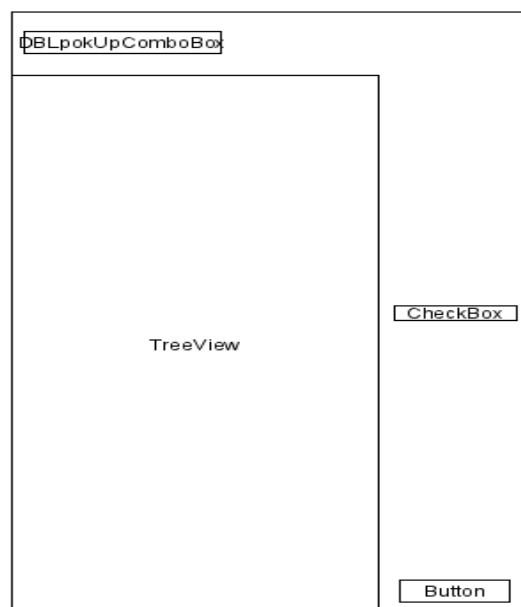


Рис. 6. Схема интерфейса третьей формы

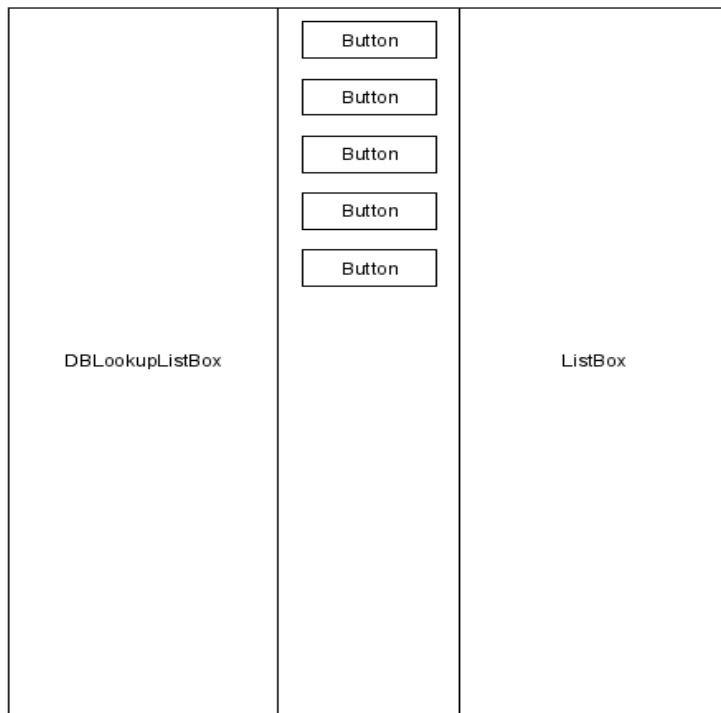


Рис. 7. Схема интерфейса четвертой формы

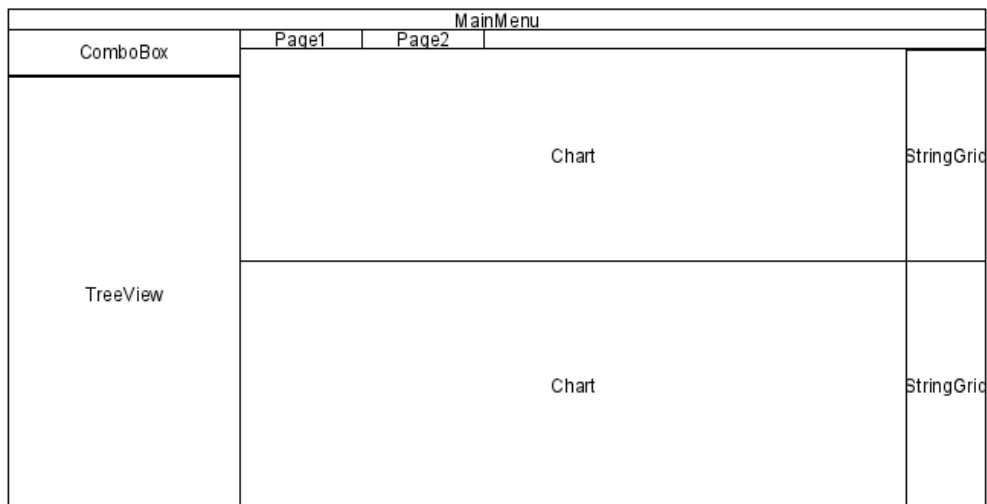


Рис. 8. Схема интерфейса пятой формы

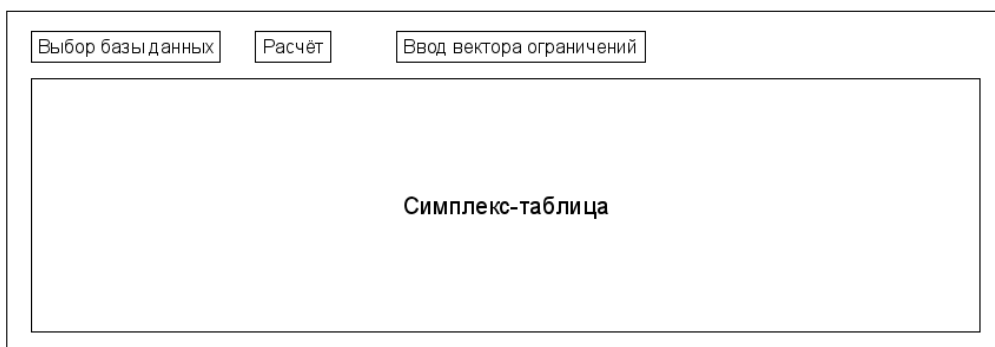


Рис. 9. Схема интерфейса матрицы решений

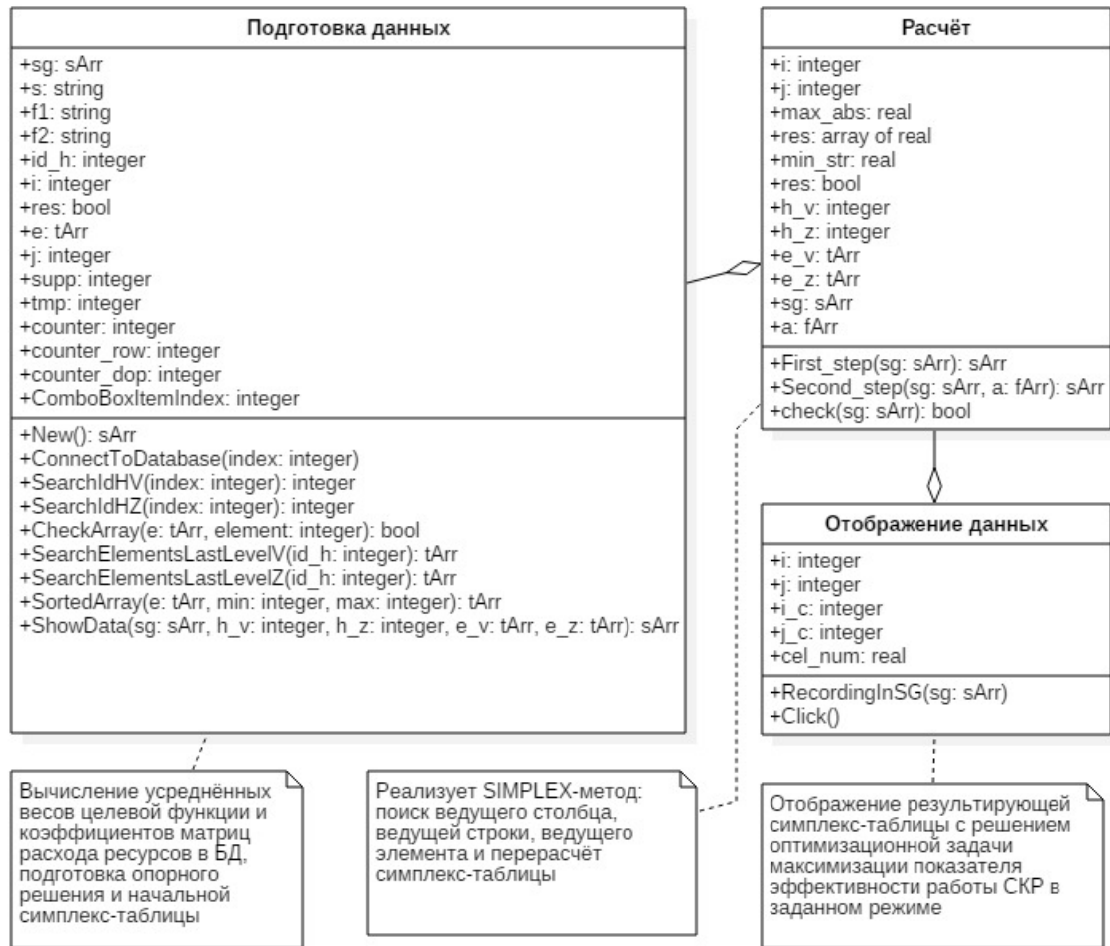


Рис. 16. Диаграмма классов матрицы решений

Были созданы диаграмма состояний и диаграмма деятельности для анализа иерархий и матрицы решений соответственно (рис. 17, 18). Эти рисунки отображают состояния работы системы и алгоритм работы при расчете матрицы решений [10].

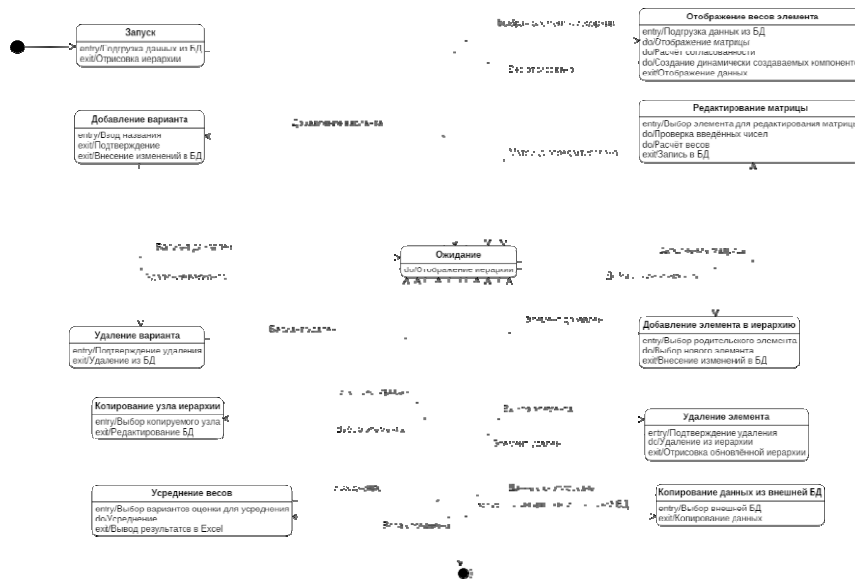


Рис. 17. Диаграмма состояний анализа иерархий

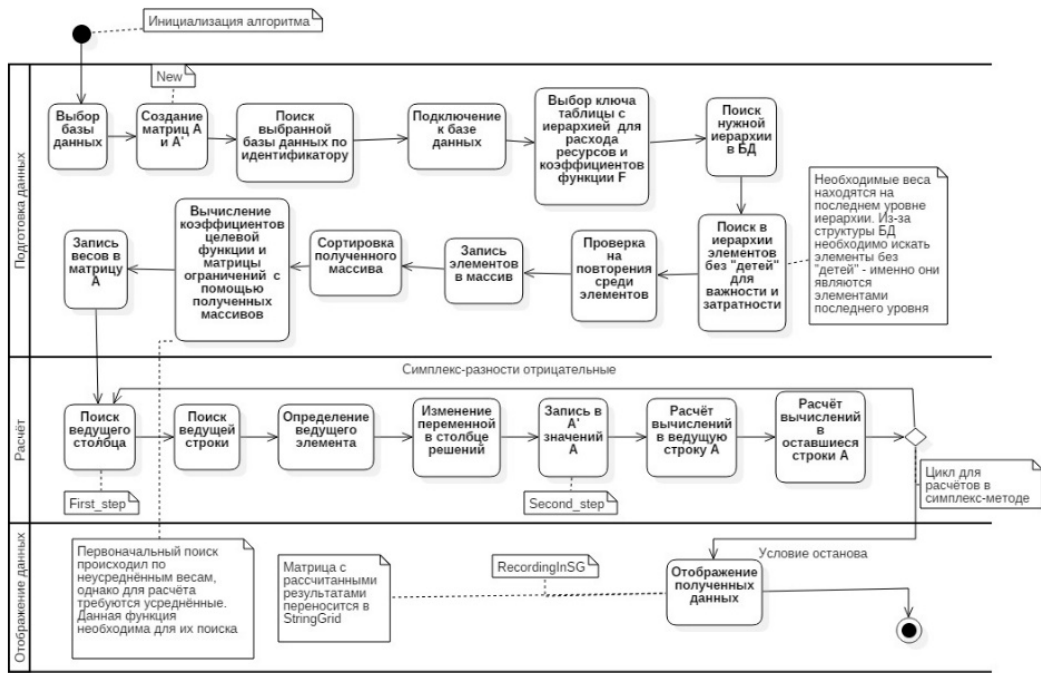


Рис. 18. Диаграмма деятельности матрицы решений

Результаты

В результате проделанных работ были получены две информационные системы для анализа иерархий и матрицы решений. Ниже представлены интерфейсы разработанных программ (рис. 19, 20) [11].

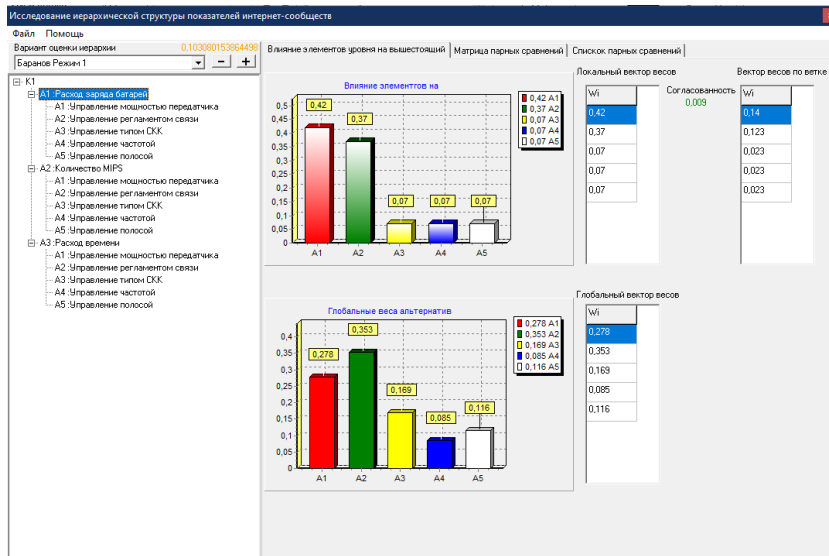


Рис. 19. Программа для анализа иерархий

Базис	P0	C1	C2	C3	C4	C5	M1	M2	M3	
1	C1	1,232	1	0	0	0,151	0,085	2,053	-0,445	-0,376
2	C3	1,502	0	0	1	0,251	0,221	-0,057	3,344	-1,786
3	C2	1,13	0	1	0	0,073	0,065	-0,681	-0,849	2,662
F		1,161	0	0	0	0,099	0,06	0,876	0,1	0,184

Рис. 20. Программа для матрицы решений

Получены результаты работы по нескольким задачам. Ниже представлены результаты работы с когнитивным радио (рис. 21–23).

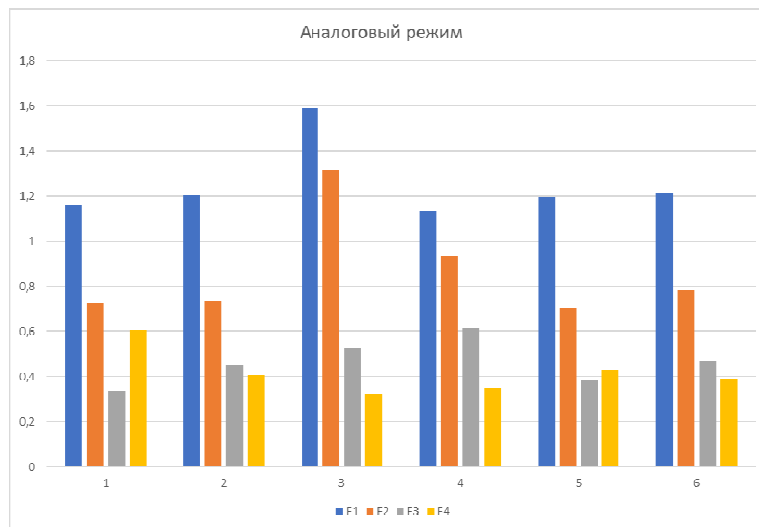


Рис. 21. Результаты расчетов для аналогового режима

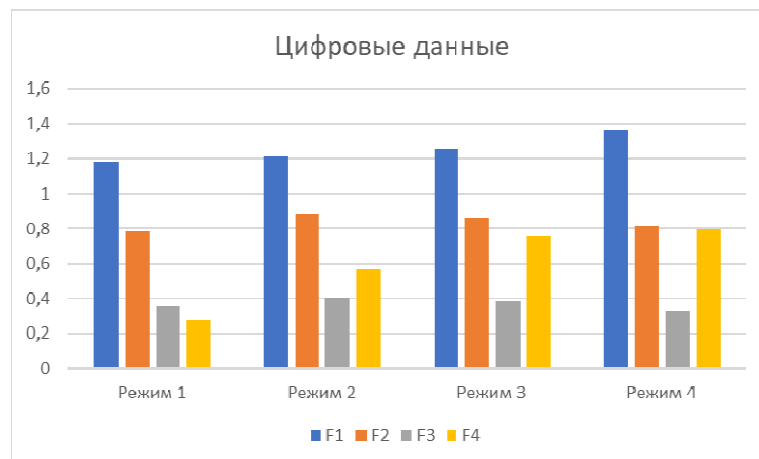


Рис. 22. Результаты расчетов для цифрового режима передачи данных

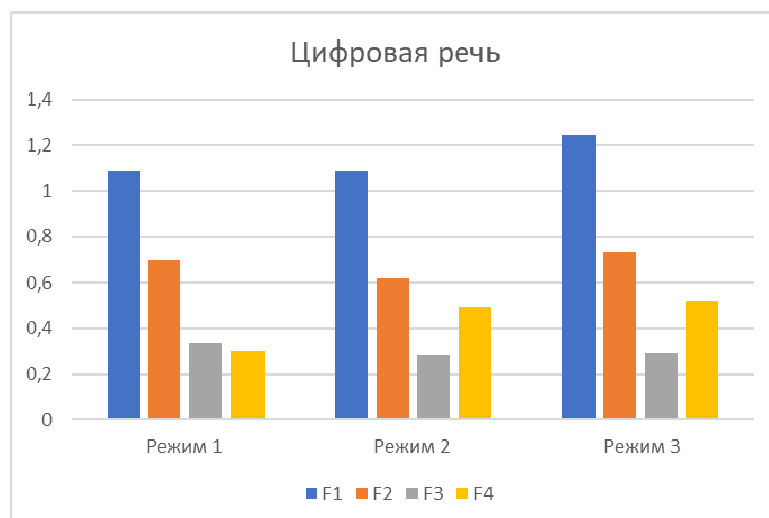


Рис. 23. Результаты расчетов для цифрового режима передачи речи

Ниже представлены результаты работы с задачей оценки эффективности работы медико-санитарных частей (МСЧ) ФСИН (рис. 24, 25).

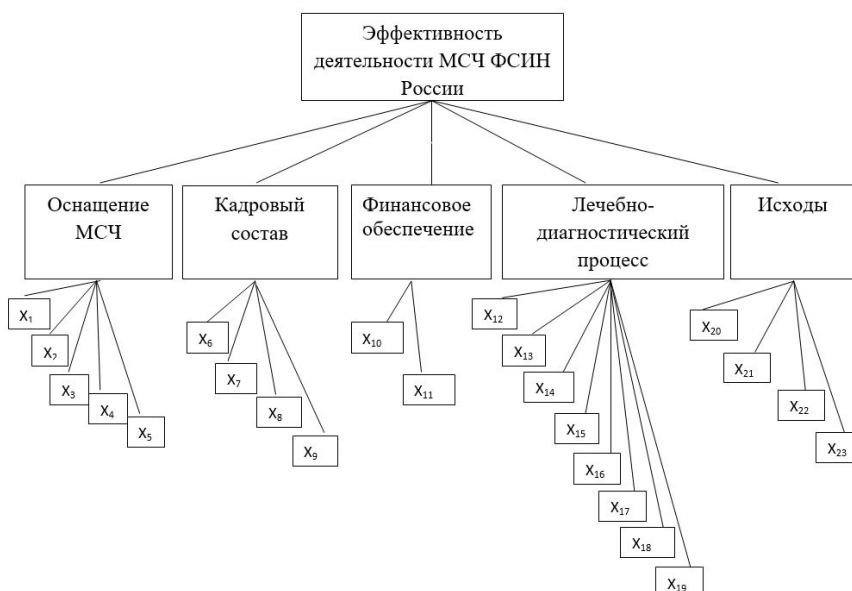


Рис. 24. Иерархическая модель «Оценка эффективности МСЧ ФСИН»



Рис. 25. Глобальные веса узла «Оснащение»

Ниже представлены результаты работы с задачей интеграции интернет-сообществ (рис. 26, 27).



Рис. 26. Иерархическая модель «Интеграция интернет-сообществ»

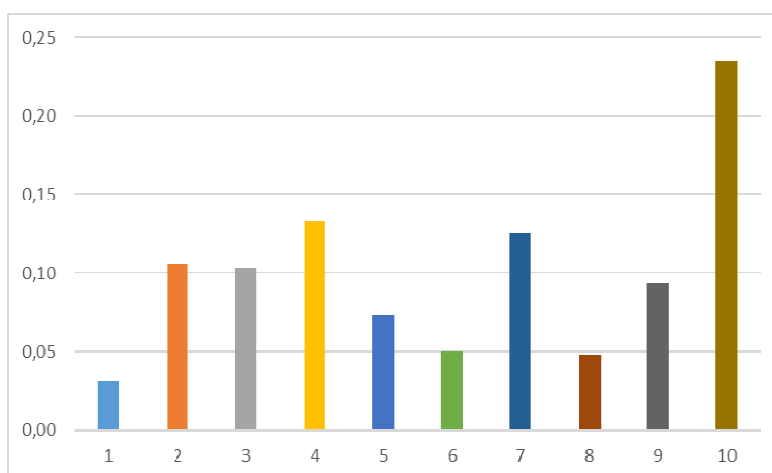


Рис. 27. Влияние акторов силы «Само сообщество» на процесс интеграции

Заключение

Во время разработки было проведено изучение теоретической части иерархического анализа, методов оптимизации и критериев принятия решений, а именно метод анализа иерархий и симплекс-метод; проведено моделирование бизнес-процессов информационной системы: определены структуры классов и графы состояний, определены схемы интерфейса и структуры данных в базе данных.

Список использованных источников и литературы

1. *Андрейчиков, А. В.* Методы и интеллектуальные системы принятия решений для проведения ФОРСАЙТ-исследований / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова // Cloud of Science. – 2014. – № 3. – С. 353–382.
2. *Андрейчиков, А. В.* Анализ, синтез, планирование решений в экономике. / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – Москва : Финансы и статистика, 2000. – 368 с.
3. *Карачев, Е. В.* Подходы к автоматизации анализа иерархических систем / Е. В. Карачев, Г. А. Благодатский // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф., Ижевск, 29 мая 2020 г. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2020. – С. 110–116.
4. *Карачев, Е. В.* Обзор модификаций применения МАИ к решению иерархических задач / Е. В. Карачев, В. С. Жданов // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф., Ижевск, 27 мая 2022 г. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2022. – С. 102–110.
5. *Благодатский, Г. А.* Информационная система для проведения иерархических экспертиз / Г. А. Благодатский, Е. В. Карачев // Выставка инноваций – 2021 (весенняя сессия): сб. материалов XXXI Республ. выставки-сессии студ. инновац. проектов и XL Науч.-техн. конф. молодежи АО «ИЭМЗ «Купол». – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2021. – С. 51–65.
6. *Карачев, Е. В.* Информационная система поддержки принятия решений по управлению режимами работы когнитивного радио / Е. В. Карачев, Г. А. Благодатский, С. В. Смирнов // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2023. – № 2. Т. 28. – С. 244–252.
7. *Благодатский, Г. А.* Логическая модель информационной системы для проведения экспертиз по методу анализа иерархий / Г. А. Благодатский, Е. В. Карачев // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф., Ижевск, 26 мая 2021 г. Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2021. – С. 49–56.
8. *Купер, А.* Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия / А. Купер, Р. Рейман, Д. Кронин. – Санкт-Петербург : Символ-Плюс, 2009. – 688 с.
9. *Благодатский, Г. А.* Разработка информационной системы для проведения иерархических экспертиз по методу анализа иерархий / Г. А. Благодатский, Е. В. Карачев // Системы компьютерной математики и их приложения. – 2021. – № 22. – С. 212–221.
10. *Буч, Г.* Язык UML. Руководство пользователя. / Г. Буч, Д. Рамбо, И. Якобсон. – 2-е изд. // Москва : ДМК Пресс, 2006. – 496 с.

11. *Благодатский, Г. А.* Методы и инструменты исследования иерархической структуры интеграции интернет-сообществ / Г. А. Благодатский, Е. В. Карачев // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф., Ижевск, 29 мая 2020 г. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2020. – С. 89–97.

G. A. Blagodatsky, PhD in Engineering, Associate Professor
V. S. Zhdanov, Postgraduate Student
E. V. Karachev, Master's Degree Student
Department of Information System
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Decision-making and management information system based on hierarchy analysis

This paper is devoted to the development of a decision-making and management information system based on hierarchy analysis. Here is the work algorithm, class diagrams and result of the work.

Keywords: hierarchy; decision matrix; management algorithm; knowledge bases; decision support system.

С. В. Вологдин, доктор технических наук, профессор
В. В. Шамшурин, магистрант
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка системы автоматизированного учета и анализа показателей публикационной результативности образовательной организации

В статье рассматривается возможность автоматизированного учета показателей публикационной активности научно-педагогических работников в целях формирования сводной отчетности по образовательной организации, а также отнесения публикаций к отдельным структурным подразделениям в целях внутреннего учета. Проведен анализ аналогичных систем учета публикаций образовательных и научных организаций. Отражены концепции некоторых моделей, предполагаемых к использованию в разрабатываемой информационной системе.

Ключевые слова: публикационная активность; комплексный балл публикационной результативности; библиометрия; наукометрия; метаданные.

В связи с увеличением количества отчетов о публикационной результативности и изменения принципов учета публикаций увеличилось время обработки информации, предоставляемой в формируемых отчетах. Проблема разработки системы автоматизированного учета и анализа показателей публикационной результативности образовательных организаций высшего образования в настоящее время становится актуальной. Основными ее целями будут являться уменьшение времени подготовки отчетов и снижение количества ошибок. В формируемых отчетах требуется разработка и внедрение системы автоматизированного учета и анализа показателей публикационной результативности образовательной организации.

Регулярными для научных подразделений университетов являются задачи по подготовке различных отчетов о научной деятельности университета в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, другие организации. Одним из структурных элементов данных отчетов являются отчеты о публикационной результативности университета. Стоит отметить, что отчеты о публикационной результативности выполняются не только для Минобрнауки России, но также и для внутреннего анализа.

Подготовка отчетов о публикационной результативности – трудоемкий процесс, затрагивающий работу и анализ нескольких баз данных, а именно *Web of Science*, *Scopus*, *eLIBRARY.RU* (ВАК, РИНЦ, *RSCI*).

В 2019 г. Минобрнауки России ввело в качестве оценки комплексный балл публикационной результативности (далее КБПР) и утвердило его методикой от 30.12.2019 г. Актуальная в настоящий момент редакция расчета комплексного балла публикационной результативности утверждена 25.08.2020 г. Данный показатель позволяет в должной мере производить оценку публикационной активности организаций, исключает возможность двойного учета публикаций. Подготовка и представление отчета по оценке КБПР с 2020 г. происходит ежегодно.

Для подготовки всех представленных отчетов используются первичные данные, извлекаемые из систем цитирования *Web of Science*, *Scopus*, *eLIBRARY.RU*, при этом для различных отчетов требуется произвести анализ, систематизацию и представление данных с различной степенью детализации и структурой предоставления информации.

Реализация данных процессов планируется посредством разработки и внедрения системы автоматизированного учета и анализа показателей публикационной результативности образовательной организации. Использование подобных систем интересно в первую очередь

для специалистов, работающих со статистическими показателями научных организаций и организаций высшего образования. Стоит отметить, что данные системы интересны не сами по себе, а как одна из составляющих ERP-системы управления организацией [4]. Реализация данной системы позволит сократить время подготовки отчетных материалов и значительно сократить количество ошибок при подготовке отчетных материалов.

В настоящее время при оценке показателей публикационной активности научных и образовательных организаций, занимающихся проведением научных исследований, в России используется информация из наиболее крупных мировых систем цитирования: *Web of Science* и *Scopus*, а также из российской Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU. Каждая из этих систем предлагает свои системы работы с информацией о научных публикациях.

Так, компания *Clarivate*, в ведении которой находится система цитирования *Web of Science*, предлагает программный продукт *InCites*, как аналитический инструмент для оценки научной деятельности на основе публикаций организации.

В *InCites* действуют следующие рабочие модули:

- 1) *Research Performance Profiles* – оценка исследовательской деятельности организации; доступ к основным показателям публикационной активности организации;
- 2) *Global Comparisons* – сравнение стран и организаций; доступ к обобщенным данным по исследовательской деятельности отдельных стран и организаций;
- 3) *Institutional Profiles* – профили исследовательских организаций; доступ к расширенным данным по деятельности организаций;
- 4) *Folders* – личные папки пользователя для сохранения настроек, отчетов и подборок документов.

С разрабатываемой системой в данном случае следует сравнивать модуль *Research Performance Profiles*. Он позволяет формировать следующие типы отчетов [1, 10]:

- обобщенные отчеты;
- отчеты по результатам исследовательской деятельности;
- отчеты по совместным проектам и коллаборациям;
- отчеты по предметным областям;
- отчеты, включающие закономерности и анализ изменений во времени;
- анализ влияния публикаций и источников цитирований.

Компания *Elsevier* представляет систему цитирования *Scopus*, предлагает систему управления научными исследованиями *Pure*. *Pure* – это *CRIS* – совместимая система управления научными исследованиями для академических и государственных организаций, предоставляющая единый источник всех данных о научном процессе в организации.

Программный комплекс позволяет создавать внутренние отчеты для оценки проделанной работы на уровне персоналий и подразделений, при этом можно выделить следующие возможности [11]:

- широкие возможности создания отчетов по всем данным, хранящимся в *Pure*;
- автоматическое создание и рассылка отчетов по заранее установленному графику;
- установка целей для подразделений и вывод отчетов по установленным показателям.

Представленные разработки от международных компаний являются законченными решениями, представляющими собой *CRIS*-системы, однако они не позволяют в полной мере автоматизировать процессы работы по подготовке отчетов о публикационной результативности для российских образовательных и научных организаций. Кроме того, основная информация о публикационной результативности организаций будет браться из той системы цитирования, компания-разработчик которой ее создавала, и не будет в должной мере отражена информация из российской системы цитирования.

В настоящее время доступ к данным системам существенно ограничен.

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU на своей базе предлагает возможности по созданию некоторых отчетов о публикационной результативности организаций. Так, например, в 2022 г. появилась возможность формирования данных для подготовки отчета комплексного балла публикационной результативности. Однако следует отметить, что ин-

формация о публикациях в *Web of Science* и *Scopus* в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU является вторичной, вследствие чего возможно появление ошибок при формировании отчетов [7].

В настоящее время крупнейший поставщик решений управленческого и финансового учета компания 1С предлагает свою систему для автоматизации деятельности научных подразделений в образовательных организациях высшего образования и научных организаций – БИТ.Наука.

БИТ.Наука предлагает следующие возможности:

- расчет комплексного балла публикационной результативности Минобрнауки;
- работа в едином информационном пространстве с документами единого образца для стандартизации процесса сбора и каталогизации данных;
- получение данных о количественном составе научного персонала в разрезах видов занятости: основное место работы, совместитель, внутренний совместитель или по договору гражданско-правового характера (ГПХ);
- предоставление информации для анализа научной деятельности, как подразделений, так и организации в целом;
- динамика научной активности сотрудников и подразделений;
- формирование различных отчетов как регламентированных для Минобрнауки России, так и произвольных для внутреннего учета;
- хранение отчетности опубликованных научных трудов.

Из всех представленных выше решений БИТ.Наука наиболее близка к реализации целей и решению задач, поставленных перед планируемой к разработке системы автоматизированного учета и анализа показателей публикационной результативности образовательной организации [12].

Каждая из предлагаемых систем построена на основе взаимодействия с какой-либо соответствующей системой цитирования и не может в полной мере выполнять задачи, поставленные перед научными подразделениями образовательных и научных организаций, в связи с этим некоторыми организациями предпринимаются попытки разработки собственных систем [2, 3, 5].

Иностранные исследователи наукометрии, и библиографии в частности, также занимаются разработками, позволяющими автоматизировать обработку и анализ информации из баз цитирования. Так Michael E. Rose и John R. Kitchin в своей статье *pybliometrics: Scriptable bibliometrics using a Python interface to Scopus* представляют оболочку интерфейса прикладных программ построенного с учетом архитектурного стиля взаимодействия компонентов распределенного приложения в сетевой среде клиент-сервер, написанную для *Python 3*. Оболочка позволяет пользователям получать доступ к базе данных *Scopus* через удобные интерфейсы и может использоваться без предварительного знания *API*-интерфейсов. Основным преимуществом данной разработки является прямое взаимодействие с базой данных *Scopus* и автоматизированная загрузка информации из нее; позволяет формировать отчеты о количестве авторов при проведении научных исследований и группировать представленные статьи по тематикам, используя латентное размещение Дирихле [13].

Рассмотрев существующие системы управления научной деятельностью образовательных и научных организаций, их элементы и проводимые исследования в области наукометрических и библиографических показателей, следует отметить, что разработка собственной системы автоматизированного учета и анализа показателей публикационной результативности образовательной организации актуальна в связи с недостаточным функционалом существующих систем, которые не позволят предоставлять в требуемых отчетах всю требуемую информацию с необходимой степенью детализации [8, 9]. Разрабатываемая система в будущем может стать элементом системы сопровождения и анализа научной деятельности ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, как часть *ERP*-системы управления университетом.

Целью функционирования системы автоматизированного учета и анализа показателей публикационной результативности образовательной организации является:

– формирование сводных отчетов публикационной результативности в абсолютном выражении; в том числе формирование отчетов публикационной результативности по подразделениям образовательной организации, или индивидуальных отчетов по авторам;

– формирование отчетов о публикационной результативности в соответствии с интегральным показателем «Комплексный балл публикационной результативности».

Для выполнения основных функций разрабатываемой системы требуется сформировать следующие ключевые математические модели:

– модель структуры и кадрового состава организации;

– математическая модель получения интегрального показателя публикационной результативности.

Создание модели структуры и кадрового состава организации на алгебре логики преследует следующие цели:

– разработка правил отнесения авторов публикаций к определенным подразделениям;

– определение о требовании к учету статей.

В связи со сложностью кадровой структуры образовательных организаций (различного рода совместительство, работа авторов в административных, хозяйственных и прочих подразделениях) требуется создать модель структуры и кадрового состава организации. Модель структуры и кадрового состава организации позволит относить всех авторов организации к образовательным и научным подразделениям организации, анализ которых и требуется производить в соответствии с задачами, представленными перед разрабатываемой системой.

Правила отнесения автора публикации к учебному или научному подразделению и учета статей за данными подразделениями:

1.1. Если автор публикации относится к учебному или научному подразделению по месту основной работы, то все его публикации относятся к данному подразделению.

1.2. Если основное место работы автора не относится к учебным или научным подразделениям, то публикации автора учитываются в подразделении, внутреннее совместительство в котором имеет большую долю ставки, чем в остальных. Если все значения основного места работы или внутреннего совместительства не относятся к учебным или научным подразделениям – публикации данного автора учитываются в группе подразделений «прочие» с целью учета всех публикаций.

2. Похожая логика действует и для авторов, являющихся внешними совместителями. Автор публикации, являющийся внешним совместителем, относится к тому подразделению, доля ставки его работы в котором является наибольшим. Если автор занимает наибольшую ставку не в подразделении, являющемся научным или учебным, то относится к подразделению, значение ставки внешнего совместительства в котором, является следующим по размеру. Если все значения внешнего совместительства не относятся к учебным или научным подразделениям – публикации данного автора учитываются в группе подразделений «прочие» с целью учета всех публикаций.

Подобная логика позволит создать упрощенную модель организационной структуры и кадрового состава для целей учета и отчетности по публикационной результативности образовательной организации.

Описание действия второй модели – математическая модель формируемого интегрального показателя «Комплексный балл публикационной результативности» – рассмотрена в публикации *Computerized evaluation of publication effectiveness using application programming interfaces of citation data bases* [14].

Схема базы данных разрабатываемой системы представлена на рисунке. В текущем варианте схемы не указаны методы класса, потому что основным действием для всех классов в базе данных системы анализа публикационной активности будет являться «Относится».

На представленной схеме базы данных появляется возможность более подробно отобразить атрибуты классов, относительно ER-модели. Трансформация отображения связей производилась с учетом того, что все связи, кроме связи между классами «сотрудники» –

«публикации» и «студент» – «публикации» являются обязательными. Это объясняется тем, что не у каждого сотрудника или студента в исследуемом промежутке времени могут быть публикации.

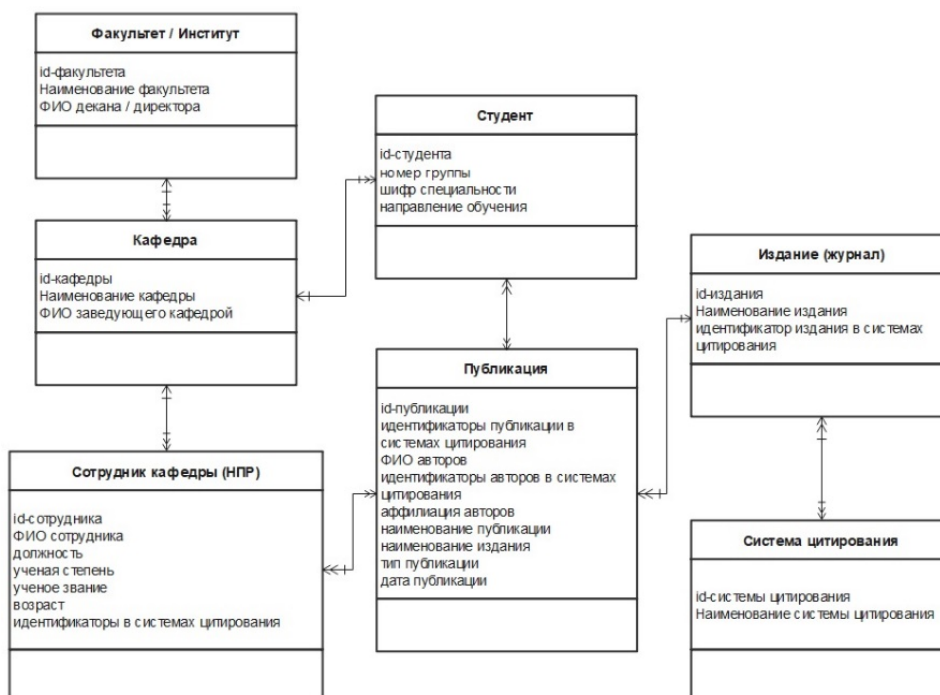


Рис. 1. Схема базы данных разрабатываемой системы

Для каждого объекта в каждом классе предусмотрено введение внутреннего идентификатора в разрабатываемой системе несмотря на имеющиеся идентификаторы публикаций в системах цитирования.

По характеру обязательности все представленные на схеме атрибуты классов являются обязательными, кроме Ф.И.О. руководителей структурных подразделений. Этот атрибут не требуется для проведения расчетов.

Все из представленных типов данных атрибутов являются символьными, кроме атрибута «Возраст», который будет являться числовым. В составе метаданных публикации присутствует атрибут «Дата», ему будет присвоен соответствующий тип данных [6].

Следует отметить некоторые действия процесса, представленного диаграммой деятельности, а именно: сравнение с данными о вариантах написания Ф.И.О. авторов на латинице. Этот элемент введен в связи с тем, что не каждый автор следит за своими профилями в системах цитирования. В связи с этим могут возникнуть ситуации, когда у одного автора будет существовать несколько идентификаторов в какой-либо системе цитирования, например, *Scopus*. При этом существуют вероятности различного написания Ф.И.О. автора в английской транскрипции.

Практическая значимость разрабатываемой системы автоматизированного учета и анализа показателей публикационной результативности образовательной организации заключается в уменьшении количества ошибок в формируемых отчетах и сокращение временных затрат на анализ информации и формирование отчетов о публикационной результативности образовательной организации, и, соответственно, высвобождение рабочего времени специалистов управления научно-исследовательских работ ИжГТУ имени М. Т. Калашникова и повышение качества их работы за счет сокращения рутинных операций.

Список использованных источников и литературы

1. Акоев, М. А. Практические примеры использования аналитических инструментов Clarivate Analytics в наукометрической лаборатории УрФУ // Информация и инновации. – 2017. – № 5. – С. 199–206.

2. *Блинков, Ю. А.* Документно-ориентированное хранение и обработка научных публикаций / Ю. А. Блинков, И. А. Панкратов // Математическое моделирование, компьютерный и натуральный эксперимент в естественных науках. – 2018. – № 4. – С. 28–36.
3. *Власова, С. А.* Многофункциональная веб-система регистрации и учета результатов интеллектуальной деятельности ученых / С. А. Власова, Н. Е. Каленов // Научные и технические библиотеки. – 2022. – № 2. – С. 29–48.
4. *Волков, А. К.* Разработка и внедрение информационной системы автоматизации бизнес-процессов ООО «ТТ-ЭНЕРГО» / А. К. Волков, С. В. Вологдин // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф., Ижевск, 26–27 мая 2022 г. – Ижевск : Изд-во УИР ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова, 2022. – С. 41–48.
5. *Кабакова, Е. А.* Автоматизированная система учета результатов интеллектуальной деятельности как инструмент комплексного учета результатов научной деятельности организации (на примере АСУ РИД ВолНЦ РАН) // Вопросы территориального развития. – 2019. – № 4 (49). – С. 7.
6. *Когаловский, М. Р.* Метаданные в компьютерных системах // Программирование. – 2013. – Т. 39. – № 4. – С. 28–46.
7. *Лавров, Д. Н.* Автоматизация сбора метаданных научных публикаций для предоставления в РИНЦ // Омские научные чтения – 2018 : материалы Второй Всерос. науч. конф., Омск, 10–15 дек. 2018 г. / отв. ред. Т.Ф. Ящук. – Омск : Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, 2018. – С. 170–173.
8. *Мазов, Н. А.* Приоритетные научные направления с позиции библиометрических исследований / Н. А. Мазов, В. Н. Гуреев, В. Н. Глинских // Труды ГПНТБ СО РАН. – 2021. – № 1 (9). – С. 89–94.
9. *Мазов, Н. А.* Создание базы данных трудов сотрудников организации как основы для достоверного библиометрического анализа / Н. А. Мазов, В. Н. Гуреев // Труды ГПНТБ СО РАН. – 2015. – № 9. – С. 103–109.
10. *Парамонов, С.* In Cites – аналитический инструмент для оценки научной деятельности / URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/19875/1/ru-incites_introduction.pdf (дата обращения: 12.01.2022).
11. *Соболев, В. А.* Pure: Централизованная система управления научными исследованиями / <https://conf.neicon.ru/materials/06-overseas2014/141119-16-Sobolev.pdf> (дата обращения: 12.01.2022).
12. БИТ.Наука – URL: https://izhevsk.lcbit.ru/lcsoft/modul-nauka/?utm_source=yandex&utm_medium=src&utm_campaign=60943058&utm_content=10611638140&utm_term=бит%20наука&yclid=18353997791733537440 (дата обращения: 12.01.2022).
13. *Rose, M. E.* pybliometrics: Scriptable bibliometrics using a Python interface to Scopus / M. E. Rose, J. R. Kitchin // SoftwareX-2019. – Vol. 10, 100263.
14. *Tyurin, A.* Computerized evaluation of publication effectiveness using application programming interfaces of citation databases / A. Tyurin, V. Shamshurin // AIP Conference Proceedings, Izhevsk. – Izhevsk : Published by AIP Publishing, 2023. – P. 020028.

S. V. Vologdin, DSc in Engineering, Professor
V. V. Shamshurin, Master's Degree Student
 Department of Information Systems
 Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of a system for automated accounting and analysis of indicators of the publication performance of an educational organization

The article discusses the possibility of automated recording of indicators of the publication activity of scientific and pedagogical workers in order to form consolidated reporting on an educational organization, as well as assigning publications to individual structural divisions for internal accounting purposes. The analysis of similar accounting systems for publications of educational and scientific organizations was carried out. The concepts of some models intended for use in the developed information system are reflected.

Keywords: publication activity; complex score of publication effectiveness; bibliometrics; scientometrics; metadata.

И. В. Журбин, доктор исторических наук, кандидат технических наук,
главный научный сотрудник
А. С. Шаура, кандидат технических наук, старший научный сотрудник
А. Г. Злобина, кандидат технических наук, научный сотрудник
А. И. Баженова, кандидат технических наук, научный сотрудник
Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН, г. Ижевск

Текстурный анализ мультиспектральных данных для выявления участков культурного слоя разной толщины¹

Проведен текстурный анализ результата мультиспектральной съемки территории городища Иднакар. Используются два подхода к выделению текстурных особенностей ландшафта: признаки Харалика и энергетические характеристики Лавса. По результатам интерпретации показано преимущество использования признаков Харалика при выявлении участков культурного слоя разной толщины.

Ключевые слова: текстурный анализ; признаки Харалика; маски Лавса; культурный слой; сегментация.

Введение

Текстурный анализ широко используется в цифровой обработке изображений, в том числе в задачах сегментации мультиспектральных данных. Известны два основных подхода: структурный и статистический [1].

Согласно *структурному подходу*, под текстурой понимается набор примитивных текстелов (*texes, texture element*), повторяющихся с некоторой периодичностью. Наличие шума и отсутствие явно выраженной регулярной текстуры ограничивает использование данного подхода (в особенности, при анализе естественных сцен) [2].

Статистический подход определяет текстуру как количественную меру распределения яркостей в некоторой области изображения. Разнообразие существующих статистических характеристик (признаков) [3] определяет необходимость предварительного исследования эффективности их использования в контексте решаемой задачи.

В данной работе приводится сравнение результатов текстурной сегментации, основанной на построении признаков Харалика и использовании энергетических характеристик Лавса. Целью текстурного анализа являлась оценка изменения толщины культурного слоя на территории археологического памятника по данным мультиспектральной съемки.

1. Методы выделения текстурных признаков

1.1. Статистические признаки Харалика

Вычисление признаков Харалика [4] основано на построении матрицы смежности уровня серого (*GLCM*). Элементы матрицы $GLCM_{\alpha}$ отражают частоту встречаемости комбинаций двух пикселей по заданному направлению α . Вычисления проводят по 4 направлениям $\{0^{\circ}, 45^{\circ}, 90^{\circ}, 135^{\circ}\}$, с последующим усреднением и нормированием:

$$GLCM = \frac{1}{4} \cdot (GLCM_{0^{\circ}} + GLCM_{45^{\circ}} + GLCM_{90^{\circ}} + GLCM_{135^{\circ}});$$

$$p(i, j) = \frac{GLCM(i, j)}{\sum_{i, j} GLCM(i, j)}.$$

По значениям нормированной матрицы смежности рассчитываются признаки Харалика:

1) энергия $\sum_i \sum_j p(i, j)^2$;

2) энтропия $\sum_i \sum_j p(i, j) \ln[p(i, j)]$;

3) контраст $\sum_i \sum_j p(i, j)(i - j)^2$;

4) однородность $\sum_i \sum_j p(i, j) / [1 - (i - j)^2]$;

5) вариация $\sum_i \sum_j p(i, j)(i - \mu)^2$;

6) корреляция $\sum_i \sum_j p(i, j) [(i - \mu_x) / \sigma_x] [(j - \mu_y) / \sigma_y]$, где $\mu_x, \mu_y, \sigma_x, \sigma_y$ – средние значения и стандартные отклонения $p_x(i) = \sum_j p(i, j)$ и $p_y(j) = \sum_i p(i, j)$.

Основная проблема использования признаков Харалика связана с существенным увеличением размерности признакового пространства и, как следствие, с большими временными затратами на текстурную сегментацию. Для сокращения признакового пространства применим метод главных компонент [5].

1.2. Энергетические характеристики Лавса

Метод основан на идее обнаружения различных типов текстур с использованием локальных масок Лавса. Для их построения используются 4 вектора: $L5 = [1, 4, 6, 4, 1]$, $E5 = [-1, -2, 0, 2, 1]$, $S5 = [-1, 0, 2, 0, -1]$, $R5 = [1, -4, 6, -4, 1]$. Двумерная маска 5×5 определяется путем умножения пар векторов. С целью устранения влияния интенсивности света проводится предварительная обработка [6]. Далее выполняется фильтрация двумерными масками Лавса, результатом которой являются 9 текстурных изображений – энергетических карт.

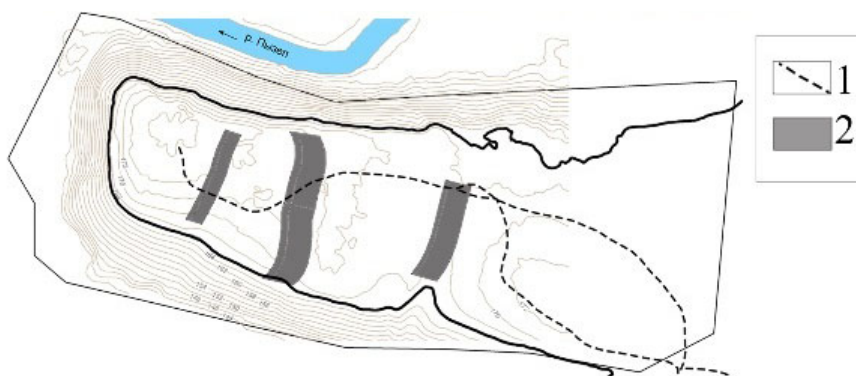
Отбор наиболее информативных изображений для сегментации проводится за счет визуального анализа. Использование всего набора является излишним, поскольку отфильтрованные значения свойств для разных текстур могут оказаться очень близкими [7]. Это существенно ограничивает их практическое применение.

2. Экспериментальная часть

Исходные данные представляют собой мультиспектральный снимок (каналы Green, Red, NIR), полученный при съемке территории археологического памятника Иднакар (Удмуртия) (рис. 1). Отличительной особенностью мультиспектральных данных является возможность оценки изменения характера растительного покрова, что может быть использовано при выявлении участков с разной толщиной культурного слоя [8]. Из-за многолетней распашки растительность в пределах поселения и за границей внешней оборонительной линии визуально неотличима (рис. 1, а, б). Поэтому для выделения особенностей растительного покрова используем текстурный анализ, включающий в себя извлечение текстурных признаков и сегментацию. Результат текстурного анализа с разными подходами к построению текстурных характеристик (пп. 1.1, 1.2), представлен на рис. 2. В качестве алгоритма сегментации использован метод *k-means* [9] с априорным заданием количества классов, равным 5.



a



б

Рис. 1. Иднакар: *a* – ортофотоплан; *б* – структура городища. Система высот условная (1 – дорога; 2 – оборонительные линии)

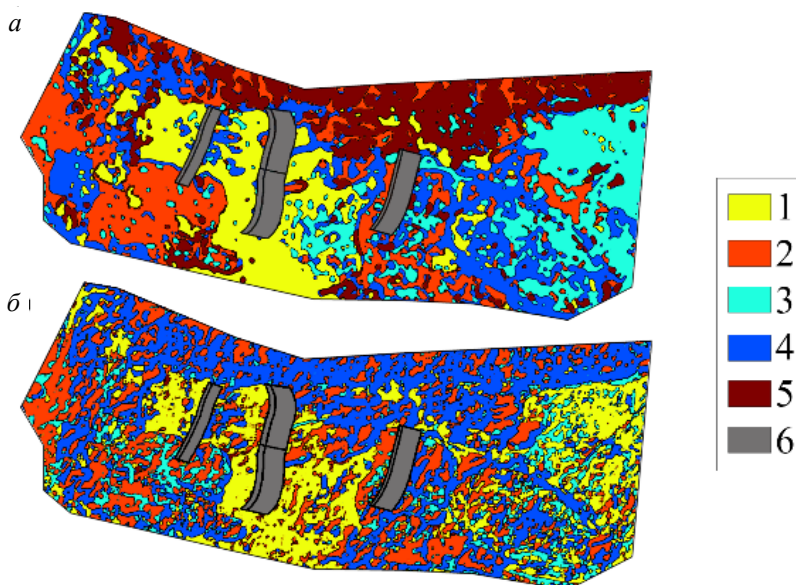


Рис. 2. Результат текстурного анализа: *a* – с использованием признаков Харалика; *б* – энергетических характеристик Лавса (1–5 – номера классов, 6 – оборонительные линии)

3. Обсуждение результатов

Интерпретация выделенных классов на рис. 2, *a* проведена с точки зрения оценки сохранности культурного слоя поселения (рис. 1).

На большей части пологой поверхности мыса фиксируются участки *класса 1*. Значительные по площади сегменты выделены на внутренней и средней частях городища, а также

в центре территории между средней и внешней линиями укреплений. Исходя из результатов раскопок [10] эти сегменты можно соотнести с *поверхностно-трансформированным слоем* значительной толщины (в среднем 1 м).

На внутренней и средней частях городища к сегментам класса 1 примыкают сегменты *класса 2*. В большей степени эта особенность проявляется в юго-западной части площадки городища. Здесь толщина сохранившихся культурных напластований составляет всего 0,25–0,30 м [10]. Вероятно, сегментам *класса 2* соответствует поверхностно-трансформированный слой малой толщины.

На пологой поверхности мыса в пределах городища фиксируются значительные по площади сегменты растительности, отнесенные к *классу 3*. В большей степени они выражены на юго-востоке внешней части Иднакара. Как показали раскопки, эти сегменты определяются *замещенным слоем* – культурный слой сохранился фрагментарно.

Помимо отмеченных сегментов, на пологой поверхности мыса выявлены значительные участки, относящиеся к классам 4 и 5. Вероятнее всего, растительность, отнесенная к *классу 4*, маркирует участки, на которых культурный слой полностью утрачен – полевые дороги, оползни на склонах мыса и пр. (рис. 1). Участки *класса 5* соотносятся с древесной растительностью (северный склон мыса).

За пределами городища фиксируются участки классов 3 и 4, преобладание которых позволяет различать площадку поселения и прилегающую территорию.

Далее проведем сопоставление рис. 2, *а* с другим результатом текстурного анализа (рис. 2, *б*). В пределах площадки городища наблюдается схожая картина распределения классов, характеризующих культурный слой разной толщины. За внешней оборонительной линией – принципиально иная ситуация. Признаки Харалика однозначно определяют эту область как участок с отсутствием культурного слоя (классы 3 и 4). Энергетические характеристики Лавса «маркируют» ее, в том числе, и значительными по площади сегментами классов 1 и 2 (культурный слой поселения). Следовательно, такой подход описания текстуры не выявил различия в толщине культурного слоя в пределах и за границей городища.

Заключение

Сравнение результатов текстурного анализа показало эффективность использования признаков Харалика при выявлении участков с различной толщиной культурного слоя на городище Иднакар. Поселению соответствует поверхностно-трансформированный слой (классы 1, 2) с включением участков замещенного слоя (класс 3). Область за пределами поселения характеризуется отсутствием культурного слоя (классы 3 и 4). В отличие от признаков Харалика, энергетические характеристики Лавса выявили множество локальных деталей на исходном снимке. Однако полученные изображения не позволяют выделить археологический памятник на фоне прилегающей территории.

Список использованных источников и литературы

1. *Srinivasan, G. N.* Statistical texture analysis / G. N. Srinivasan, G. Shobha // International Journal of Computer and Information Engineering. – 2008. – Vol. 2 (12). – Pp. 4268–4273.
2. Разработка методики распознавания образов на основе структурного подхода / И. С. Васендина (и др.). // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2017. – № 1 (48). – С. 171–177.
3. *Шитова, О. В.* Анализ методов сегментации текстурных областей изображений в системах обработки изображений / О. В. Шитова, А. Н. Пухляк, Е. М. Дроб // Научные ведомости. Серия «История. Политология. Экономика. Информатика». – 2014. – № 8 (179). – С. 182–188.
4. *Haralick, R. M.* Textural Features for Image Classification / R. M. Haralick, K. Shanmugam, I. Dinstein // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – 1973. – № 6. – Pp. 610–621.
5. *Jolliffe, I. T.* Principal Components Analysis. 2nd ed. – N.Y. : Springer-Verlag New York Inc, 2002. – 487 p.

6. *Elnem, H.* A Multi-level Parallel System for Laws Masks Abnormality Lung Detection / H. Elnemr, G. F. El-Kabbany // International Journal of Intelligent Systems and Applications. – 2018. – Vol. 10 (8). – Pp. 54–67.
7. *Аксёнов, С. В.* Использование фильтров Лавса для классификации текстур на GPU / С. В. Аксёнов, К. А. Костин, Н. И. Герасимова // Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах (НПС 2014) : материалы XIV Междунар. конф. (г. Пермь, 10–12 ноября 2014 г.). – Пермь, 2014. – С. 14–20.
8. *Lasaponara, R.* Remote sensing in archaeology: from visual data interpretation to digital data manipulation / R. Lasaponara, N. Masini // Satellite Remote Sensing. – 2012. – Vol. 16. – Pp. 3–16.
9. *Jain, A. K.* Data clustering: 50 years beyond k-means // Pattern Recognition Letters. – 2010. – Vol. 31. – Pp. 651–666.
10. *Иванова, М. Г.* Иднакар: Древнеудмуртское городище IX–XIII вв. : монография. – Ижевск : Удмуртский институт истории, языка и литературы УрО РАН, 1998. – 294 с.

I. V. Zhurbin, Doctor of Historical Sciences, PhD in Engineering, Chief Researcher
A. S. Shaura PhD in Engineering, Senior Researcher
A. G. Zlobina, PhD in Engineering, Researcher
A. I. Bazhenova, PhD in Engineering, Researcher
 Udmurt Federal Research Centre Ural Branch RAS, Izhevsk

**Texture analysis of multispectral data for identifying areas
 of the occupation layer with a different thickness**

The texture analysis of the result of multispectral survey of the territory of the archaeological site Idnakar was carried out. Two approaches to the identification of textural features of landscape are used: the Haralick's features and the energy characteristics of the Laws. According to the results of the interpretation, the advantage of using the Haralick's features in identifying areas of the occupation layer with a different thickness.

Keywords: texture analysis; Haralick's features; Laws' masks; occupation layer; segmentation.

Д. А. Айзештат, аспирант
Г. А. Благодатский, кандидат технических наук, доцент
С. И. Великий, генеральный директор ГК «Римера»
М. М. Горохов, доктор физико-математических наук, профессор
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Инжиниринг архитектуры предприятия по схеме Д. Захмана

В публикации проведен обзор публикаций в рецензируемых журналах платформы elibrary.ru по построению архитектуры предприятия для различных предметных областей с применением схемы Д. Захмана. В работе указано, что интерес к модели Захмана не утрачен, она получает свое развитие путем гибридизации и модификации. Показано, что модель Захмана успешно применима к широкому кругу проблем построения архитектуры предприятий. Модель Захмана успешно сосуществует с моделями Gartner и Meta Group.

Ключевые слова: архитектура предприятия; модель Захмана.

Введение

Применению фреймворка Захмана [1] для построения архитектуры информационных систем предприятий посвящен ряд публикаций. На платформе elibrary.ru с ключевым словом «модель Захмана» содержится 70 ссылок.

Обзор источников

В российских журналах за последние 10 лет можно выделить отдельные публикации, в том числе работу [2], в которой описывается влияние современных технологий на деятельность хозяйствующих субъектов в настоящий момент. Указано, что оно выходит далеко за рамки цифровизации отдельных бизнес-процессов. Ставится вопрос о том, что архитектура процесса (предприятия) из узкоспециализированного термина в сфере ИТ стала актуальным объектом анализа, поскольку ее влияние на бизнес существенно. В статье предполагается, что анализ и разработка архитектуры предприятия может стать перспективным направлением управленческого консалтинга. В статье рассматриваются: бизнес-анализ, архитектура предприятия, управленческий консалтинг, архитектурные модели, модель Захмана, модель *TOGAF*, модель *Gartner*, модель *Meta Group*.

Работа [3] посвящена анализу существующих методологий построения архитектуры предприятия. Цель исследования – сформировать более точное представление о том, какие методологии существуют для построения корпоративной архитектуры. Знания важны для анализа деятельности компании, построения ее архитектуры для эффективной работы, а также для использования готовых решений при ведении бизнеса. Научная новизна заключается в структурировании данных в рамках одного исследования. В результате были проанализированы, структурно описаны ведущие методологии (*TOGAF*, федеративное устройство, фреймворк Захмана, модель Гартнера, а также архитектурный фреймворк Европейского космического агентства, Минобороны и *SAP*), выделены основные этапы планирования и переданы высшему руководству. Работа посвящена архитектуре предприятия, управлению бизнес-процессами, планированию ресурсов предприятия, лучшим практикам, архитектурным основам, стандартам и методологиям.

Авторы [4] указывают, что современные технологии промышленной разработки сложных программно-аппаратных комплексов основаны на модельно-ориентированных технологиях и средствах визуального проектирования, моделирования и проверки прав доступа.

Использование этих технологий на практике сдерживается как субъективными, так и объективными факторами в силу их универсальности и высокой сложности разработки. Одним из способов снижения влияния этих негативных факторов является создание специализированных предметно-ориентированных языков и средств поддержки процессов создания систем определенного достаточно узкого класса и конкретной предметной области. В статье представлены методология и средства создания предметно-ориентированных языков и DSM-решений, предназначенных для разработки автоматизированных систем управления сложными организационно-техническими системами (ОСС) с использованием технологий и средств, разработанных в рамках проекта *Eclipse Modeling Project*. Наиболее сложными и в то же время наименее разработанными являются вопросы, связанные с определением и концептуализацией предметной области решения DSM и выбором оптимального и адекватного набора инструментов и структур. Концептуальная модель предметной области АСУ ОТС создается в виде задачно-ориентированной онтологии с использованием архитектурной модели Захмана и представляет собой иерархически упорядоченный набор функций управления, выполняемых органами управления по отношению к объектам управления для достижения установленных целей согласно определенным алгоритмам в соответствии с заданными временными, ресурсными и другими ограничениями. Создание и использование DSM-решений для разработки АСУ ОТС позволит сократить сроки и повысить качество разрабатываемых систем по следующим причинам:

- разработка требований к АСУ ОТС и ее проектирование осуществляется совместными усилиями экспертов, аналитиков и программистов, использующих специализированные инструменты в предметной области;
- полученный набор требований и проектных решений проходят строгие процедуры проверки прав доступа, что позволяет обеспечить корректную генерацию и тестирование программного кода;
- обеспечен сквозной контроль качества всех артефактов жизненного цикла системы.

В статье рассмотрены автоматизированные системы управления, контроль доступа, метамоделирование, предметно-ориентированные языки, DSM-решения, DSM-платформы.

В работе [5] указано, что совершенствование технологий промышленной разработки автоматизированных систем управления организационно-технологическими процессами и техническими комплексами ведется в направлении создания и использования специализированных предметных языков и интеллектуальных средств поддержки процессов разработки системы определенного достаточно узкого класса и конкретной предметной области. Наиболее важными и сложными являются вопросы построения концептуальной модели предметной области и разработки адекватного и оптимального набора инструментов для ее формального описания. В статье представлены методы и инструменты для решения этих вопросов на основе задачно-ориентированной онтологии, архитектуры Захмана и инструментов проекта моделирования *Eclipse*. Применение разработанной методологии и средств ее реализации позволит сократить время и повысить качество разрабатываемых систем.

Авторы [6] отмечают, что развитие информационных технологий в различных сферах жизни затронуло не только конечного потребителя товаров и услуг, но и их производителя. Для повышения конкурентоспособности на рынке современным коммерческим организациям необходимо комплексно подходить к изучению и анализу собственных внутренних и внешних бизнес-процессов. В данной работе авторы отражают и характеризуют основные направления научных разработок по теме онтологии бизнес-процессов организации в шести параметрах практического применения. По результатам исследования (авторы изучили более 216 источников) путем отражения отношения цитирований посредством графа была проведена кластеризация по наиболее цитируемым ученым по тематике. В результате анализа было сформировано девять авторитетных групп (Н. Гуарино, Д. Захман, М. А'Куин, К. Донгву, М. Рибсток, А. Остервальдер, М. Лопес, Дж. Дитц и Г. Гиззарди)), агрегированные модели онтологий, которые проверены авторами статьи на гибкость внедрения и использования

в бизнес-процессах современного предприятия. При характеристике каждой группы авторы статьи анализируют основные теоретические положения работы лидеров кластера, а также проводят сравнительный анализ онтологических понятий, описывающих бизнес-процессы и информационную архитектуру предприятия. По окончании работы была составлена таблица соответствия моделей в основных группах характеристикам применимости для интеграции в деятельность предприятия и выделены наиболее удовлетворяющие группы. В основу статьи положены бизнес-процессы, граф цитирования, онтология бизнес-процессов, концептуализация, онтологическая теория.

Автор [7] выделяет основные понятия по теме «архитектура предприятия», анализирует популярные методы, предназначенные для описания таких архитектур, выявляя наиболее подходящую модель для создания такого комплексного решения, как корпоративная интеграционная шина информационных систем компаний, задействованных в проектировании и строительстве сложных инженерных объектов. В статье рассматриваются архитектура предприятия, фреймворк, модель Захмана, метод *TOGAF*, метод Гартнера, метод *Meta Group*.

В статье [8] структура виртуального индустриального мира представлена в виде схемы Захмана, обеспечивающей представление ролей, ресурсов и задач крупного проектного предприятия. Созданы теоретико-множественные модели рабочих мест радиослесаря, наладчика радиоэлектронной аппаратуры и устройств (РЭАиП) и слесаря-сборщика РЭАиП. Разработана и внедрена экспертная система обучения указанным рабочим профессиям на основе продуктов (правил) с прямым выводом.

Работа [9] посвящена описанию научных подходов к принятию решений по моделированию ИТ-архитектуры. Тенденции развития науки и техники, связанные с цифровой трансформацией предприятий машиностроения, вносят изменения в бизнес-процессы. Для проведения конструкторско-технологической подготовки производства (КТТП) изменяются время протекания, стоимость и сроки. Для повышения конкурентоспособности машиностроительные предприятия вынуждены постоянно инвестировать в развитие и управление ИТ-архитектурой. Одну из ключевых ролей в управлении ИТ-архитектурой играет сформированная и действующая бизнес-модель конструкторско-технологической подготовки производства (КТТП) на машиностроительном предприятии. Наличие операционных информационных систем (ИС) на машиностроительном предприятии, участвующем в КТТП, требует принятия взвешенных решений при изменении ИТ-архитектуры. Совокупность интересов различных участников бизнес-процессов, основанная на теории игр, требует поиска и выбора решений, которые бы оптимально устраивали всех. В условиях неопределенности и неполноты информации машиностроительным предприятиям важно прогнозировать поведение других участников бизнес-процессов по принимаемому и реализуемому решению. На основе расширенной модели Джона Захмана авторы предлагают многофакторную экономико-математическую модель, позволяющую определить количественные показатели качественного изменения ИТ-архитектуры машиностроительного предприятия. С помощью теории игр, где понятие полезности соотносится с выигрышем команды в решении организационно-экономических задач и может быть представлено как экономический эффект, проведен комплексный анализ факторов бизнес-модели КТТП, влияющих на управление ИТ-архитектурой машины. В работе рассматриваются экономические модели машиностроительного предприятия, конструкторско-технологическая подготовка производства, цифровые технологии, ИТ-архитектура, рыночная среда, бизнес-процессы, модель Джона Захмана, теория игр.

Автор [10] показывает, что сложность существующих информационных систем (ИС) крупных предприятий требует изменения архитектурных подходов к созданию и развитию ИС. В основе каждого архитектурного подхода (например, модели Захмана, *TOGAF* или *SAM*) лежит структурирование верхнего уровня, определяющее все дальнейшие метамодели, их сложность и взаимосвязи. В статье предлагается оригинальный подход к структурированию, использующий принципы стратификации иерархических систем и выде-

ляющий эмерджентные свойства каждой страты. На основе эмерджентного подхода была разработана модель стратификации ИС. Работа посвящена стратификации, архитектурному подходу.

В некоторых работах проводятся модификации методологии Захамана. Авторы [11] предлагают расширение онтологии предприятия Захамана путем измерения термов в сферической системе координат. Вводятся измерение абстрактности, фазы деятельности, а также группы и периоды сложности, их связь с пятифакторной психологической моделью личности человека. Работа содержит нотацию, периодическую таблицу сложности, онтологию предприятия, туннельное моделирование.

Заключение

Можно сделать вывод о том, что модель Захамана может быть применена для построения архитектуры информационных систем и предприятий, в основе которых лежит корпоративная информационная система в различных предметных областях (от обучения рабочим профессиям до моделирования сценариев финансовой устойчивости предприятий). Интерес к модели Захамана сохраняется, и она прочно вошла в ряд методологий построения архитектуры предприятий.

Список использованных источников и литературы

1. *Zachman, J. A.* A framework for information systems architecture // IBM Systems Journal. – 1987. – № 3 (26). – С. 276–292.
2. Архитектура бизнеса как объект экономического анализа и новое направление управленческого консалтинга / Ю. А. Татаровский [и др.] // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 2(139). – С. 754–757. – DOI 10.34925/EIP.2022.139.2.143. – EDN LLYROQ
3. *Коронатов, Н. Н.* Анализ стандартов и методологии планирования архитектуры предприятия / Н. Н. Коронатов, И. В. Ильин, А. Е. Гуржий // Kant. – 2021. – № 2 (39). – С. 64–71. – DOI 10.24923/2222-243X.2021-39.12. – EDN VEVGSB
4. Методика разработки предметно-ориентированного языка и средств создания автоматизированных систем управления сложными организационно-техническими системами / А. В. Самонов [и др.] // Автоматизация процессов управления. – 2020. – № 2 (60). – С. 89–100. – DOI 10.35752/1991-2927-2020-2-60-89-100. – EDN KLTPAW
5. *Самонов, А. В.* Методика разработки интеллектуальных средств проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами // Интеллектуальные технологии на транспорте. – 2020. – № 4 (24). – С. 10–22. – EDN YIRCBC
6. Качественный анализ основных направлений исследования онтологии бизнес процессов предприятия / Р. Д. Гимранов [и др.] // Проблемы теории и практики управления. – 2019. – № 11. – С. 137–153. – EDN AYAIAS
7. *Рябчикова, О.* Методика построения архитектуры предприятия при интеграции информационных систем // САПР и графика. – 2018. – № 11 (265). – С. 72–74. – EDN GNXVDT
8. *Войт, Н. Н.* Разработка экспертной системы оценки действий обучающегося в виртуальных промышленных мирах / Н. Н. Войт, Д. С. Канев, С. И. Бочков // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2017. – Т. 15, № 12. – С. 54–62. – EDN YPKLBI
9. *Скоробогатов, А. С.* Моделирование ИТ-архитектуры системы конструкторско-технологической подготовки производства на предприятиях машиностроения / А. С. Скоробогатов, В. В. Кобзев // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 4-1. – С. 119–126. – DOI 10.17513/vaael.2146. – EDN FLCSEE
10. *Гимранов, Р. Д.* Стратификация информационных систем // Вестник кибернетики. – 2016. – № 1 (21). – С. 57–62. – EDN WMUIWF
11. *Подоров, А. А.* Нотация для моделирования предприятия / А. А. Подоров, О. Ю. Командиров // Информационные технологии в управлении и экономике. – 2017. – № 2 (07). – С. 11–17. – EDN OSPWAF

D. A. Aizeshtat, Post-graduate
G. A. Blagodatsky, PhD in Engineering, Associate Professor
S. I. Great, General Director of the Rimera Group of Companies
M. M. Gorokhov, DSc (Physical and Mathematical), Professor
Department of Information Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

D. Zachman's scheme enterprise architecture engineering

The publication provides a review of publications in peer-reviewed journals of the eLibrary.ru platform on building an enterprise architecture for various subject areas using the D. Zachman scheme. The paper states that interest in the Zachman model has not been lost, it is being developed through hybridization and modification. It is shown that the model is successfully applicable to a wide range of problems in building enterprise architecture. The Zachman model successfully coexists with the Garnter and Meta Group models.

Keywords: enterprise architecture; Zachman model.

А. А. Коробейников, старший преподаватель
Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Использование цифровых технологий в образовательном процессе

В статье рассматриваются плюсы и минусы использования цифровых технологий в образовательном процессе с позиции и личного опыта автора. Цифровые технологии внедряются в учебный процесс ИжГТУ на примере дисциплины «Сети и телекоммуникации». Для проведения занятий используется проектор и персональный компьютер с доступом в интернет. В ходе занятия проводится анализ результатов запросов к поисковым сервисам.

Ключевые слова: цифровые технологии; учебный процесс; плюсы и минусы.

О плюсах и минусах использования цифровых технологий в образовании уже написано немало статей [1, 2]. Беглый анализ источников показывает следующие положительные стороны:

- позволяют больше экспериментировать с педагогикой и получать мгновенную обратную связь;
 - помогают обеспечить активное вовлечение обучающихся в учебный процесс и значительно повысить уровень самостоятельной работы, результативность его самоподготовки;
 - существует множество ресурсов для организации продуктивной учебной деятельности обучающихся;
 - технологии помогают преподавателю автоматизировать или упростить выполнение ряда утомительных обязанностей;
 - обеспечивают мгновенный доступ к нужной информации и воспитывают важные навыки по работе с источниками;
 - помогают активизировать процесс обучения в направлении научно-исследовательской, поисковой деятельности;
 - помогают воздействовать на формирование мотивации обучающегося к обучению;
 - помогают обеспечивать процесс непрерывного и гибкого обучения;
 - используются для повторения и закрепления пройденного материала;
 - умение использовать технологии — это жизненный навык и важный вид грамотности.
- Отрицательные стороны использования цифровых технологий [1, 2]:
- могут отвлекать от учебного процесса;
 - приводят к ухудшению физиологического состояния и здоровья обучающегося;
 - могут отрицательно повлиять на развитие коммуникативных навыков обучающихся и социальное взаимодействие;
 - приводят к снижению речевой активности обучающегося, в результате чего последний не имеет достаточной практики формулирования и высказывания собственных мыслей;
 - могут провоцировать на обман и уклонение от выполнения заданий;
 - не все участники имеют равный доступ к техническим ресурсам;
 - качество источников сети Интернет оставляет желать лучшего.

Касательно опыта проведения занятий автором отметим, что рассматриваемая дисциплина «Сети и телекоммуникации» напрямую связана с цифровыми технологиями, где продолжающееся бурное развитие телекоммуникационной отрасли приводит к постоянному пополнению учебного контента материалами о новых идеях и решениях. Сказанное можно отнести и к некоторым другим изучаемым дисциплинам.

По мнению автора, существенным моментом является использование сети Интернет в режиме онлайн, прямо в процессе занятия. И у такого подхода имеется масса достоинств, описанных ниже. Для достижения эффекта необходимо наличие проектора, чтобы обучающиеся отслеживали действия преподавателя, демонстрирующие приемы поиска и обработки информации из сети.

Рассмотрим подробнее положительные аспекты использования цифровых технологий на примере обозначенной выше дисциплины.

Во-первых, неоспоримое преимущество – это всегда актуальная информация из сети, что особенно важно в столь бурно развивающейся отрасли, как сети и телекоммуникации. Например, изучая эталонную модель взаимодействия открытых систем (OSI) и пользуясь поисковым сервисом интернета, можно сходу найти с десяток изображений и схем изучаемой модели, подобно представленному на рис. 1.



Рис. 1. Пример результата запроса в интернет по слову OSI

Во-вторых, разбор информации проводится в присутствии опытного преподавателя. Найденные в интернете схемы и изображения подробно разбираются. Объясняется используемая терминология, более детально разбирается теория, устройство и принципы работы сетевого оборудования на различных уровнях модели OSI.

В-третьих, свои объяснения и доводы преподаватель попутно подкрепляет использованием ссылок на дополнительные источники интернета, что придает всем сторонам образовательного процесса большую уверенность в необходимости принятия представленной информации, способствует более качественному усвоению изучаемого материала.

В-четвертых, у обучающихся формируются навыки работы с поисковой системой и приемы разбора информации. Ведь всегда лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать. В данном случае преподаватель своими действиями наглядно демонстрирует работу с поисковым сервисом, показывая правильное формирование запросов. Несомненно, данные манипуляции «откладываются в головах» обучаемых на подсознательном уровне. Немаловажен уровень подготовки самого преподавателя для фильтрации рекламной и маркетинговой составляющей в найденных материалах, и выявления сути изучаемых терминов и понятий. Так,

например, при изучении сетевого оборудования, работающего на различных уровнях модели OSI, преподаватель столкнулся с устройством «Коммутатор L3» (рис. 2), что предполагает использование коммутатора на третьем, «Сетевом» уровне модели OSI!

Уровни модели OSI		Сетевое оборудование
Прикладной	<i>/Application</i>	Шлюз
Презентации	<i>/Presentation</i>	
Сессии	<i>/Session</i>	
Транспортный	<i>/Transport</i>	
Сетевой	<i>/Network</i>	Маршрутизатор, Коммутатор 3-го уровня
Канальный	<i>/Data Link</i>	Сетевой адаптер, модем, Коммутатор 2-го уровня
Физический	<i>/Physical</i>	Кабель, разъем, трансивер, повторитель, концентратор(хаб)

Рис. 2. Первый рисунок по результатам поиска по запросу «Сетевое оборудование и модель OSI»

И ладно бы, если бы такое встретилось только в одном источнике. Так нет же! Сплошь и рядом – коммутаторы L3, и это уже не банальная опечатка (рис. 3). В довершение еще обнаружилось коммутаторы L2+ [3]. Однако ранее, по всем канонам, коммутатор всегда был устройством второго, «Канального» уровня, а на третьем уровне работали и работают другие устройства – маршрутизаторы, главной задачей которых является маршрутизация, или выбор в сети оптимального маршрута из двух и более возможных, для дальнейшей пересылки пакета.

Маршрутизация и коммутация – разные явления [4]. Разбор данного несоответствия опытным преподавателем в присутствии обучающихся – ценнейший опыт для последних. Не многие из обучаемых сумели бы самостоятельно разобраться в сложившейся ситуации и наверняка восприняли бы за чистую монету утверждение о коммутации на сетевом уровне. Так что же тогда такое Коммутатор L3. А это маркетинг, комбоустройство «два в одном» – сочетание обычного коммутатора L2 с маршрутизатором L3 с целью удешевления такого тандема, потому что покупать два отдельных устройства дороже. И поскольку два устройства комбинированы в одно, работает оно быстрее.

В-пятых, информация в интернете представляется в мультимедийной форме – для лучшего восприятия текстовые материалы сопровождаются графическими изображениями (рис. 1), иногда с видеоконтентом.

В-шестых, практика проведения занятий с использованием цифровых технологий формирует у обучающихся способность к восприятию больших объемов информации и ее критическому анализу.

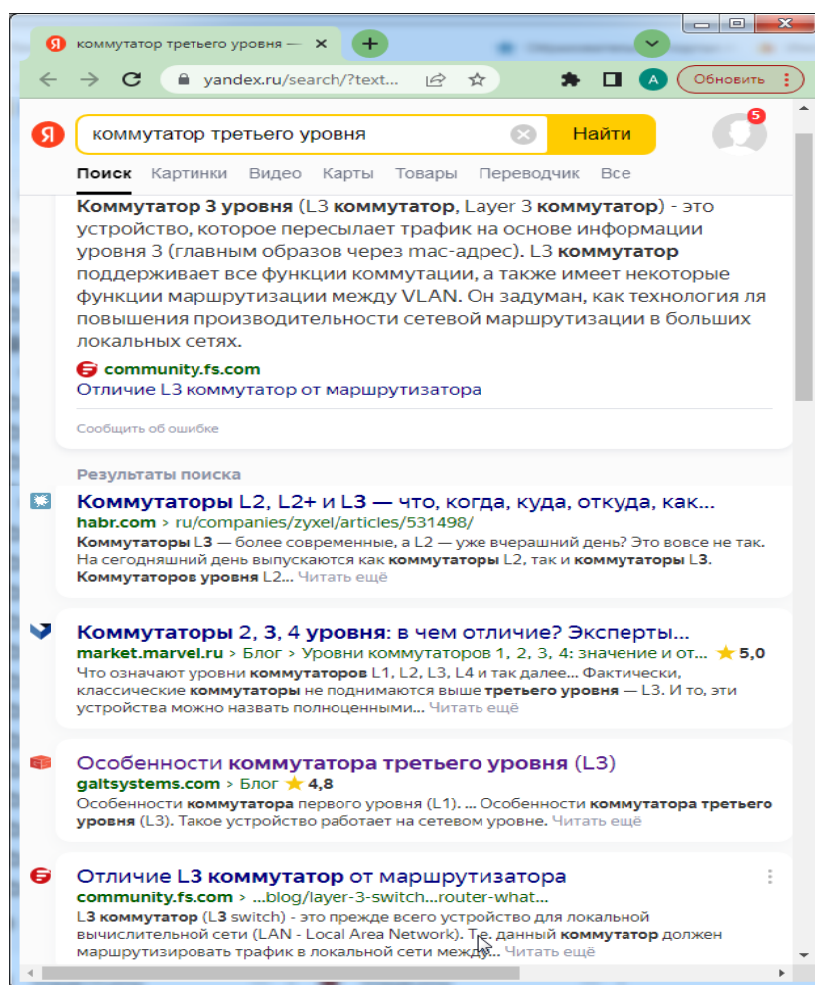


Рис. 3. Результат запроса по фразе «Коммутатор третьего уровня»

Но не бывает только положительных моментов. Есть и минусы использования цифровых технологий.

Во-первых, трудно выдерживать план занятия – увлечение поиском информации во время занятия приводит к неравномерному объему изучения отдельных тем, терминов и понятий. В этом случае можно заранее подготовиться к занятию, но тогда становится не столь очевидной потребность в интернете – всегда можно заранее скачать статьи, сделать из них реферат. И самое главное – теряется интерактивность занятия, отчасти падает уровень доверия к представленному материалу, не приобретаются навыки поиска и анализа информации в интернете. Стоит отметить, что интернет не стоит на месте. В поисковых сервисах ежедневно изменяются результаты поиска сотен запросов, происходит ротация ссылок в списке результатов поиска, т. е. результаты поиска по определенной комбинации слов в любой момент могут измениться. И найденные по запросам ссылки в любой момент могут измениться тоже, или вовсе перестать работать. Поэтому заранее заготовить ключевые слова для «удачного» поиска может оказаться не вполне успешным решением.

Можно поступить иначе – озадачить обучающихся самостоятельным поиском информации. Но на этот случай можно возразить, что обучающийся еще не научился правильно искать информацию, и что он там найдет – большой вопрос.

Во-вторых, и это проблема, в интернете встречается некачественный контент, способный сбить с толку. Тем не менее при достаточном опыте преподавателя данный недостаток можно обратить во благо – провести детальный разбор и выявить ошибки в представленном материале, тем самым поднимая уровень опыта слушателей.

В-третьих, требуются материальные затраты на оснащение учебной аудитории соответствующим оборудованием.

Подытожим. Использование цифровых технологий приносит больше положительных (в сравнении с отрицательными) моментов, ключевыми из которых являются:

- преподаваемый материал постоянно актуализируется;
- обучающиеся овладевают современной терминологией;
- запоминают приемы поиска и анализа информации под контролем преподавателя.

Список использованных источников и литературы

1. Плюсы и минусы использования современных технологий в образовании // Ассоциация участников рынка артиндустрии. Сентябрь 12, 2018. – URL: <https://industryart.ru/plyusy-i-minusy-ispolzovaniya-sovremennykh-tekhnologij-v-obrazovanii/> (дата обращения: 21.04.2023).

2. «Плюсы» и «минусы» применения информационно-коммуникационных технологий в образовании // ПЕДСОВЕТ. Первый национальный психолого-педагогический институт. 06 апреля 2021. – URL: <https://pedsovet.org/article/plyusy-i-minusy-primeneniya-informatsionno-kommunikatsionnyh-tekhnologiy-v-obrazovanii> (дата обращения: 21.04.2023).

3. Коммутаторы L2, L2+ и L3 – что, когда, куда, откуда, как, зачем и почему? // Хабр. – 15 декабря 2020. – URL: <https://habr.com/ru/companies/zyxel/articles/531498/> (дата обращения: 21.04.2023).

4. Нужно знать: про маршрутизацию и коммутацию // ИТ база знаний. Февраль 15, 2020. – URL: <https://wiki.merionet.ru/seti/31/nuzhno-znat-pro-marshrutizaciyu-i-kommutaciyu/> (дата обращения: 22.04.2023).

A. A. Korobeinikov, Senior Lecturer
Department of Automated Information Processing and Control Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk

The use of digital technologies in the educational process

The article discusses the pros and cons of using digital technologies in the educational process from the position and personal experience of the author. Digital technologies are being introduced into the educational process of ISTU on the example of the discipline “Networks and Telecommunications”. For conducting classes, a projector and a personal computer with Internet access are used. During the lesson, the analysis of the results of queries to search services is carried out.

Keywords: digital technologies; educational process; pros and cons.

П. М. Кургузкин, аспирант
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Повышение информативности экологического мониторинга природно-технических систем на основе использования интегрального параметра оценки загрязнения

Описана система мониторинга загрязнения почвенного покрова вокруг объекта по уничтожению химического оружия. Приведена оценка результатов мониторинга на основе маркерного и интегрального критериев загрязнения. Установлено, что интегральный критерий обладает большей информативностью и позволяет выявить как накопленную, так и исходную неравномерность загрязнения.

Ключевые слова: природно-техническая система; экологический мониторинг; сеть точек пробоотбора; неравномерность загрязнения; маркерный и интегральный критерии оценки.

Экологический мониторинг является важнейшим инструментом обеспечения экологической безопасности природно-технических систем (ПТС) [1–3]. Его результаты служат информационной основой для планирования и реализации природоохранных мероприятий самого различного характера, направленных на снижение негативного воздействия техногенной составляющей ПТС на окружающую среду. Эффективность указанных мероприятий, в свою очередь, определяется достоверностью и информативностью методов и критериев оценки окружающей среды, основанных на результатах мониторинга. Требование информативности относится не только к выбору критериев для информационных систем анализа и прогнозирования экологической ситуации, но и к обоснованию основных параметров самой системы экологического мониторинга (СЭМ).

Особую актуальность выбор информативного критерия оценки приобретает в том случае, когда техногенные объекты (ТО) в составе ПТС являются промышленными объектами повышенной или особой опасности. Примерами последних служат атомные электростанции, объекты по уничтожению химического оружия, предприятия по утилизации опасных промышленных отходов и т. д. Особенностью таких ТО является существующая вероятность загрязнения ОС особо опасными веществами в случае возникновения нештатной или аварийной ситуации. Указанная особенность объясняет тот факт, что наиболее эффективные системы экологического мониторинга разработаны именно для особо опасных техногенных объектов [4–7].

Важнейшим элементом системы экологического мониторинга, определяющим достоверность и информативность его результатов, является расположение сети точек пробоотбора на местности. С учетом того, что основным источником негативного воздействия со стороны отмеченных выше опасных объектов являются, как правило, выбросы в атмосферу, начальная сеть точек пробоотбора выбирается в виде регулярной секторно-сегментной сетки, центром которой является ТО с постоянным шагом по угловой и по радиальной координате [5].

Этот подход был использован для построения сети пунктов наблюдения в зоне защитных мероприятий (Постановление Правительства РФ от 5 декабря 2005 г. № 734) объекта по уничтожению химического оружия (ОУХО) в г. Камбарке Удмуртской Республики. Сеть точек наблюдения (рис. 1) состоит из трех концентрических окружностей, внутренняя из которых соответствует границе санитарно-защитной зоны ОУХО, а внешняя – границе зоны защитных мероприятий. Нарушение регулярности реальной сети точек пробоотбора (рис. 1) связано с выявленной при рекогносцировке на местности физической недоступности ряда точек.

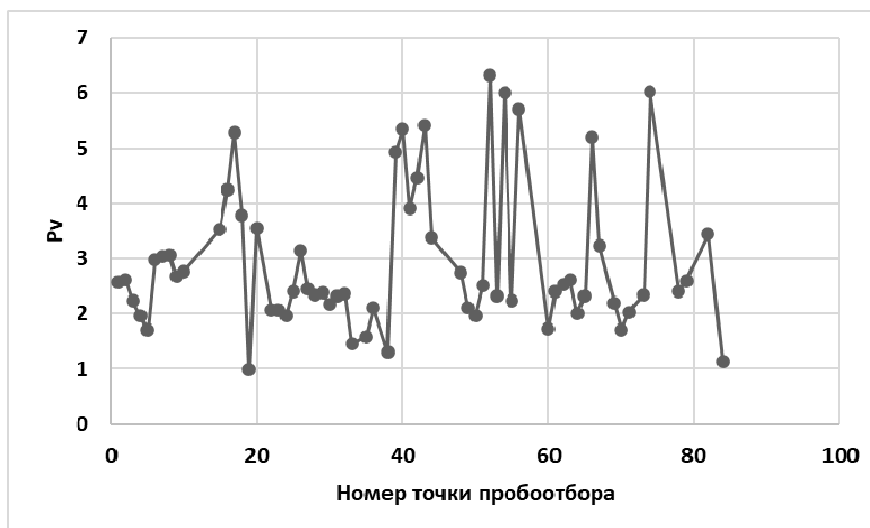


Рис. 2. Изменение вектора загрязнения P_v в точках

С целью оценки влияния направления переноса использовались данные мониторинга на начальном этапе функционирования ОУХО (2005 г.) и на завершающем этапе его работы (2009 г.). Распределение загрязнения по исследуемой территории оценивалась с помощью двух показателей. Первый из них – концентрация в почве маркерного (с учетом уничтожаемого на объекте люизита) вещества – мышьяка. Вторым показателем является упомянутый выше интегральный векторный критерий загрязнения P_v [8].

Алгоритм построения векторного критерия загрязнения состоит из двух основных этапов:

1. Декорреляция и понижение размерности исходного массива данных экологического мониторинга с использованием метода главных компонент [10].
2. Определение вектора загрязнения P_v (в общем случае многомерного) в точках по его компонентам в виде главных факторов, являющихся проекциями на оси ортогональной системы главных направлений.

Для проведения сравнительного анализа территория в пределах зоны защитных мероприятий с учетом среднегодовой розы ветров, показанной на рис. 1, разделена на четыре сектора. Биссектрисами центральных углов секторов являются направления сторон света. В каждом секторе сформированы отдельные выборки концентраций A_s и расчетных значений P_v в точках.

Задача оценки неравномерности загрязнения почвы с учетом возможного влияния направления воздушного переноса выбросов сводится к однофакторному анализу, где в качестве фактора фигурирует ориентация секторов (север, юг, восток и запад). При этом нулевая гипотеза формулируется как равенство математических ожиданий генеральных совокупностей концентраций мышьяка в каждом из четырех квадрантов. Аналогичным образом формулируется нулевая гипотеза и для интегрального параметра P_v .

Предварительная сравнительная оценка дисперсий генеральных совокупностей четырех сформированных выборок на основе теста Бартлетта [11] показала их значимое отличие, поэтому для сравнения средних значений выборок далее использовался непараметрический критерий Крускала – Уоллиса [11].

Результаты однофакторного дисперсионного анализа позволяют сделать следующие выводы.

В начальный период функционирования ОУХО (2005 г.) распределение концентрации мышьяка, как вещества-маркера, по территории наблюдений инвариантно к направлению преобладающих ветров. Расчетное значение критерия $K_p = 2,070$ существенно меньше критического $K_{кр} = 7,518$ [11]. В 2009 г. K_p возрастает до 9,223, что свидетельствует о нарушении нулевой гипотезы и влиянии фактора переноса выбросов на распределение мышьяка в почве.

Для интегрального параметра – вектора загрязнения P_v гипотеза о единой генеральной совокупности для всех четырех выборок не подтверждается уже в 2005 г.: $K_p = 10,504$. К концу периода эксплуатации ОУХО разница между расчетным ($K_p = 17,363$) и критическим значениями критерия Крускала – Уоллиса еще более увеличивается. При этом значимое отличие средних обусловлено за счет выборки в южном (рис. 1) секторе. Об этом также свидетельствуют и *Box-plot* диаграммы P_v для результатов 2009 г. (рис. 3).

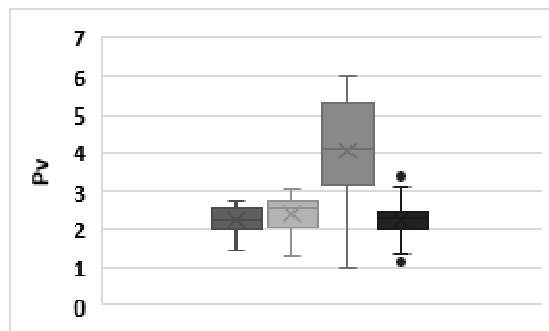


Рис. 3. *Box-plot*-диаграммы P_v в секторах: слева направо: север; восток; юг; запад

С учетом розы ветров (рис. 1) можно предположить, что одной из причин повышенного уровня загрязнения почвы мышьяком и «интегрального» загрязнения в южном секторе является преобладающий в бесснежный период перенос воздушных масс с севера на юг. Этот фактор не является единственным, поскольку использование интегрального параметра P_v обнаруживает статистически значимую «аномалию» загрязнения в южном секторе уже в начале эксплуатации ОУХО. Последняя связана, очевидно, с наличием техногенного воздействия на территорию в период, предшествующий строительству ОУХО.

Таким образом, использование начальной квазирегулярной сети точек пробоотбора в процессе мониторинга позволяет выявить статистически значимые неравномерности распределения загрязнения почвенного покрова. При этом за счет учета в рамках интегрального критерия P_v «вкладов» всех загрязняющих веществ последний является более чувствительным по сравнению маркерной оценкой по мышьяку и позволяет выявить не только «накопленную», ни и «исходную» неравномерность загрязнения почвы. Использование интегрального векторного критерия, помимо информативной оценки текущего загрязнения почвенного покрова, позволяет выявить возможности повышения информативности самой системы экологического мониторинга, например, за счет оптимизации расположения точек пробоотбора.

Список использованных источников и литературы

1. Экологическая энциклопедия: в 6 т. / редкол.: В. И. Данилов-Данильян, К. С. Лосев и др. – Т. 5. П-С. – Москва : Энциклопедия, 2011. – 448 с.
2. Суздалева, А. Л. Создание управляемых природно-технических систем. – Москва : Энергия, 2016. – 160 с.
3. Бондарик, Г. К. Экологическая проблема и природно-технические системы. – Москва : Икар, 2004. – 152 с.
4. Ашихмина, Т. Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия : монография. – Киров : Вятка, 2002. – 544 с.
5. Экологический мониторинг опасных производственных объектов: опыт создания и перспективы развития (на примере систем экологического контроля и мониторинга объектов по уничтожению химического оружия) : монография / под общ. ред. проф. В. Н. Чуписа. – Москва : Научная книга, 2010. – 526 с.
6. Комплексный экологический мониторинг в районах расположения опасных промышленных объектов, системы экологического мониторинга объектов по уничтожению химического оружия

и атомных электростанций : монография / под общ. ред. проф. В. Н. Чуписа. – Москва : Научная книга, 2014. – 528 с.

7. Авиационно-ракетные кластеры и окружающая среда: монография / Ж. Ю. Кочетова, Н. В. Маслова, О. В. Базарский. – Москва : Инфра-М, 2022. – 266 с.

8. Кургузкин, М. Г. Оценка экологического состояния природно-технической системы на основе векторного критерия / М. Г. Кургузкин, П. М. Кургузкин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2023. – Том 21, № 1. – С. 115–124. – DOI <https://doi.org/10.22213/2410-9304-2023-1-115-124>

9. Вводный курс ML. – URL: <https://www.dmitrymakarov.ru/intro/> (дата обращения: 03.08.2023).

10. Иберла, К. Факторный анализ. – Москва : Статистика, 1980. – 398 с.

11. Степнов, М. Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний: Справочник. – Москва : Машиностроение, 1985. – 232 с.

P. M. Kurguzkin, Post-graduate
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Increasing the information content of environmental monitoring natural and technical systems based on the use integral parameter of pollution assessment

A system for monitoring the contamination of the soil cover around the facility for the destruction of chemical weapons is described. An assessment of monitoring results based on marker and integral pollution criteria is given. It has been established that the integral criterion is more informative and makes it possible to identify both the accumulated and the initial pollution unevenness.

Keywords: natural-technical system; environmental monitoring; network of sampling points; uneven pollution; marker and integral evaluation criteria.

С. Г. Мухаметдинова, аспирант,
ведущий инженер отдела автоматизации технологических процессов
ЗАО «Ижевский нефтяной научный центр»
А. И. Коршунов, доктор технических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник Института механики,
ФГБУН УдмФИЦ Уро РАН
Н. О. Вахрушева, кандидат технических наук,
заместитель директора по технологическому развитию – начальник управления
по технологическому развитию
К. С. Строканев, аспирант,
ведущий инженер отдела автоматизации процессов проектирования
ЗАО «Ижевский нефтяной научный центр»

Применение нейросетей в нефтегазодобыче

В работе рассмотрено применение нейронных сетей в нефтегазодобывающей промышленности. Рассказано о применении нейронных сетей в ЗАО «Ижевский нефтяной научный центр». Показана автоматизация субоптимального размещения скважин в трехмерной гидродинамической модели (далее ГДМ) нефтяного месторождения нерегулярным способом. Описан краткий обзор существующих способов расстановки скважин с многовариантными ресурсоемкими расчетами для поиска оптимальных вариантов. Поставлена задача разработки нового инструмента, который способен предложить нерегулярный способ расстановки скважин для малых и средних месторождений за приемлемое время.

Ключевые слова: нейронные сети; искусственный интеллект; нефтегазодобыча; цифровая скважина.

В настоящее время в России и мире нефтегазодобывающие скважины находятся на последней (четвертой) стадии разработки, а вновь открытых месторождений очень мало. Запасы нефти и газа становятся трудно извлекаемыми (ТРИЗ). У продукции высокая обводненность, повышаются затраты при добыче нефти и газа. Рентабельность нефтегазодобывающего производства падает. Одним из решений по увеличению рентабельности нефтегазодобывающей промышленности является применение искусственного интеллекта в нефтегазодобыче [1, 2]. Искусственный интеллект (ИИ) – это имитация человеческого интеллекта компьютерными системами [3]. Искусственный интеллект выполняет восприятие, обработку информации, делает выводы, исправляет свои ошибки при накоплении опыта. По мощности, скорости и точности ИИ может превосходить человеческий многократно. Самый распространенный метод ИИ во всех областях, в том числе в нефтегазодобыче, – искусственные нейронные сети (ИНС).

Искусственные нейронные сети – это имитация биологической нейронной сети, работы нервной системы и головного мозга человека с помощью математической модели – программы. Полносвязанная ИНС, отражающая работу человеческого головного мозга, показана на рис. 1. Искусственные нейронные сети отличаются от обычной программы тем, что выполняют целую задачу-комплекс, а не одно конкретное математическое вычисление, способны обучаться и совершенствовать свои результаты в процессе накопления опытных данных. Наибольший объем входных данных дает наиболее точные результаты. Обучение нейронной сети происходит *с учителем, без учителя, с подкреплением*. Нейронная сеть очень гибкая, получая входные данные, она изменяет свою структуру и выдает преобразованные данные.

Простейшая ИНС – «персептрон» была изобретена в 1957 г. американским нейрофизиологом Ф. Розенблаттом. Она состояла из одного слоя нейронов и могла обучаться

с учителем. В 1974 г. А. И. Галушкиным и П. Дж. Вербосом независимо друг от друга были изобретены многослойная нейронная сеть (рис. 2) и метод ее обучения – алгоритм обратного распространения ошибки. Свои вычисления сеть производила очень медленно.

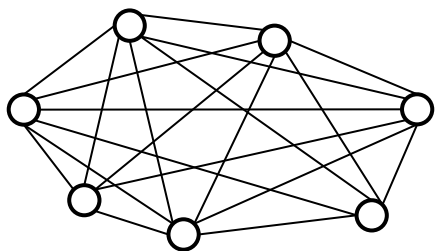


Рис. 1. Полносвязанная нейронная сеть

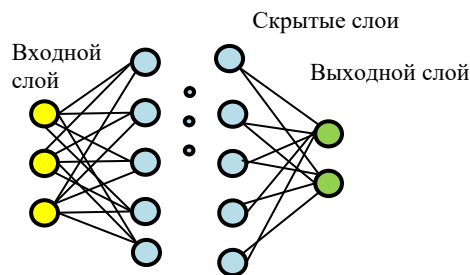


Рис. 2. Многослойная нейронная сет

С развитием компьютерной техники, объемов и скорости обработки информации появился метод *глубокого обучения* – *deep learning*. Это машинный метод обучения многоуровневой ИНС. С помощью этого метода ИНС могут обучаться, используя свой опыт (данные) *без учителя и с подкреплением* [4].

В настоящее время существуют следующие крупные исследовательские центры, занимающиеся разработкой алгоритмов для нейронных сетей. Массачусетский институт (MIT) в США и Вычислительный центр РАН им. А. А. Дородницына в России. Одним из направлений разработок является распознавание речевой информации, компьютерного зрения, текста [5].

Рассмотрим применение ИНС в нефтегазодобывающей промышленности. С их помощью решают следующие задачи: анализ геологической информации, разведка залежей минералов по данным аэрофотосъемки, анализ составов примесей, идентификация неисправностей, управление процессами на интеллектуальных месторождениях, прогнозирование цен.

Искусственные нейронные сети в нефтегазодобывающей промышленности применяются более 30 лет. Первоначально их начали применять в диагностике бурового оборудования. Далее – при определении характеристик коллекторов; оптимизации процессов бурения, гидроразрыва пласта, газлифта, оптимизации конструкций скважин; создании виртуального расходомера и т. д.

На основе нейросетевых алгоритмов и методов машинного обучения специалистами ЗАО «ИННЦ» и ООО «РН-БашНИПИнефть» разработан «умный» помощник в виде расчетного инструмента для инженера-разработчика/гидродинамика по выбору субоптимального варианта разработки на основе максимизации NPV [6].

Сценарий работы с инструментом состоит из этапов (рис. 3):

- 1) запуск инструмента, в текущей версии поставляется как локальное приложение MS Windows;
- 2) загрузка ГДМ, указывается DATA-файла ГДМ, и задаются пользовательские параметры работы скважин;
- 3) создание сценария расчета ГДМ на прогноз, пользователем выбирается один из режимов работы или их комбинация, загружаются приведенные экономические параметры;
- 4) создание сценария размещения и заканчивания скважин, выбирается тип заканчивания скважин (вертикальная, горизонтальная, с опцией проведения ГРП/МГРП или без);
- 5) запуск сценария расчета ГДМ. Запускается расчет, по завершении которого отображается значение оценочного субмаксимального NPV, а соответствующий вариант ГДМ с новым шедул-файлом доступен для скачивания в виде архива или открытия в ПО «РН-КИМ».

Инструмент принимает на вход ГДМ, сценарные условия разработки и удельные экономические параметры по месторождению, а на выходе генерирует шедул-файл (*schedule*-секцию) ГДМ согласно заданным условиям: расстановка заданного количества скважин, рас-

стояние между скважинами, определение порядка ввода скважин, задание или определение заканчивания скважин и параметров трещин ГРП, подбор скважин-кандидатов на уплотняющее бурение, бурение боковых стволов, бурение целевых нагнетательных скважин, перевод в нагнетание, трансформация заданной площадной проектной системы разработки в нерегулярную.

«Умность» помощника заключается в том, что субоптимальный по NPV вариант расстановки скважин генерируется за время, сопоставимое с расчетом одной ГДМ без участия дорогостоящих специалистов разработчиков и гидродинамиков.

На примере месторождения на рис. 4 представлено сравнение расстановки вертикальных скважин с ГРП по сценарию полного разбуривания.



Рис. 3. Описание сценария работы с инструментом

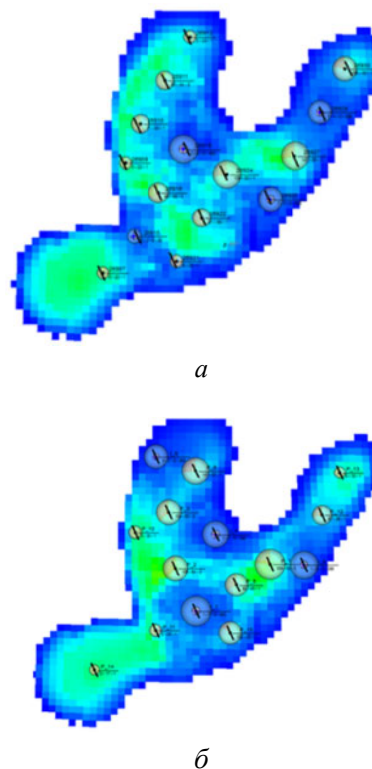


Рис. 4. Пример расстановки скважин на месторождении в ПО «РН-КИМ»: а – вариант ПТД; б – вариант инструмента

Апробация инструмента выполнена на актуальных работах проектно-технической документации. Сравнение расчетов с рекомендуемыми вариантами ПТД проведены по двенадцати месторождениям по накопленной добыче нефти и NPV . На текущий момент функциональность инструмента ограничивается расстановкой заданного количества скважин. Дальнейшее развитие инструмента предполагает увеличение степеней свободы.

В ЗАО «ИННЦ» работают над созданием нейронной сети по прогнозированию отказов скважинного оборудования.

Следует отметить, что результаты работы нейронной сети зависят от качества и количества входных данных. Разнородные входные данные, например, системы телемеханики, следует масштабировать или нормировать для каждого параметра, чтобы одни данные не подавляли другие. Такой параметр, как напряжение измеряется в пределах от 0 до 420 В, $\cos \phi$ от 0,1 до 1. Самым простым методом нормирования данных является деление значения параметра на его максимальное значение. А также следует тщательно подбирать тестовые данные, по которым будет проверяться нейронная сеть, они должны быть типичными.

Применение ИНС в нефтегазодобывающей промышленности актуальная задача в настоящее время.

Список использованных источников и литературы

1. Мухаметдинова, С. Г. Автоматизация нефтегазодобывающих скважин на цифровом месторождении / С. Г. Мухаметдинова, А. И. Коршунов, Н. О. Вахрушева. // Нефть. Газ. Новации. – 2022. – № 11. – С. 14–19.
2. Анализ перспектив развития цифровых нефтегазовых месторождений / С. Г. Мухаметдинова [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2022. – № 11. – С. 6–13.
3. Зозуля, Ю. И. Системная интеграция нейросетевых анализаторов при диагностике состояния инженерных сетей. / Ю. И. Зозуля, А. А. Жильцов, Ю. С. Кабальнов // Вестник УГАТУ. – 2009. – № 1. – С. 25–30.
4. Автоматизация процессов нейросетевой оптимизации режимов закачки воды на месторождениях АО «НК «Нефтиса»/ А. Л. Зарубин [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2020. – № 8. – С. 40–53.
5. Казначеев, П. Применение методов искусственного интеллекта для повышения эффективности в нефтегазовой и других сырьевых отраслях / П. Казначеев, Р. Самойлова, Н. Курчиски // Экономическая политика. – 2016. – Т. 11, № 5. – С. 188–197.
6. О разработке нового инструмента оптимизации размещения добывающих скважин нерегулярным способом / Д. С. Чебкасов [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2023. – № 3. – С. 71–73.

S. G. Mukhametdinova, Post-graduate,
Leading Engineer of the Department of Automation of Technological Processes
Izhevsk Oil Research Center CJSC
A. I. Korshunov, Doctor of Engineering Sciences, Professor
Leading Researcher, Institute of Mechanics
Udmurt federal research center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk
N. O. Vakhrusheva, PhD in Engineering,
Deputy Director for Technological Development –
Head of the Technological Development Department
K. S. Strokanev, Post-graduate,
Leading Engineer of the Design Process Automation Department
CJSC Izhevsk Oil Research Center

Using Neural Networks in oil and gas production

This paper considers the use of neural networks in the oil and gas industry. It is told about the use of neural networks in Izhevsk Oil Research Center CJSC. The automation of suboptimal well placement in a three-dimensional hydrodynamic model (hereinafter HDM) of an oil field is shown in an irregular way. A brief review of the existing well spacing methods with multivariate resource-intensive calculations to find the best options is described. The task was set to develop a new tool that is able to offer an irregular well spacing method for small and medium-sized fields in a reasonable time.

Keywords: neural networks; artificial intelligence; oil and gas production; digital well.

А. В. Демьшев, аспирант
С. В. Вологдин, доктор технических наук, доцент
Кафедра «Защита информации в компьютеризированных системах»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Применение интеллектуальных систем для управления производственным планом выпуска продукции с учетом оптимальной загрузки оборудования: обзор исследований

Приводится обзор литературы о методах решения задачи управления планом производства предприятий с учетом оптимальной загрузки оборудования. Рассматриваются различные методы решения поставленных задач, в том числе вопросы применения генетических алгоритмов. Приводятся результаты исследований, описание программных приложений, реализующих решение экстремальных задач. Опыт практического внедрения программных комплексов подтверждает, что интеллектуальные системы управления производственным планом способны повышать эффективность бизнес-процессов предприятий, позволяя организациям оптимально планировать производство и распределять ресурсы в условиях рынка.

Ключевые слова: интеллектуальная система; план производства; запасы; оборудование; оптимизация.

В современных рыночных условиях оптимальное управление планом производства с минимизацией простоев оборудования и складских запасов ключевую роль играет система календарного планирования производства.

В статье А. Д. Данилова и В. А. Ломакина [1] представлена методика оптимизации нагрузки на производственные мощности, учитывающая группу критериев, которые характерны для металлообрабатывающих предприятий. Задача календарного планирования представляется в виде взвешенного графа, который необходимо сориентировать, целевыми функциями являются время выполнения плана и нагрузка на технологическое оборудование. В качестве эффективного метода решения данных производственных проблем используется алгоритм муравьиных колоний, который отлично решает задачи большой размерности и задачи, имеющие графовую интерпретацию. На начальном этапе, в процессе создания технологических карт, в целях предварительной оптимизации производится кластеризация по типу и очередности выполнения технологических операций над деталями. Для удовлетворения потребностей гибкого, быстросменного производства вводится матрица приоритетов деталей. Благодаря данному улучшению алгоритма в первую очередь будут изготавливаться изделия, которые наиболее важны для производства и выполнения заказа точно в срок.

В другом исследовании этих же авторов [2] рассматриваются вопросы сложности синтеза интеллектуальной системы управления гибкими автоматизированными производствами, позволяющей оптимально распределять нагрузку между технологическими единицами. Для решения проблем, возникающих в процессе составления графиков и расписаний дискретного производства, предлагается интерпретировать задачу распределения заданий между станками и прочим технологическим оборудованием в виде взвешенного графа, вершинами которого будут являться операции над деталями. Разработанная интеллектуальная система в целях тестирования была реализована в математическом пакете MATLAB, результатом ее работы является сориентированный граф, иллюстрирующий распределение оборудования между операциями над деталями, очередность выполнения заданий станками с числовым программным управлением, время выполнения блока операций [1, 2].

Вопросы разработки интеллектуальных систем управления текстильным производством на основе баз знаний и мультиагентных технологий рассмотрены в исследовании П. О. Скобелева, Д. Е. Новичкова и С. П. Грачева [3]. Как отмечают авторы, планирование текстильного производства является сложной задачей, при решении которой необходимо учитывать большое количество факторов: важность и сроки заказов, загрузка оборудования, особенности технологических процессов крашения и ряд других. В работе приводится постановка задачи планирования и развивается мультиагентный подход к ее решению с использованием базы знаний на основе онтологий для формирования правил управления производством, используемых агентами для составления расписаний. Создана базовая версия системы, которая внедрена на производстве. Приводятся результаты расчетов и перспективы развития интеллектуальной системы для повышения качества планирования и поэтапной замены труда людей по планированию производства и контролю исполнения планов.

В статье «Искусственный интеллект в задачах планирования производства» [4] представлены результаты применения методов искусственного интеллекта к задачам планирования производства электронных компонентов и устройств в условиях неполноты нормативной базы. Продемонстрирована возможность оптимизации планов и поэтапного пополнения производственных нормативов. Показано, что взаимодействие интеллектуальной системы планирования с автоматизированной системой мониторинга работы оборудования позволяет выявить проблемные зоны в управлении производством. Авторами указывается, что проведено внедрение интеллектуальной системы оптимизации плана производства в ОА «НПП «Исток» им. Шокина». Программный модуль интегрирован с подсистемами планирования производства, технологии, мониторинга технологического, инженерного и стенового оборудования, входящими в состав программного продукта «Цифровое производство», созданного и функционирующего на предприятии. Основой модуля являются методы и алгоритмы теории графов и специализированная нейронная сеть, решающая задачи анализа данных и оптимизации маршрутов в условиях внешних ограничений, в частности, производственно-коммерческого характера. В перспективе авторами ожидается автоматизированное формирование дерева всех возможных вариантов состояний (производственных цепочек), которые обучаются на множестве вариантов производственных параметров (доступность материалов и комплектующих, готовность оборудования и др.). В результате машинного обучения должна появиться нейронная сеть, представляющая собой *расчетную таблицу*, которая позволит сопоставить конкретную текущую ситуацию с ранее просчитанными вариантами из дерева всех состояний.

Группой исследователей разработана интеллектуальная система планирования, управления и контроля процессов строительного производства «Строй Планнер». В свидетельстве о регистрации программы для ЭВМ [5] указано, что система предназначена для автоматизации планирования, управления и контроля комплекса процессов строительного производства. Программа представляет собой рекомендательную систему как *SaaS*-решения для автоматизированного сбора данных с объектов строительного производства и с сайтов поставщиков строительных ресурсов в режиме реального времени, предназначена для хранения и обработки этих данных со вторичным использованием их при помощи машинного обучения для автоматизированного составления смет и графиков строительных работ с рекомендациями цен на строительные ресурсы и сроках их проведения. Программа обеспечивает выполнение следующих функций: загрузка списка работ в электронном виде; автоматический поиск цен ресурсов для загруженного списка; выдача рекомендаций выгодных цен на ресурсы; автоматическое составление сметных расчетов; выдача рекомендации по времени выполнения каждой работы; автоматическое составление графиков работ; учет расходов ресурсов; контроль количества и качества выполненных строительных работ и потраченных ресурсов.

Алгоритм для построения оптимального графика переработки сырья на основе метода динамического программирования исследуется в работе Баландина, Вильданова и Кузенкова [6]. Рассматривается задача построения оптимального плана переработки различных сортов

продукции, каждый из которых имеет свою производственную ценность, уменьшающуюся от этапа к этапу. Метод полного перебора имеет высокую вычислительную сложность и не позволяет эффективно решать практические задачи. Предлагается метод сокращения перебора, построенный на основе применения принципов динамического программирования. Для сравнения эффективности работы созданного программного обеспечения был реализован также «жадный» алгоритм. Его стратегия состоит в том, что на каждом технологическом этапе обрабатывается сорт свеклы, обеспечивающий наибольший выход продукта на данном этапе. Выход сахара, получаемый «жадным» алгоритмом, меньше либо равен максимальному выходу, однако показано, что «жадная» стратегия обеспечивает большой выход лишь на первых этапах технологической обработки и теряет на последних этапах по сравнению с реализованным оптимальным алгоритмом. Реализованный алгоритм может применяться для построения оптимального графика переработки различных сортов сахарной свеклы, на производстве сахара.

В работе А. Е. Брома [7] приводится алгоритм сведения задачи построения оптимального объемно-календарного плана производства к линейному виду. Гипотеза исследования заключается в том, что исходная нелинейная задача планирования производственной программы может быть сведена к эквивалентному набору задач линейной оптимизации без существенных потерь в качестве планирования. Задачами исследования являются рассмотрение исходной постановки задачи оптимизации производственной программы предприятия нефтехимической отрасли, содержащей нелинейные ограничения, отражающие технологические требования к допустимой последовательности выпуска отдельных марок продукции и кратности потребления катализатора, и разработка алгоритма, который на основании представлений о базовом марочном колесе выстраивает оптимальную последовательность производственных кампаний, потенциально обеспечивающую максимально возможное удовлетворение контрактного спроса. Для решения поставленных задач применялись методы математического и графического моделирования. Основным результатом состоит в том, что разработанный эвристический алгоритм позволяет эффективно проводить линеаризацию исходной оптимизационной задачи, обеспечивая учет технологических ограничений в объемно-календарном плане производства.

Вопросы применения генетических алгоритмов для оптимизации производственного плана рассмотрены в работах [8–14].

В частности, в работе Е. Б. Козловской и О. В. Пацук [8] рассматривается модификация алгоритма локального поиска с применением турнирной селекции для задачи оперативного планирования на примере производства пластиковых изделий. Приводится сравнительный анализ результатов применения алгоритма, который показал прямую зависимость результатов от наличия турнирной селекции и размера популяции. Предлагается модификация генетического алгоритма с применением турнирной селекции для задачи планирования видов продукции на производственных мощностях. Данный алгоритм является методом локального поиска, позволяющего постепенно улучшать определенный результат в некоторой окрестности известного решения. Цель – минимизация числа переключений видов продукции при составлении плана производства. В работе авторами использовались методы системного анализа, исследования операций, теории оптимизации, экономико-математические методы и статистические методы анализа. Приводятся результаты расчетов, в частности указывается, что в среднем быстрее всего отыскивается решение при исходном размере популяции в 100 особей, и это время меньше наибольших средних значений в 2 раза. Турнирная селекция, снижая временные затраты, снижает и вероятность нахождения оптимального решения. Область применения результатов: полученные результаты целесообразно применять на производственных линиях для распределения нагрузки мощностей.

Применение генетического алгоритма для формирования производственного расписания цеха обработки завода металлоконструкций приводится в работе А. А. Большакова и др. [9]. На основе выполненного системного анализа этого процесса предложена схема формирования производственного плана с описанием векторов входных и выходных переменных,

а также управляющих воздействий. Авторами представлена содержательная и формализованная постановка задачи оптимизации производственного плана завода металлоконструкций. Предложен комбинированный алгоритм решения, включающий метод прямого перебора для относительно небольшой размерности и генетический алгоритм для задач большой размерности, которые позволяют сократить время изготовления продукции и обеспечить максимальную загрузку оборудования предприятия. В статье указывается, что разработанное на основе алгоритма программное обеспечение прошло успешное тестирование на Челябинском заводе металлоконструкций. Определены предпочтительные области для параметров генетического алгоритма: вероятностей кроссинговера и мутации, вида кроссинговера, объема начальной популяции для вычисления субоптимальных значений заданной точности.

В работе К. Г. Розенкова, С. А. Федосеев и А. А. Вдовиченко [10] обсуждаются вопросы применения генетического алгоритма для задачи планирования поточного производства по розливу напитков. Для этого введены критерии результативности и эффективности генетического алгоритма. Настройка генетического алгоритма осуществляется путем выбора лучшей комбинации из нескольких вариантов генетических операторов. В результате проведения значительного количества численных экспериментов удалось найти аргументы в пользу подтверждения гипотезы масштабируемости настроенного генетического алгоритма.

В статье Н. С. Гарколь и М. В. Гунер [11] рассматриваются вопросы моделирования как отдельных производственных процессов, так и производства в целом, представлен общий подход к решению таких многокритериальных задач, как планирование производства и сбыта готовой продукции, предложен обобщенный алгоритм решения, основанный на генетических алгоритмах.

В работах [12–14] обсуждаются вопросы разработки программного обеспечения для оптимального планирования производства с использованием генетических алгоритмов.

В частности, в работе [12] рассматривается программный комплекс для решения задачи календарного планирования для производства многоассортиментных полимерных пленок (упаковочные медицинские и пищевые пленки) на производственном оборудовании различных конфигураций, требующем перенастройки с одного типа продукции на другой. В зависимости от размерности пакета производственных заказов (от 10 до 1000) на основе различных методов оптимизации программный комплекс позволяет эффективно распределить заказы на оборудовании (от 1 до 15 производственных линий) таким образом, чтобы достигался экстремум по одному из заданных пользователем критериев оптимизации. Программный комплекс рассчитывает оптимальное производственное расписание в виде таблицы и диаграммы Ганта, где расписание представлено как набор заказов, расположенных в двумерном пространстве: на оборудовании во времени. Для решения задачи планирования разработана архитектура программного комплекса, состоящая из следующих функциональных модулей: модуль авторизации; база данных конфигураций и характеристик оборудования; база данных заказов; база данных характеристик заказчиков; база правил перенастройки оборудования; библиотека целевых функций; модуль оптимального планирования, включающий библиотеку методов оптимизации (генетический алгоритм и метод полного перебора), модуль расчета различных целевых функций, модуль визуализации результатов планирования. Внедрение программы позволяет снизить время и стоимость изготовления промышленных заказов.

Программа [13] предназначена для оперативного планирования на производстве пластмассовых изделий, где необходимо учитывать объем и срок производства каждого вида продукции с минимальным количеством изменения в настройках оборудования. Целью оптимизации является минимизация числа переключений видов продукции при составлении плана производства. В программе реализуется модификация генетического алгоритма с жадным агломеративным оператором скрещивания и элитизмом, рассматривается переключение на производственных линиях по видам пластмассы и способам ее изготовления.

Программное приложение [14] производит генерацию параметров для плана выполнения и оптимизацию на основе выбранной целевой функции. Программа позволяет на основе входных параметров и ограничений получить оптимизированный оперативный план для

сборочного производства. Работа программы основана на использовании генетического алгоритма и имитационной модели сборочного производства. Параметры, которые являются инструментами оптимизации: количество людей на операцию, общее количество людей в цеху и последовательность выполнения операций на станциях сборочной линии. Программа обеспечивает выполнение следующих функций: подбор параметров для построения оптимизированного оперативного плана; выбор целевой функции оптимизации.

Проводимые научно-практические исследования подтверждают, что интеллектуальные системы управления производственным планом способны повышать эффективность бизнес-процессов предприятий, позволяя организациям оптимально планировать производство и распределять ресурсы в условиях рынка.

Список использованных источников и литературы

1. Данилов, А. Д. Интеллектуальная система планирования гибкого автоматизированного производства / А. Д. Данилов, В. А. Ломакин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2019. – Т. 15, № 1. – С. 7–11. – DOI 10.25987/VSTU.2019.15.1.001. – EDN YXBRKP
2. Данилов, А. Д. Применение муравьиного алгоритма в интеллектуальной системе диспетчеризации дискретного производства / А. Д. Данилов, В. А. Ломакин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2018. – Т. 14, № 4. – С. 7–11. – EDN XWHHP
3. Скобелев, П. О. Архитектура интеллектуальных систем управления текстильным производством на основе баз знаний и мультиагентных технологий / П. О. Скобелев, Д. Е. Новичков, С. П. Грачев // Информационные технологии в управлении : материалы конф., Санкт-Петербург, 06–08 октября 2020 г. – Санкт-Петербург : Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор», 2020. – С. 63–66. – EDN QSVUWX
4. Искусственный интеллект в задачах планирования производства / В. Р. Александров [и др.] // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. – 2022. – Т. 5, № 2. – С. 196–208. – DOI 10.29039/2587-9936.2022.05.2.14. – EDN NSHTWU
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022611957 Российская Федерация. Интеллектуальная система планирования, управления и контроля процессов строительного производства «Строй Планнер» : № 2022611044 : заявл. 27.01.2022 : опубл. 04.02.2022 / Е. С. Гурьев, М. С. Кульбижеков, И. С. Гурьев, А. А. Ступина ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Строй Планнер». – EDN VGDLGO
6. Баландин, Д. В. Алгоритм для построения оптимального графика переработки сырья на основе метода динамического программирования / Д. В. Баландин, В. К. Вильданов, О. А. Кузенков // Математическое и компьютерное моделирование и бизнес-анализ в условиях цифровизации экономики : сб. науч. ст. по итогам I Всерос. науч.-практ. семинара, Нижний Новгород, 27 октября 2021 г. – Нижний Новгород : Нац. исслед. Нижегород. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского, 2022. – С. 5–14. – EDN DRHYPC
7. Бром, А. Е. Разработка алгоритма линеаризации оптимизационной задачи планирования производственной программы / А. Е. Бром, С. А. Королев // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 11 (125). – С. 86–91. – EDN PDMMKJ
8. Козловская, Е. Б. Экономическая эффективность применения метода локального поиска для задачи оперативного планирования / Е. Б. Козловская, О. В. Пацук // Наука Красноярья. – 2022. – Т. 11, № 1. – С. 24–39. – DOI 10.12731/2070-7568-2022-11-1-24-39. – EDN VLQBTX
9. Системный анализ, математическое моделирование и оптимизация процесса формирования производственного расписания обработки металлоконструкций / А. А. Большаков [и др.] // Вестник Технологического университета. – 2021. – Т. 24, № 7. – С. 84–92. – EDN ZJVGIJ
10. Розенков, К. Г. Метод настройки генетического алгоритма для задачи планирования точного производства / К. Г. Розенков, С. А. Федосеев, А. А. Вдовиченко // Прикладная математика и вопросы управления. – 2015. – № 2. – С. 49–60. – EDN UNKCOR
11. Гарколь, Н. С. Применение генетических алгоритмов в решении задач планирования производства и реализации продукции / Н. С. Гарколь, М. В. Гунер // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2012. – № 2 (19). – С. 72–79. – EDN PACGDD
12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613630 Российская Федерация. Программный комплекс для оптимального планирования производства многоас-

сортиментных полимерных пленок : № 2021612447 : заявл. 25.02.2021 : опубл. 11.03.2021 / Т. Б. Чистякова, О. Е. Шашихина, К. А. Захаренко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт. – EDN ITAJDZ

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665385 Российская Федерация. Программный модуль эволюционного алгоритма метода жадных эвристик для оперативного планирования на производстве пластмассовых изделий : № 2022660432 : заявл. 06.06.2022 : опубл. 15.08.2022 / Е. Б. Козловская, Л. А. Казаковцев, И. П. Рожнов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева». – EDN OXITCE

14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020616258 Российская Федерация. Программа для оптимизации сборочного производства с использованием генетического алгоритма : № 2020615222 : заявл. 25.05.2020 : опубл. 15.06.2020 / Л. В. Оспенников, С. М. Власов, А. А. Иващенко ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО». – EDN PFGCAV

A. V. Demyshev, Post-graduate
S. V. Vologdin, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor
Department of Information Security in Computerized Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The use of intelligent systems for managing the production plan of production, taking into account the optimal load of equipment: research review

A review of the literature of methods for solving the problem of managing the production plan of various enterprises, taking into account the optimal equipment load, is given. Various methods of solving the tasks are considered, including the use of genetic algorithms. The results of research, description of software applications that implement the solution of extreme problems are given. The experience of practical implementation of software systems confirms that intelligent production plan management systems are able to increase the efficiency of business processes of enterprises, allowing organizations to optimally plan production and allocate resources in market conditions.

Keywords: intelligent system; production plan; inventory; equipment; optimization.

С. К. Глухов, студент
М. А. Сенилов, доктор технических наук, профессор
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Интерактивная информационная система навигации для парков, предприятий и торговых центров

Статья посвящена разработке и исследованию интерактивной информационной системы навигации, которая может быть использована в парках, предприятиях и торговых центрах. Рассматриваются основные компоненты и функциональные возможности системы, такие как определение местоположения, построение маршрутов, поиск объектов и получение информации о них. Приведены результаты разработки таких систем и примеры их практического использования. Данная система вносит определенный вклад в развитие технологии навигации на современном этапе и может быть полезна для специалистов в области информационных технологий и дизайнеров интерьеров.

Ключевые слова: интерактивная информационная система; навигация; построение маршрутов; интерактивный терминал; поиск.

Современный мир требует от нас быстрого и удобного доступа к информации. Это касается не только работы и обучения, но и повседневной жизни. Люди хотят быстро и без проблем найти нужное место, особенно в больших городах, где существует множество различных объектов. Именно поэтому создание интерактивной информационной системы навигации для парков, предприятий и торговых центров становится все более актуальным решением [1].

Разработанная система является эффективным инструментом для улучшения навигации в данных местоположениях, что может привести к повышению удобства и комфорта посетителей и снижению нагрузки на персонал.

Данная проблема решалась в торговых центрах и парках установкой знаков и указателей, обязательным наличием дополнительного персонала, который помогал найти нужный объект и оповещал о предстоящих мероприятиях. Сейчас благодаря компьютерным технологиям есть возможность решить проблему с помощью интерактивных (сенсорных) терминалов. Решением этой проблемы занимается информационная система навигации. Такая система представляет из себя один или несколько интерактивных терминалов. Например, в торговом центре такой терминал может предложить пользователю интерактивную карту торгового центра, позволяющую легко найти нужный магазин или кафе и информацию о них. В парке интерактивный терминал может помочь пользователю найти нужный маршрут, а также показать информацию о достопримечательностях и т. д. На предприятии, таком как банк или автомобильная станция, терминал может предоставить информацию о продуктах и услугах предприятия, оказывать услугу онлайн-записи.

Основными компонентами системы навигации являются прикладная программа для терминала и веб-решение, напрямую связанная с базой данных, – административная панель для управления наполнением прикладной программы, позволяющая выполнять создание, изменение и удаление информации об объектах карты, мероприятиях, объявлениях, настройку режима ожидания программы.

Прикладная программа может быть выполнена с использованием различных технологий, например, языка разметки *XAML* и бизнес-логики на языке *C#*. В большинстве случаев такая программа является нативной, т. е. разработана под конкретные операционные систе-

мы, поэтому она может работать корректно и быстро. Также такая программа имеет доступ к аппаратной части устройства, т. е. может использовать в своем функционале микрофон, камеру, купюроприемник и т. д.

Способ получения данных с сервера

Программа придерживается паттерна проектирования *Model-View-View Model* (MVVM) [2]. Данная архитектура позволяет отделить логику работы с данными от пользовательского интерфейса, ее схема представлена на рис. 1.

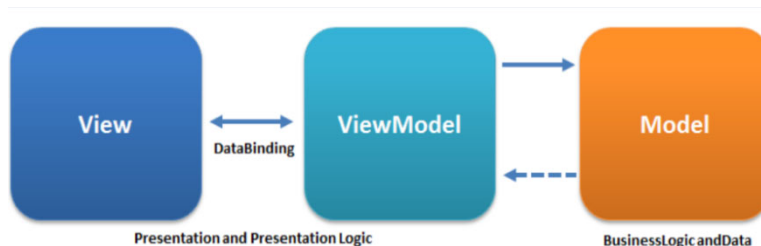


Рис. 1. Схема архитектуры MVVM

Поскольку серверная часть системы навигации представляет из себя базу данных, то для взаимодействия с ней необходимо построить мост общения. Это позволит сделать *Application programming interface (API)* – это контракт, который предоставляет программа. «Ко мне можно обращаться так и так, я обязуюсь делать то и это» [3]. *API* содержит методы получения данных, обращаясь по которым, возвращается ответ в некотором формате, например, *JSON*. Для использования данных в программе они десериализируются (преобразуются) в объект модели, и далее каждое отдельное свойство модели привязывается к определенному месту на графическом интерфейсе [4].

Модели данных в приложении отражают структуру базы данных и являются объектами с заданными свойствами.

Основные модели данных для систем навигации:

1. *mapObjectModel* – содержит информацию об объекте карты, имеет следующие поля: уникальный идентификатор, название, время работы, номер телефона, описание, принадлежность к категориям, путь, иконка объекта (изображение).

2. *mapModel* – содержит информацию о карте местности или этаже здания, имеет следующие поля: уникальный идентификатор, карта (изображение) этажа, список объектов карты.

Частым требованием для системы навигации является наличие рекламной или справочной информации, например, контакты администрации. Модель контактов должна содержать такие поля, как номер телефона, почта, местоположение администрации. Каждое поле модели данных или используется разработчиком, например, уникальный идентификатор, или содержит информацию для пользователя.

Пример использования информации из полученной модели данных с сервера показан на рис. 2. На нем изображен интерфейс уже разработанной программы и представлены такие поля модели *shopModel*, как название, категория, время работы, номер телефона, описание, иконка.

Получение данных может происходить как в момент использования терминала пользователем, так и в режиме его ожидания. Преимуществом первого способа является актуальность данных, предоставляемых пользователю, т. к. происходит обращение к серверу, однако если сервер временно недоступен, то функционал приложения будет ограничен. Второй способ защищен от подобных ситуаций, потому что создает локальную версию всех файлов на устройстве, тогда приложение не обращается к серверу до следующей загрузки файлов (следующего перехода в режим ожидания). Возможно, и одновременно использование данных способами, например, когда основные данные получают и сохраняются, поиск может быть реализован на стороне веб-решения. Рассмотрим это подробнее.



Рис. 2. Карточка магазина в навигационном терминале в торговом центре «Три Кота» (г. Астрахань)

По введенной части названия объекта поиска отправляется запрос на сервер, где его обрабатывает веб-решение и по данному запросу возвращает данные конкретных объектов с таким названием или похожим названием. Реализация поиска именно на серверной стороне более удобна, т. к. сервер имеет непосредственный доступ к данным и может более гибко их обрабатывать, например, реализуя фонетический поиск – поиск, допускающий ошибки, что показано на рис. 3 [5].

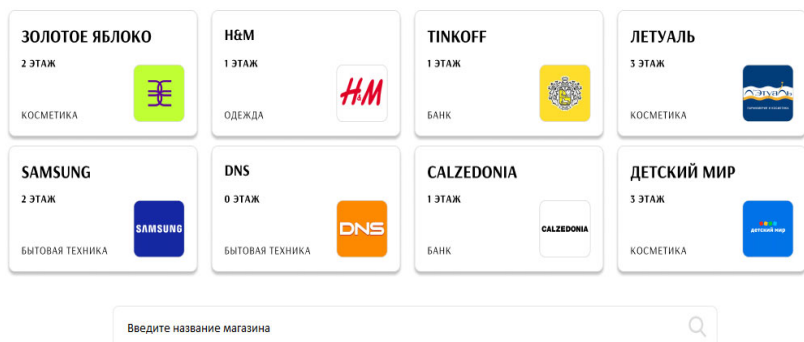


Рис. 3. Поиск магазина в навигационном терминале торговом центре «Океанис» (г. Нижний Новгород)

Объект карты пользователь также может найти, просмотрев общий список объектов, выбрав нужные фильтры. Чаще всего эти фильтры связаны с категорией объекта или его расположением (магазины определённой категории; объекты, расположенные на определённой территории). Когда же человек нашёл объект карты в навигационном терминале, то он может посмотреть информацию о магазине и полный маршрут до него. Таким образом, программа на терминале может получать данные, заполненные в административной панели. Для передачи данных может быть использована локальная сеть торгового центра, или передача данных через интернет.

Структура программы (приложения) навигации

Можно выделить основные страницы: страница с картой, страница с информацией об объекте карты, страница с информацией о контактах организации. Стандартная реализация режима ожидания – слайд-шоу с рекламно-информационным контентом.

На главной странице терминала представлена карта местности парка и других областей, которую можно просмотреть, как показано на рис. 4. Это позволяет посетителям быстро ознакомиться с общей планировкой парка и выбрать нужное место. Карта содержит информацию о торговых точках и объектах, а также позволяет построить маршрут до выбранного места.

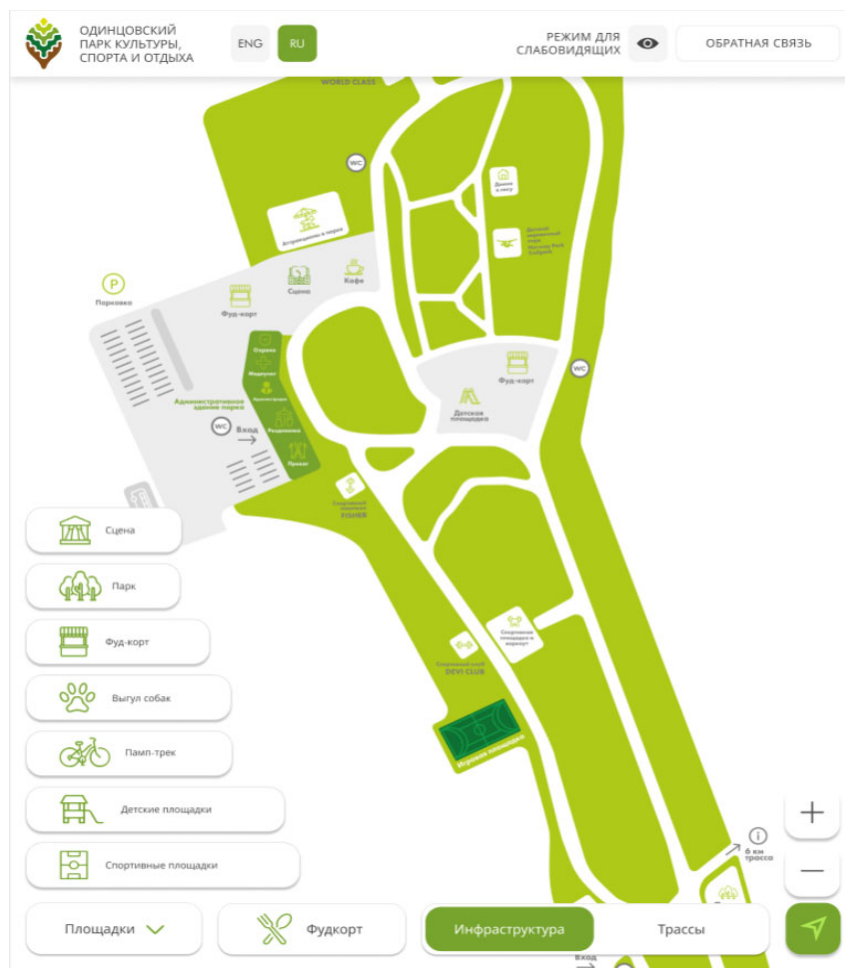


Рис. 4. Карта местности парка «Одинцово» в навигационном терминале (макет)

Маршруты представляют из себя пути до объектов карты от данного терминала навигации. Все возможные маршруты могут быть уже известны и заложены в систему в виде последовательности координат карты. Такой подход используется, когда нужно быстро найти оптимальный маршрут без дополнительных вычислений, но зачастую он оказывается не слишком простым из-за большого количества объектов на карте.

Для создания маршрута можно использовать альтернативный подход, основанный на теории графов. В этом случае можно отметить главные пешеходные дороги и точки входа в каждый магазин в качестве вершин графа. Несмотря на то что граф может быть достаточно большим, с множеством вершин и ребер, время нахождения пути с помощью алгоритма Дейкстры не будет значительным [6].

Такие объекты карты, как эскалаторы, лифты или лестницы являются межэтажными переходами и могут быть включены в маршрут.

Важной функцией навигации является взаимодействие пользователя с областями карты. Так, на рис. 5 показано, как такая функция может быть использована на предприятии. При выборе области показывается информация о ней.

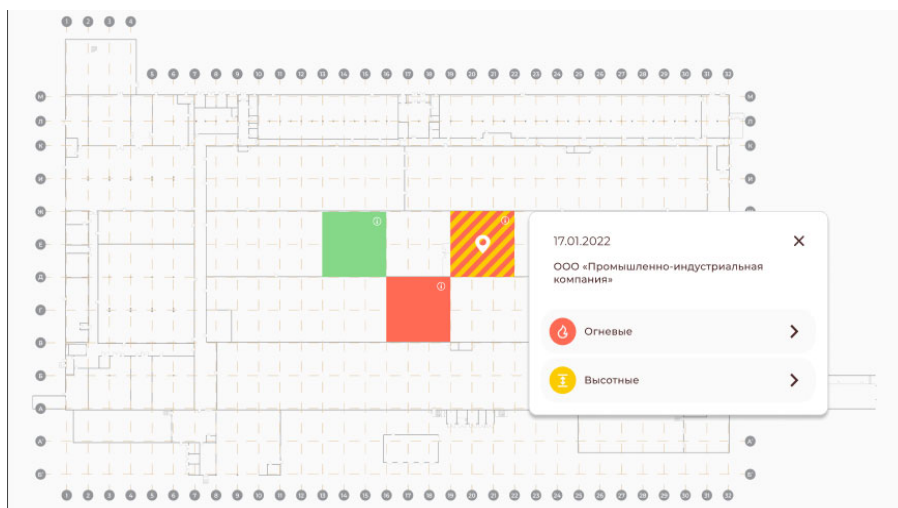


Рис. 5. Схема помещения в навигационном терминале компании «Ferrero» (г. Владимир)

Структура веб-решения – панели администратора

Данное решение позволяет оптимизировать работу с торговыми точками и рекламными баннерами, редактировать информацию о торговом центре и карты этажей. Веб-решение активно отслеживает состояние терминалов (есть ли соединения с ними и включены ли они). Основной список функций представлен на рис. 6. Посредством административной панели руководство торгового центра может просмотреть статистику, собранную терминалами. По собранным данным администрация торгового центра может выявить основные маршруты посетителей, наиболее посещаемые магазины и т. д. Все это делает панель администратора продуктивным инструментом для управления торговым центром.

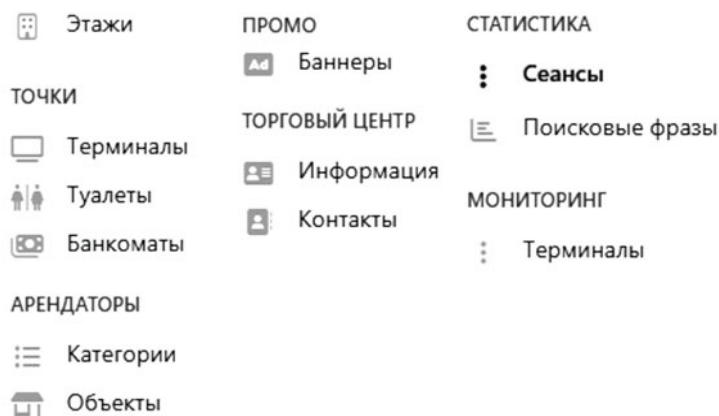


Рис. 6. Возможности в панели администратора торгового центра «Три Кота»

Внедрение интерактивной информационной системы навигации для парков, предприятий и торговых центров будет полезным и эффективным решением для удобного и быстрого поиска нужных мест. Это увеличит удовлетворенность пользователей и упростит процесс навигации в таких объектах.

Перспективы развития

Главным направлением развития навигационной системы является интеграция с мобильными устройствами. Это создаст возможность просмотра на мобильном телефоне маршрута, построенного на терминале, и поможет покупателям пройти по маршруту, расположенному на разных этажах здания.

Использование систем биометрии, например, распознавание лица, для автоматической идентификации посетителей, что позволит быстро находить нужные магазины и давать персонализированные предложения.

Все чаще поднимаются проблемы доступной среды. Сама система навигации изначально направлена на помощь людям с ограниченным передвижением. Приложение для терминалов уже сейчас зачастую имеют контрастный режим, что имеет значение для людей с проблемами со зрением, регулировку высоты экрана для людей, сидящих в инвалидной коляске. В этой сфере перспективным направлением работы будет обеспечение возможности голосового управления терминалом.

Список использованных источников и литературы

1. *Канаян, К.* Проектирование магазинов и торговых центров / К. Канаян, Р. Канаян, А. Канаян. – Москва : Юнион-Стандарт-Консалтинг. 2008. – 424 с.
2. Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Model-View-ViewModel> (дата обращения: 20.11.2022).
3. Amazon Web Service. – URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/api/> (дата обращения: 13.04.2023).
4. Microsoft. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/standard/serialization/system-text-json/how-to?pivots=dotnet-7-0> (дата обращения: 20.11.2022).
5. Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/post/114947/> (дата обращения: 1.12.2022).
6. *Поляков, И. В.* Фундаментальная и прикладная математика / И. В. Поляков, А. А. Чеповский, А. М. Чеповский. – Т. 19. – Москва : Открытые системы, 2014.

S. K. Glukhov, Student
M. A. Senilov, Doctor of Engineering Sciences, Professor
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Interactive information navigation system for parks, businesses and shopping centers

Development and research of an interactive information navigation system that can be used in parks, enterprises and shopping centers. The article discusses the main components and functionality of the system, such as determining the location, building routes, searching for objects and obtaining information about them. The results of the development of such systems and examples of its use in practice are given. This system represents an important contribution to the development of navigation technology at the present stage and can be useful for information technology specialists and interior designers.

Keywords: interactive information system; navigation; building routes; interactive terminal; search.

И. А. Арасланов, студент
Е. Г. Булатова, кандидат физико-математических наук, доцент
Кафедра «Радиотехника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Программное обеспечение для конструирования четырехмерных объектов

Рассматривается создание программы для конструирования четырехмерных объектов. За основу взята аналогия представления обитателями мира двухмерного пространства (Флатландия) объектов трехмерного пространства. Практическое применение программы для конструирования четырехмерных объектов видится в создании и визуализации, а также во взаимодействии пользователя с данными объектами, которые могут быть более сложными.

Ключевые слова: степень свободы; многомерное пространство; объект четырехмерного пространства; пространственные координаты; гиперплоскость; гиперповерхность; полигон.

Введение

Обычно для создания объектов, выходящих за пределы восприятия пространства и имеющего большее количество степеней свободы, используются математические модели представления объекта. Данные объекты являются сложными для нашего понимания, но просты в контексте мира, имеющего куда более сложные формы. Каждый встречался с этим явлением – сложность объекта. Для примера можно взять куб, имеющий общие очертания всех кубических объектов. Чтобы изобразить куб, мы используем проекцию на плоскость для стороны куба или срез для внутреннего строения куба. Тут возникает следующее пространство, которое имеет на порядок меньше степень свободы, и если бы существовал мир разумных существ двухмерного пространства (Флатландия), то для них это был бы объект, обладающий некоторыми свойствами, которые выходят за грань их понимания [1, с. 18–19]. Если бы мы начали взаимодействовать с кубом, то объект данного пространства начал бы менять свою форму, возникать из неоткуда и пропадать в никуда. Сложность многомерного пространства так же не понятна, как и наше пространство для пространства меньшей размерности.

Понятие многомерности возникло после того, как человек задумался над концепцией размерности реальности, а также описания некоторых физических явлений посредством введения новой пространственной координаты. Так, например, в теории струн «все, что есть во Вселенной, – все вещество, все силы и даже само пространство, является результатом вибраций крошечных струн в десяти измерениях» [2, с. 317]. Четырехмерное пространство немецкого математика Минковского, было использовано в качестве геометрической интерпретации пространства-времени в специальной теории относительности [4, с. 36–37, 57]. Исходя из аналогии перехода от двухмерного к трехмерному пространству, трехмерное пространство является срезом четырехмерного пространства [1, с. 124–125].

На данный момент есть три способа визуализации четырехмерных объектов:

1. Метод проекции – создание изображения многомерного объекта путем построения проекции контура объекта в трехмерном пространстве.
2. Метод сечения – создание изображения многомерного объекта как часть (срез) его в трехмерном пространстве.
3. Метод развертки – получение развертки объекта в гиперплоскости (в подпространстве) путем совмещения точек гиперповерхности с этой плоскостью без искажения длины линий.

Каждый из методов подходит под конкретную задачу.

Вышеперечисленное показывает нам возможность разработки программы для моделирования четырехмерных объектов, т. к. создание объектов, которые гипотетически существуют в некотором абстрактном пространстве, описываемом четырьмя пространственными координатами, является главной сложностью в математике на сегодняшний день.

После того, как нами было установлено, что наша реальность математически может быть представлена в виде многомерного объекта, возникла проблема в визуализации данного пространства. Известно [1, с. 124–125], что создано несколько примеров того, как базовые объекты ведут себя при воздействии, используя четвертую пространственную координату (рис. 1, *a*), но нет программы для ручного создания (тонкой настройки) или редактирования такого типа объектов.

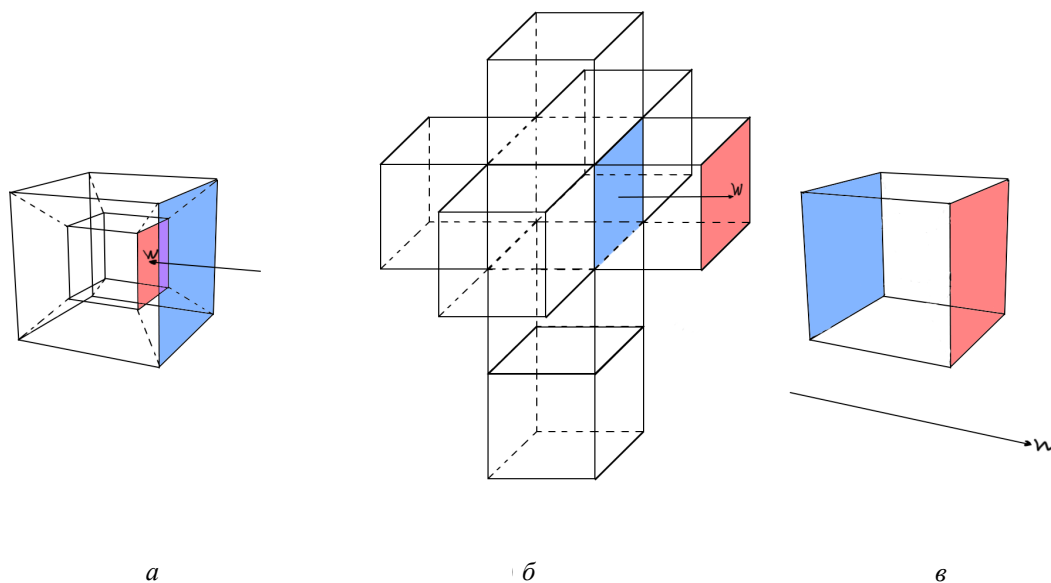


Рис. 1. Изображение гиперкуба: *a* – проекция; *б* – развёртка; *в* – часть развёртки

Тонкая настройка объекта в нашем случае заключается в осуществлении возможности редактирования объекта в зависимости от поставленной в процессе моделирования задачи. Другими словами, тонкая настройка – это возможность полного изменения геометрии объекта. Необходимость этого заключается в том, что объект может иметь более сложную форму, а для осуществления реализации необходим контроль над геометрией объекта.

Постановка задачи

Таким образом, основной проблемой является создание программы для конструирования объектов четырехмерного пространства с возможностью тонкой настройки. Для решения данной проблемы был рассмотрен принцип конструирования моделей в трехмерном пространстве и возможность построения различных объектов в этом пространстве. В результате мы пришли к выводу, что программное обеспечение для конструирования объектов четырехмерного пространства должно включать в себя следующий функционал:

- визуализация объектов четырехмерного пространства;
- конструирование объектов;
- симуляция движения объектов;
- выставление параметров объектов;
- просмотр развертки объектов.

Срез четырехмерного объекта представляет из себя трехмерный объект, который состоит из полигонов. Но получение среза по ребрам в произвольном порядке и дальнейшее соединение их в срез объекта является нерациональным. В процессе решения данной проблемы мы объединили метод развёртки и метод среза. С помощью метода развёртки мы определяем части гиперповерхности, а с помощью метода среза мы получаем полигон трех-

мерного среза. В результате данного объединения мы можем получить трехмерный срез без потерь его полигонов и выполнения сложных операций по поиску правильного соединения точек.

Подход к решению проблемы

На основе метода среза нами было разработано программное обеспечение для моделирования данных объектов, которое позволяет осуществить тонкую настройку при создании или редактировании объектов четырехмерного пространства. Для решения поставленной проблемы, реализация программного обеспечения, был использован язык программирования C# и графическая подсистема WPF, которая помогает реализовать графический интерфейс программы, не прописывая базовый функционал любой программы для операционной системы Windows (управление окна программы Windows).

Как говорилось ранее, для хранения объекта мы используем метод развёртки (рис. 1, б). Каждая плоскость четырехмерного объекта хранится в виде элемента массива, и в каждом элементе хранится список точек, которые находятся в данной четырёхмерной плоскости, а также параметры цвета материала. По своей сути данные плоскости имеют размерность на один меньше от исходного объекта, т. к. находятся в гиперпространстве, поэтому четырехмерная плоскость является трехмерной (рис. 1, в).

В дальнейшем для того, чтобы получить данный срез, необходимо найти точку ребра четырехмерной полкости, а для этого мы задаем значение четвертой координаты и уже в пределах этого ребра находим точку среза, проходящего через объект.

Программный код для поиска точки четырехмерной линии, через которую проходит срез гиперплоскости, если известны начало и конец линии, выглядит следующим образом:

```
private Point3D MeshFindNewPoint(Point point, Point point2, double globalW)
{
    double t = (globalW - point.w) / (point2.w - point.w);
    return new Point3D()
    {
        X = t * (point2.x - point.x) + point.x,
        Y = t * (point2.y - point.y) + point.y,
        Z = t * (point2.z - point.z) + point.z,
    };
}
```

Для реализации движения объекта используются матрицы поворота (рис. 2, а) и матрицы перемещения (рис. 2, б). Матрицы поворота описывают движения объекта в определённой плоскости в случае четырехмерного объекта, а в случае трехмерного вокруг оси [5, с. 53–56].

$$\begin{array}{cc}
 \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) & 0 & 0 \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & dx \\ 0 & 1 & 0 & 0 & dy \\ 0 & 0 & 1 & 0 & dz \\ 0 & 0 & 0 & 1 & dw \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 a & б
 \end{array}$$

Рис. 2. Матрицы поворота и перемещения:
а – матрица поворота в плоскости XY; б – матрица перемещения

Программный код матрицы поворота для вращения объекта в полкости XW выглядит следующим образом:

```

public void RotateXW(double corner, Point3D position_center)
{
    corner = Math.PI * corner / 180.0;

    for (int indexPolygon = 0; indexPolygon < polygons.Count; indexPolygon++)
    {
        for (int indexPoint = 0; indexPoint < polygons[indexPolygon].points.Count; indexPoint++)
        {
            double x = polygons[indexPolygon].points[indexPoint].x
                , w = polygons[indexPolygon].points[indexPoint].w;
            polygons[indexPolygon].points[indexPoint].x = (x * Math.Cos(corner)) + (w * Math.Sin(corner))
            - (position_center.x * Math.Cos(corner)) - (position_center.w * Math.Sin(corner)) + position_center.x;
            polygons[indexPolygon].points[indexPoint].w = (w * Math.Cos(corner)) - (x * Math.Sin(corner))
            - (position_center.w * Math.Cos(corner)) + (position_center.x * Math.Sin(corner)) + position_center.w;

            if (Math.Abs(polygons[indexPolygon].points[indexPoint].x) < 0.0000000001)
            {
                polygons[indexPolygon].points[indexPoint].x = 0;
            }
            if (Math.Abs(polygons[indexPolygon].points[indexPoint].w) < 0.0000000001)
            {
                polygons[indexPolygon].points[indexPoint].w = 0;
            }
        }
    }
}

```

Матрицы поворота и перемещения удобны тем, что если объединить их, то можно получить более сложное движение, используя всего одну матрицу для всех точек объекта или его плоскостей.

Программное обеспечение на данный момент содержит следующий функционал:

- окно создания и редактирования объекта;
- задание уравнения его движения в данном пространстве.

Главной частью программы является код для создания среза четырехмерного объекта.

Программный код для создания среза объекта выглядит следующим образом:

```

for (int i = start; i < end; i++)
{
    int shift_index = 0;

    List<Point3D> points_in_plane = new List<Point3D>();

    for (int l = 0; l < polygons[i].count_point_in_plane.Count; l++)
    {
        for (int k = shift_index; k < polygons[i].count_point_in_plane[l] + shift_index; k++)
        {
            if (k + 1 != polygons[i].count_point_in_plane[l] + shift_index)
            {
                if ((polygons[i].points[k].w < globalW && globalW < polygons[i].points[k + 1].w) || (polygons[i].points[k].w > globalW && globalW > polygons[i].points[k + 1].w))

```

```

        {
            points_in_plane.Add(MeshFindNewPoint(polygons[i].points[k], polygons[i].points[k + 1],
globalW));
        }
        if (polygons[i].points[k].w == globalW)
        {
            points_in_plane.Add(new Point3D() { X = polygons[i].points[k].x, Y = poly-
gons[i].points[k].y, Z = polygons[i].points[k].z });
        }
        else
        {
            if ((polygons[i].points[shift_index].w < globalW && globalW < polygons[i].points[k].w)
|| (polygons[i].points[shift_index].w > globalW && globalW > polygons[i].points[k].w))
            {
                points_in_plane.Add(MeshFindNewPoint(polygons[i].points[shift_index],      poly-
gons[i].points[k], globalW));
            }
            if (polygons[i].points[k].w == globalW)
            {
                points_in_plane.Add(new Point3D() { X = polygons[i].points[k].x, Y = poly-
gons[i].points[k].y, Z = polygons[i].points[k].z });
            }
        }
    }
    shift_index += polygons[i].count_point_in_plane[l];
}
for (int l = 0; l < polygons[i].index_line.Count; l++)
{
    if ((polygons[i].points[polygons[i].index_line[l].one].w < globalW && globalW < poly-
gons[i].points[polygons[i].index_line[l].two].w)
|| (poly-
gons[i].points[polygons[i].index_line[l].one].w > globalW && globalW > poly-
gons[i].points[polygons[i].index_line[l].two].w))
    {
        points_in_plane.Add(MeshFindNewPoint(polygons[i].points[polygons[i].index_line[l].one],
polygons[i].points[polygons[i].index_line[l].two], globalW));
    }
}
if (points_in_plane.Count != 0)
{
    if (polygons[i].index_line.Count > 3)
    {
        sort(points_in_plane);
    }
    for (int l = 0; l < points_in_plane.Count; l++)
    {
        Positions.Add(points_in_plane[l]);
    }
}
}
if (!negative)
{

```

```

for (int l = points_in_plane.Count; l > 2; l--)
{
    TriangleIndices.Add(index_Position);
    TriangleIndices.Add(index_Position + (l - 1));
    TriangleIndices.Add(index_Position + (l - 2));
}
}
else
{
    for (int l = points_in_plane.Count; l > 2; l--)
    {
        TriangleIndices.Add(index_Position);
        TriangleIndices.Add(index_Position + (l - 2));
        TriangleIndices.Add(index_Position + (l - 1));
    }
}
index_Position += points_in_plane.Count;
}
return new MeshGeometry3D()
{
    Positions = Positions,
    TriangleIndices = TriangleIndices};

```

На рис. 3 показан графический интерфейс программы.

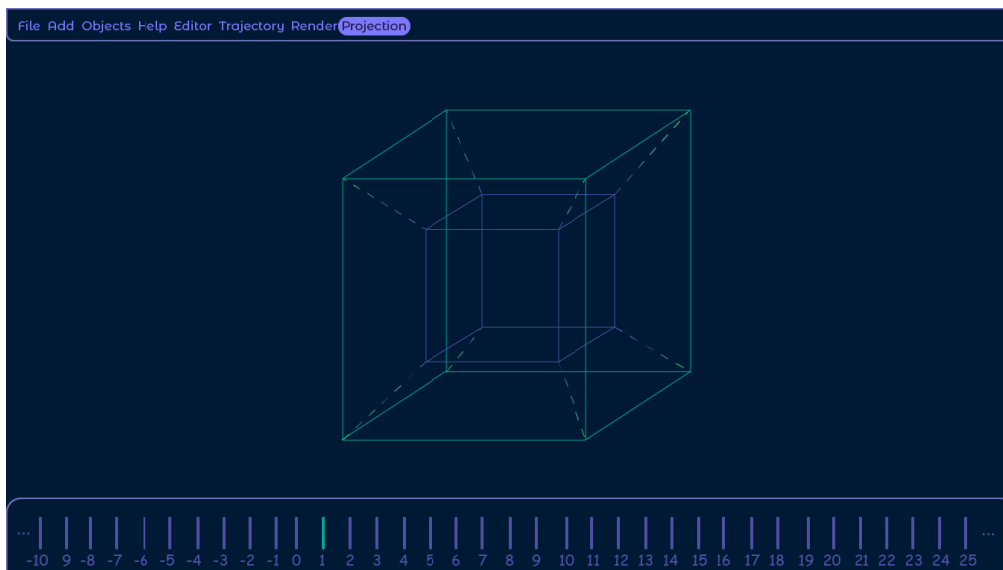


Рис. 3. Графический интерфейс программы.

Пример работы программы представлен на рис. 4–8.

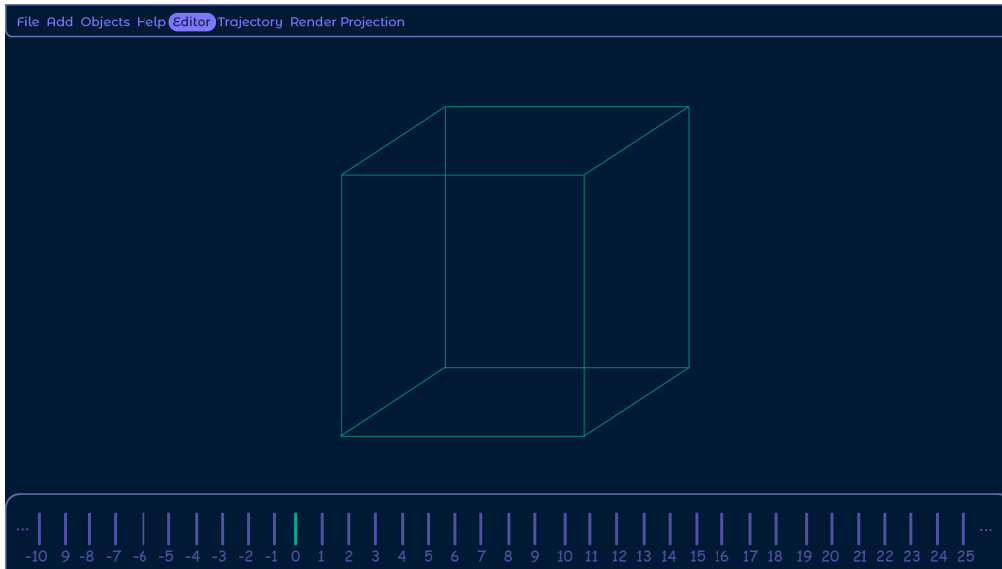


Рис. 4. Окно редактирования объекта в плоскости среза $W = 0$

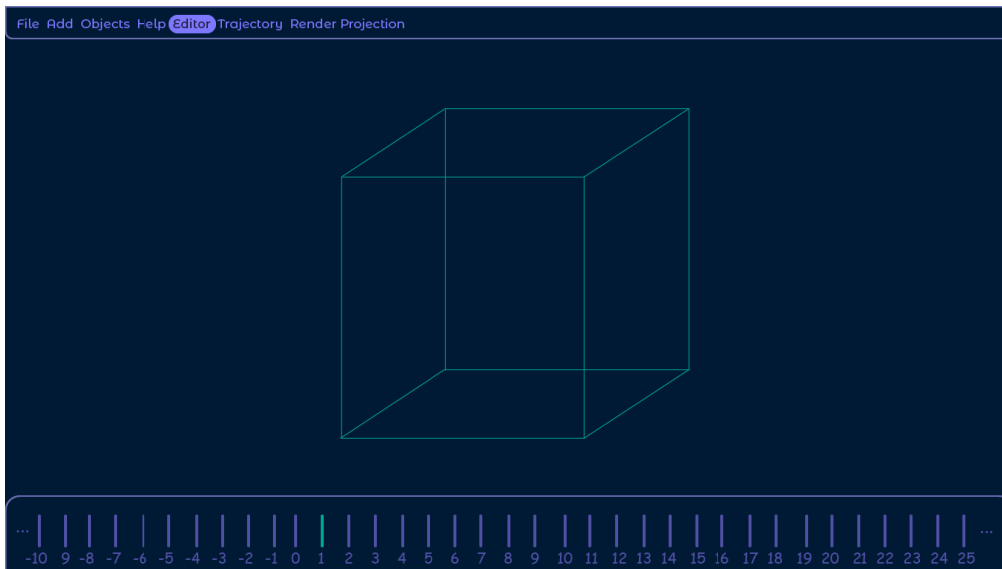


Рис. 5. Окно редактирования объекта в плоскости среза $W = 1$

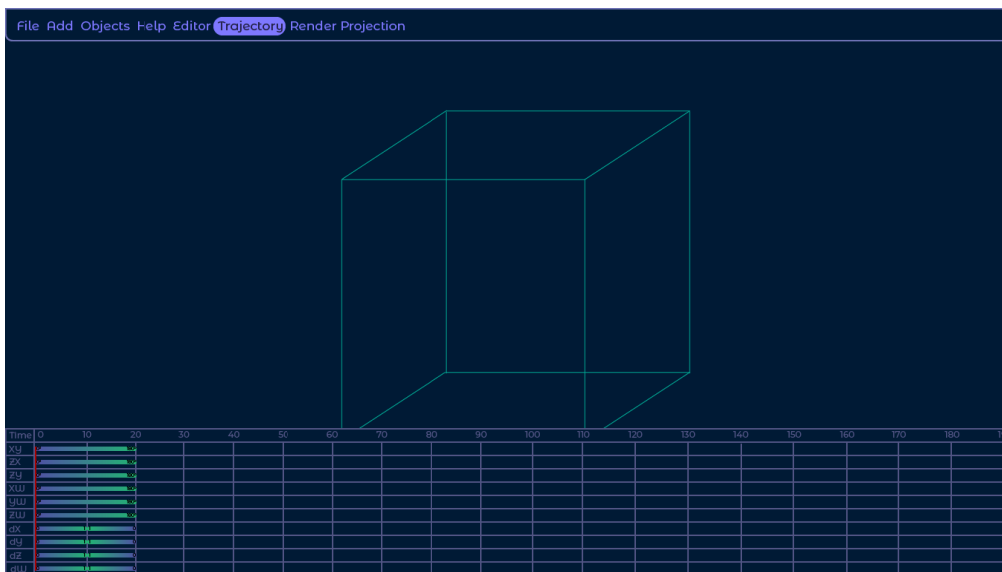


Рис. 6. Окно задания движения объекта

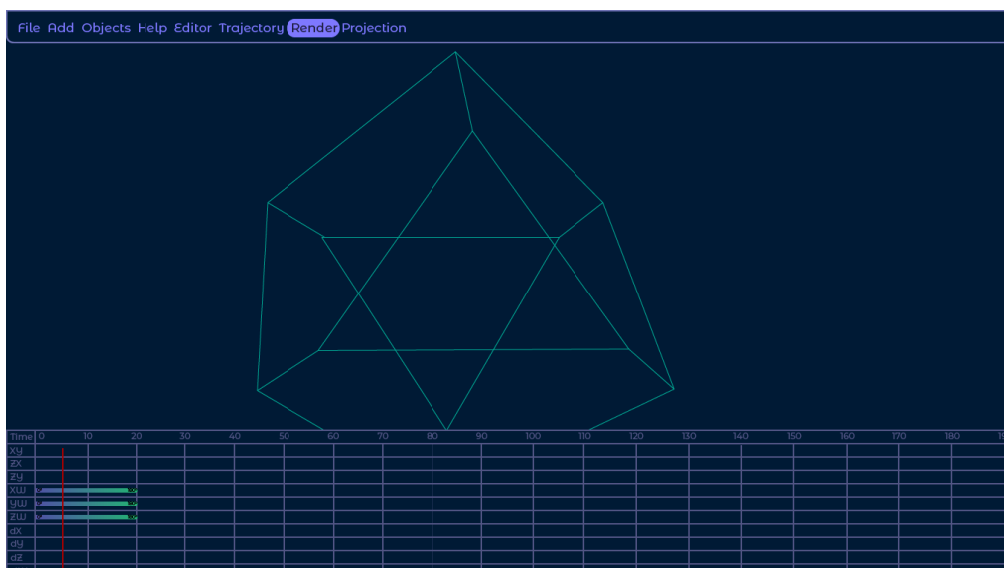


Рис. 7. Окно рендеринга объекта

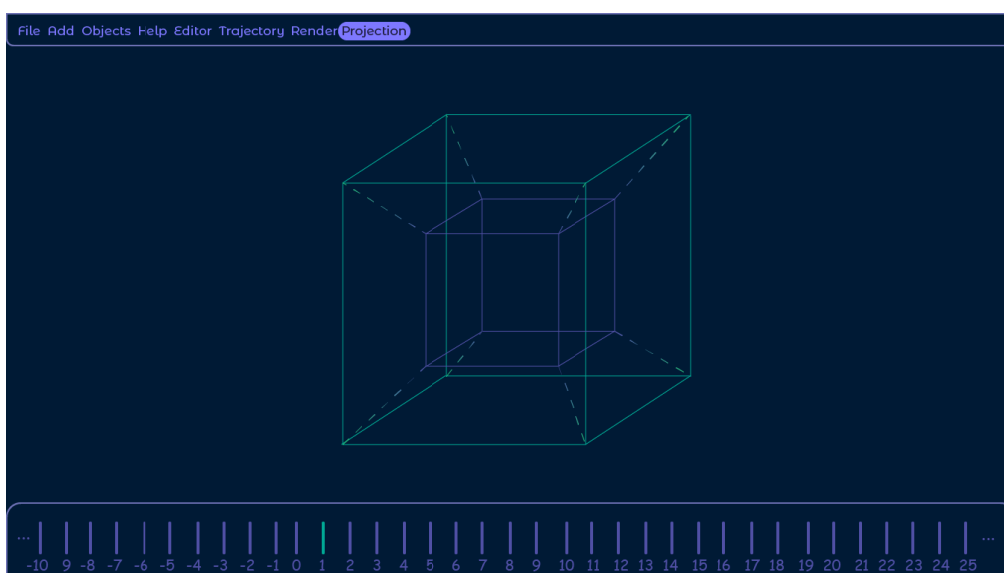


Рис. 8. Окно просмотра проекции объекта

Заключение

Мы провели анализ принципов построения четырехмерных объектов. В результате был разработан оптимальный способ создания среза объекта. Была разработана одна из функций программы для визуализации четырехмерных объектов. Был реализован способ, с помощью которого можно задать движение четырехмерного объекта в пространстве. Для общения пользователя с программой был разработан способ реализации графического интерфейса для редактирования четырехмерных объектов, схожих с редактированием трехмерных объектов. Планируется реализовать дальнейший функционал программы, а также пробное тестирование.

Список использованных источников и литературы

1. *Ибаньес, Рауль*. Мир математики: в 40 т. – Т. 6. Четвертое измерение. Является ли наш мир тенью другой Вселенной? / пер. с англ. – Москва : Де Агостини, 2014 – 160 с.
2. *Яу, Ш.* Теория струн и скрытые измерения Вселенной / Ш. Яу, С. Надис. – Санкт-петербург : Питер, 2013. – 400 с.

3. Путенихин, П. В. Логические основания многомерных пространств. – Саратов : Амирит, 2018. – 396 с.
4. Эйнштейн, А. «О специальной и общей теории относительности» / под редп проф. С. Я. Лившица. – Москва : Государственное издательство, 1922 – 77 с. – URL: <https://djvu.online/file/у2еу3МсLМЕСК9> (дата обращения: 18.03.23).
5. Лурье, А. И. Аналитическая механика. – Москва : Физматлит. – 1961. – 824 с.

I. A. Araslanov, Student
E. G. Bulatova, PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor
Department of Radio Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Software for the construction of four-dimensional objects

The creation of a program for the construction of four-dimensional objects is considered. The analogy of the representation of three-dimensional objects by the inhabitants of the world of two-dimensional (Flatland) is taken as a basis. The practical application of the program for constructing four-dimensional objects is seen in the creation and visualization, as well as in the user's interaction with these objects, which may be more complex.

Keywords: degree of freedom; multidimensional space; object of four-dimensional space; spatial coordinates; hyperplane; hypersurface; polygon.

И. А. Арсланов, студент
Д. И. Плешаков, студент
В. А. Сидорина, кандидат педагогических наук, доцент
Кафедра «Радиотехника»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка модуля мобильного приложения для голосового ассистента

Данная статья посвящена разработке голосового ассистента на основе технологий машинного обучения, распознавания голоса и обработки естественного языка. Для написания программы использовался язык Python, который является языком для систем машинного обучения и искусственного интеллекта. Дано описание разработанного модуля мобильного приложения для голосового ассистента.

Ключевые слова: искусственный интеллект; голосовой ассистент; язык программирования Python.

Введение

Технологии распознавания естественного языка активно используются для различных областей человеческой деятельности. Голосовые помощники, или как их еще называют «голосовые ассистенты» – это боты, которые работают на основе искусственного интеллекта (ИИ), технологиях машинного обучения, распознавания голоса и обработки естественного языка. В основе этих программ используются технологии машинного обучения для выполнения определенного круга задач пользователя [1–3].

Принцип работы голосового помощника основан на пассивном считывании звука, фильтрации сигнала, оцифровке звука. После этого происходит анализ сигнала и поиск шаблонных данных.

Функциональность использования голосовых ботов строится на решении простых ежедневных задач (построение маршрута, звонок лицу из контактных данных, установка оповещения, поддержка разговора и др.).

Основная часть

Целью работы является разработка модуля мобильного приложения для голосового ассистента.

На данный момент голосовой помощник можно написать почти на всех языках программирования высокого уровня. Но наиболее признанным языком для машинного обучения для различных нейронных сетей является *Python*. Здесь существует большое количество библиотек, которые позволяют решить задачи, возникающие при разработке ассистента в таких областях, как машинное обучение, обработка больших объемов данных (*big data*), интернет вещей [5, 6].

Таким образом, для создания модуля мобильного приложения голосового ассистента был выбран язык программирования *Python*, т. к. он обладает большими возможностями в создании нейронных сетей и работы с системными приложениями и программами на компьютере и других устройствах.

В результате был разработан интерфейс, который может распознавать заранее определенные команды, а также воспроизводить речевой ответ пользователю.

В основе кода использовались некоторые библиотеки, такие как приложения *vosk*, *pygame*, *pytsx3*. Библиотека *vosk* представляет собой базу данных, где хранятся слова и распо-

знание букв. Библиотека *pygame* используется для работы со звуком. *Pytsx3* – это библиотека для синтезатора речи, который построен на встроенном синтезаторе речи в устройстве.

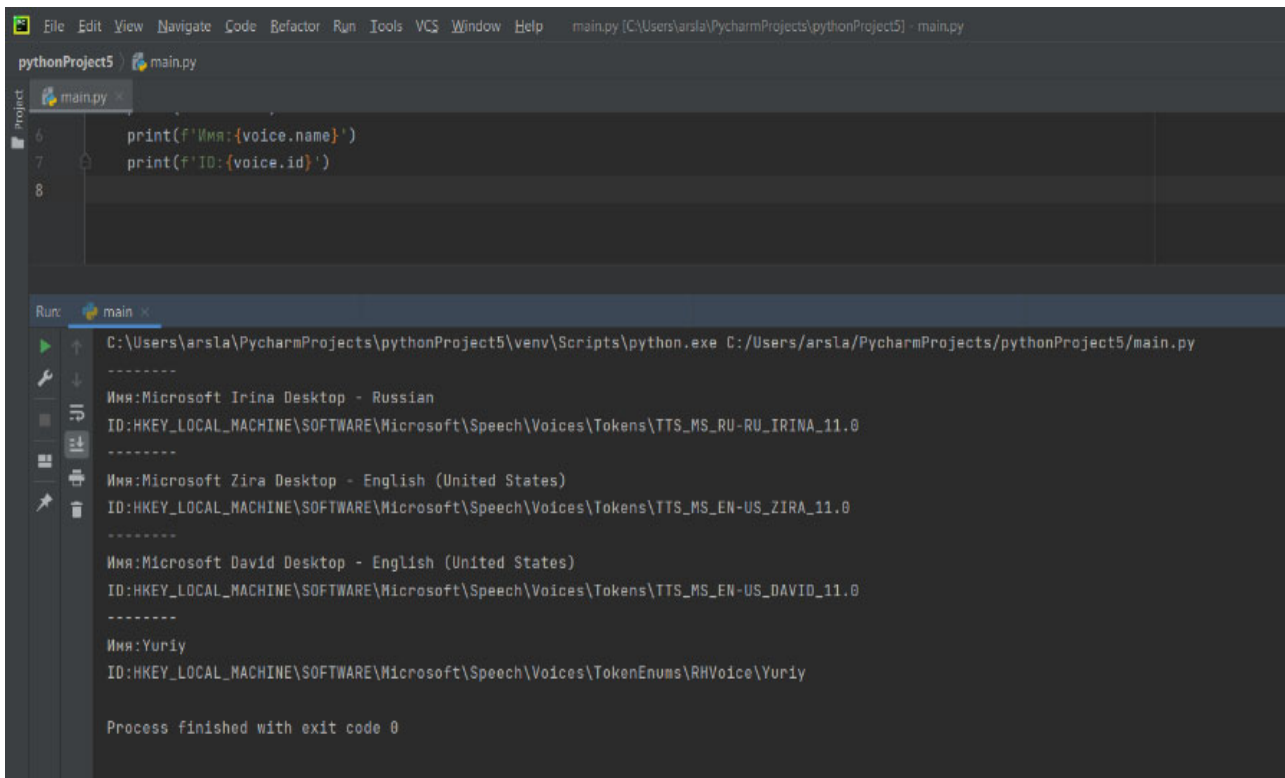
Для работы библиотеки *vosk* были заданы характеристики для записи и обработки видео, как представлено ниже.

```
model = Model("model") # полный путь к модели
rec = KaldiRecognizer(model, 16000)
p = pyaudio.PyAudio()
result = ""
stream = p.open(
    format=pyaudio.paInt16,
    channels=1,
    rate=16000,
    input=True,
    frames_per_buffer=8000
)
e=0
stream.start_stream()
def listen():
    while True:
        data = stream.read(8000, exception_on_overflow=False)
        if (rec.AcceptWaveform(data)) and (len(data)>0):
            answer = json.loads(rec.Result())
            if answer['text']:
                yield answer['text']
            g = 'text'
```

Чтобы определить наличие голосов для синтезатора речи, была разработана следующая программа.

```
import pyttsx3
engine = pyttsx3.init()
voices = engine.getProperty('voices')
for voice in voices:
    print('-----')
    print(f'Имя: {voice.name}')
    print(f'ID: {voice.id}')
```

Результат работы программы по поиску и анализу голосов, которые есть на мобильном устройстве, показан на рис. 1.



```
File Edit View Navigate Code Refactor Run Tools VCS Window Help main.py (C:\Users\arsla\PycharmProjects\pythonProject5) - main.py
pythonProject5 main.py
6 print(f'Имя:{voice.name}')
7 print(f'ID:{voice.id}')
8
Run: main x
C:\Users\arsla\PycharmProjects\pythonProject5\venv\Scripts\python.exe C:/Users/arsla/PycharmProjects/pythonProject5/main.py
-----
Имя:Microsoft Irina Desktop - Russian
ID:HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Speech\Voices\Tokens\TTS_MS_RU-RU_IRINA_11.0
-----
Имя:Microsoft Zira Desktop - English (United States)
ID:HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Speech\Voices\Tokens\TTS_MS_EN-US_ZIRA_11.0
-----
Имя:Microsoft David Desktop - English (United States)
ID:HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Speech\Voices\Tokens\TTS_MS_EN-US_DAVID_11.0
-----
Имя:Yuriy
ID:HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Speech\Voices\TokenEnums\RHVoice\Yuriy
Process finished with exit code 0
```

Рис. 1. Результат работы подпрограммы по поиску и анализу голосов

Следующими действиями прописываем код для активации синтезатора речи с использованием ID голоса:

```
engine = pyttsx3.init()
voices = engine.getProperty('voices')
ru_voice_id =
'HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Speech\Voices\Tokens\TTS_MS_RU-
RU_IRINA_11.0'
```

Для проверки работы программы использовалась голосовая команда: «Раз, два, три». Результат представлен на рис. 2.

В результате работы был получен модуль мобильного приложения для голосового ассистента, который может заранее распознать определенные команды, а также воспроизвести речевой ответ пользователю.

```

Run: main
C:\Users\arsla\PycharmProjects\pythonProject\venv\Scripts\python.exe C:/Users/arsla/PycharmProjects/pythonProject/main.py
pygame 2.1.2 (SDL 2.0.18, Python 3.10.2)
Hello from the pygame community. https://www.pygame.org/contribute.html
LOG (VoskAPI:ReadDataFiles():model.cc:213) Decoding params beam=10 max-active=3000 lattice-beam=2
LOG (VoskAPI:ReadDataFiles():model.cc:216) Silence phones 1:2:3:4:5:6:7:8:9:10
LOG (VoskAPI:RemoveOrphanNodes():nnet-nnet.cc:948) Removed 0 orphan nodes.
LOG (VoskAPI:RemoveOrphanComponents():nnet-nnet.cc:847) Removing 0 orphan components.
LOG (VoskAPI:CompileLooped():nnet-compile-looped.cc:345) Spent 0.0338869 seconds in looped compilation.
LOG (VoskAPI:ReadDataFiles():model.cc:248) Loading i-vector extractor from model/ivector/final.ie
LOG (VoskAPI:ComputeDerivedVars():ivector-extractor.cc:183) Computing derived variables for ivector extractor
LOG (VoskAPI:ComputeDerivedVars():ivector-extractor.cc:284) Done.
LOG (VoskAPI:ReadDataFiles():model.cc:281) Loading HCL and G from model/graph/HCLr.fst model/graph/G.fst
LOG (VoskAPI:ReadDataFiles():model.cc:302) Loading winfo model/graph/phones/word_boundary.int
раз два три
Traceback (most recent call last):
  File "C:\Users\arsla\PycharmProjects\pythonProject\main.py", line 50, in <module>
    for g in listen():
  File "C:\Users\arsla\PycharmProjects\pythonProject\main.py", line 44, in listen
    data = stream.read(8000, exception_on_overflow=False)
  File "C:\Users\arsla\PycharmProjects\pythonProject\venv\lib\site-packages\pyaudio.py", line 688, in read
    return pa.read_stream(self._stream, num_frames, exception_on_overflow)
KeyboardInterrupt

Process finished with exit code -1073741518 (0xC000013A: Interrupted by Ctrl+C)

```

Рис. 2. Результат работы программы после голосовой команды

Вывод

Таким образом, был разработан модуль голосового ассистента, который может стать фундаментом для разработки более сложной системы в рамках акселерационной программы ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. Главным преимуществом данной системы является ее мультиплатформенность и доступность в плане понимания работы программы и ее составляющих, работа программы в мобильном приложении при отсутствии интернет-соединения, что позволит использовать ее функции в любое время и в любом месте.

Список использованных источников и литературы

1. *Поначугин, А. В.* Голосовой помощник как технология обработки данных / А. В. Поначугин, Д. Ю. Пичужкина, Е. С. Смекалова // Наука без границ. – 2020. – № 6 (46). – С. 96–100. – EDN QRRAMB
2. Технологии распознавания естественного языка для разработки голосового ассистента / А. Е. Жумабеков, Н. А. Горбунова, Д. А. Казимова, Р. Селезнева // Труды университета. – 2022. – № 4 (89). – С. 443–448. – DOI 10.52209/1609-1825_2022_4_443. – EDN LMGVSR
3. *Посевкин, Р. В.* Метод автоматизированного формирования семантической модели базы данных диалоговой системы // Программные продукты и системы. – 2018. – № 2. – С. 291–294. – EDN XYOARN
4. *Господарикова, И. С.* Существующие технологии анализа речи на естественном языке / И. С. Господарикова, В. В. Гаршина // Информатика: проблемы, методы, технологии : материалы XX Междунар. науч.-метод. Конф., Воронеж, 13–14 февраля 2020 г. / под ред. А. А. Зацаринного, Д. Н. Борисова. – Воронеж : Научно-исследовательские публикации (ООО «Вэлборн»), 2020. – С. 1586–1590. – EDN ILAVAE
5. *Жуков, Н. Н.* Введение в разработку на языке Python : учеб. пособие. – Санкт-Петербург : НИЦ АРТ, 2020. – 66 с. – ISBN 978-5-907260-30-6. – EDN KVQUQX
6. *Галкин, А. В.* Реализация голосового ассистента на PYTHON / А. В. Галкин, Н. Н. Жуков // Современное образование: традиции и инновации. – 2020. – № 2. – С. 75–79. – EDN VFZEWS

I. A. Arslanov, Student
D. I. Pleshakov, Student
V. A. Sidorina, PhD in Pedagogical, Associate Professor
Department of Radio Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of a mobile application module for a voice assistant

This article is devoted to the development of a voice assistant based on machine learning technologies, voice recognition and natural language processing. To write the program, the Python language was used, which is a language for machine learning and artificial intelligence systems. The paper describes the developed module of a mobile application for a voice assistant.

Keywords: artificial intelligence; voice assistant; Python programming language.

А. П. Коротаев, студент
М. А. Сенилов, доктор технических наук, профессор
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Приложение для автоматической публикации в Telegram-канале записей сообщества, сформированных в сети ВКонтакте

В статье рассматривается задача разработки бота на языке Java для автоматического трансфера информации из сообщества социальной сети ВКонтакте в Telegram-канала. Предлагается применение VK Long Poll API и Telegram Long Poll API для реализации эффективного механизма сбора и передачи данных между платформами. Описаны процесс настройки авторизации и получения доступа к API ВКонтакте и Telegram, а также реализация парсинга и фильтрации данных, необходимых для трансфера. В результате проведенных исследований разработан функциональный бот, способный автоматически собирать и передавать информацию из сообщества ВКонтакте в Telegram-канала, что может быть полезно для автоматизации процесса обмена контентом между платформами социальных медиа.

Ключевые слова: интернет-бот; автоматический трансфер записей; сообщество сети; ВКонтакте; Telegram; Java; VK Long Poll API; Telegram Long Poll API.

В настоящее время растет количество людей, предпочитающих проводить больше времени в мессенджерах, нежели в социальных сетях. Мессенджер – это программа для мгновенного обмена текстовыми сообщениями, аудиозаписями, фотографиями и другими мультимедиа. Приложение устанавливается на компьютер, смартфон, планшет и работает через интернет.

Мессенджеры предназначены для частного общения между несколькими людьми. Эти приложения не перегружены другими функциями, поэтому их часто используют для работы, чтобы не отвлекаться на новостную ленту и развлекательный контент. Однако в популярных мессенджерах тоже есть сообщество. В Telegram и Whats App любой пользователь может создать канал и публиковать в нем записи, которые прочтут другие [1].

В настоящее время сообщества ВКонтакте сталкиваются с тем, что часть пользователей активно переходит в Telegram. Есть и те, кто предпочитает оставаться в ВКонтакте. Для того чтобы обеспечить потребности обеих групп пользователей, решено было создать бота, который удовлетворял бы следующим требованиям:

1. Должен использовать минимум ресурсов и быстро запускаться.
2. Должен уметь работать с разными сообществами и каналами.
3. Должна быть обеспечена высокая отказоустойчивость бота.
4. Исходный код бота должен просто и быстро компилироваться.

Для удовлетворения первого требования был выбран инструментальный VK Long Poll API. В отличие от VK Callback API, программе не нужно принимать запросы от сервера и тратить ресурсы на их обработку, т. к. это будет делать сервер ВКонтакте. В случае с Telegram будет отправляться только запрос на публикацию, поэтому был использован Telegram Long Poll API для простоты и экономии ресурсов. Примерная схема работы показана на рис. 1.

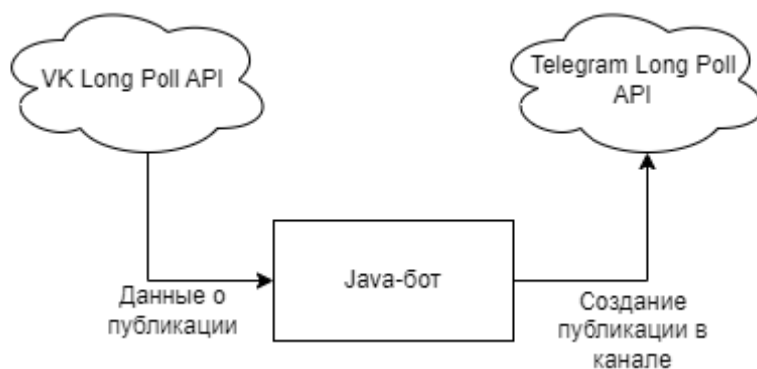


Рис. 1. Примерная схема работы бота

Для выполнения второго требования были введены конфигурационные файлы, которые будут записываться в формате *JSON* (англ. *Java Script Object Notation*) – текстовом формате обмена данными, основанном на *Java Script* [2]. Программу можно будет легко перенести на другой сервер и запустить для других сообществ и каналов, поменяв пару строчек в конфигурационном файле.

Для выполнения третьего требования программа была протестирована. Все исключения обработаны.

Для четвертого пункта выбран фреймворк *Apache Maven*, который автоматизирует сборку проектов на основе описания их структуры в файлах на языке *POM*. Вдобавок к нему была выбрана скрипт-оболочка *Apache Maven Wrapper*, которая позволяет запускать и компилировать исходные файлы программы со всеми зависимостями парой консольных программ, не прибегая к установке самого *Apache Maven* в операционную систему вычислительной машины. Это значительно ускоряет и упрощает запуск бота, достаточно лишь инструкции для пользователя.

В первую очередь необходимо получить конфигурационные данные. Для этого в *Apache Maven* предусмотрена специальная директория ресурсов. Это упростит запуск для пользователей, т. к. им не нужно будет прописывать путь до файлов в исходном коде.

После получения данных из файлов появляется проблема – в языке *Java* не предусмотрены безопасные и удобные средства работы с *JSON*-объектами. Проблема решается преобразованием *JSON*-объекта в *Java*-объект. Для этого была выбрана библиотека *Google Gson*, предназначенная для преобразования *Java*-объектов в текстовый формат *JSON* (сериализация) и обратного преобразования (десериализация) [3].

Далее необходимо реализовать получение данных от сервера ВКонтакте. Процесс получения данных состоит из нескольких этапов:

1. Отправка *HTTP*-запроса на сервер ВКонтакте с ключом сообщества. Ответ будет содержать данные для подключения к *Long Poll*-серверу.
2. Отправка *HTTP*-запроса на *VK Long Poll*-сервер. Ответ будет содержать информацию о публикации или ошибку, если информации нет или событие устарело.
3. Если на предыдущих двух этапах в ответе пришла ошибка, нужно повторять эти действия до тех пор, пока не придут данные о публикации.

Для работы с *HTTP*-запросами используются встроенные в язык *Java* средства. *HttpClient* – для отправки запроса, *HttpRequest* – для составления тела запроса (метод запроса), *URL*, тело запроса. В процессе исполнения программы могут возникнуть различные исключения, которые необходимо сразу обработать.

После получения ответа от ВКонтакте нужно преобразовать *JSON*-объект в *Java*-объект. Для этого необходимо создать классы-модели, в точности повторяющие структуру *JSON*-объекта. Структура классов представлена на рис. 2.

Далее необходимо написать методы, реализующие сериализацию полученных данных с помощью *Gson*. К сожалению, сервер ВКонтакте может прислать также и те данные, которые не ожидаются. Поэтому перед использованием данных стоит проверить, что они точно

пришли. Если пришли неверные данные, программа перехватит исключение и никакого зависания не возникнет. Этот процесс показан на рис. 2.

```
try {  
    String catchException = lps.response.key;  
} catch (Exception e) {  
    System.exit( status: -1);  
}
```

Рис. 2. Обработка исключения

Полученные данные от ВКонтакте теперь можно отправить в *Telegram*-канал. Для этого создается класс – наследник класса *Long Poll* бота из библиотеки *Telegram Bots API*. В теле класса указываются данные для работы: токен, *ID*-канала и имя бота. Затем пишется метод, который примет обработанную информацию и отправит запрос на публикацию.

Когда все необходимые классы написаны, остается дополнить главный класс программы. Все полученные данные должны пройти проверку (не является ли публикация рекламной, есть ли в ней фотография, не является ли публикация предложенной, а не опубликованной). Реализация проверки показана на рис. 3.

```
while (postInfo.failed != null) {  
    postInfo = requestToVK.parsePostInfo(response);  
    response = requestToVK.parseLongPollServerInfo(lpsInfo);  
}  
  
if (postInfo.updates.size() == 0) continue;  
if ("suggest".equals(postInfo.updates.get(0).object.post_type)) continue;  
if (postInfo.updates.get(0).object.attachments == null) continue;  
  
Updates updates = postInfo.updates.get(0);  
List<Sizes> sizes = postInfo.updates.get(0).object.attachments.get(0).photo.sizes;  
  
if (updates.object.marked_as_ads == 1) continue;
```

Рис. 3. Проверка данных

Программа готова и ждет своего запуска. Перейдем на сервер под управлением *Arch Linux* и создадим сервис, который будет запускать и отслеживать состояние программы. Конфигурация этого сервиса представлена на рис. 4.

```
[s3v3nny@s3v3nny ~]$ cat /etc/systemd/system/akpjbots.service  
[Unit]  
Description=AKPJCrosspostingBot  
After=network.target  
  
[Service]  
Type=simple  
ExecStart=/usr/bin/start.sh  
Restart=on-failure  
  
[Install]  
WantedBy=multi-user.target
```

Рис. 4. Конфигурация сервиса бота

Для запуска программы написан скрипт, который будет переходить в директорию программы и запускать ее со всеми необходимыми для работы аргументами. Код этого скрипта показан на рис. 5.

```
[s3v3nny@s3v3nny ~]$ cat /usr/bin/start.sh
#!/bin/bash
cd /home/s3v3nny/akpj-crosspost-bot
./mvnw exec:java -Dexec.mainClass="ru.s3v3nny.akpjbot.Main"
```

Рис. 5. Скрипт для запуска бота

Программа прошла тщательное тестирование, в ходе которого были выявлены и устранены все недочеты. В настоящее время бот работает стабильно. Убедиться в этом можно в *Telegram*-канале «абстрактные картиночки про железо» [4]. Исходный код программы можно посмотреть в репозитории *Git Hub* [5].

Преимуществами программы являются быстрый запуск, малое потребление ресурсов, легкий запуск, использование открытых библиотек и открытый исходный код без всяких лицензий.

Список использованных источников и литературы

1. Почему мессенджеры стали популярнее соцсетей, и какое будущее их ждет. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/social/617a68a89a79476935d1f857> (дата обращения: 30.11.2022).
2. Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/JSON> (дата обращения: 30.11.2022).
3. Gson или «Туда и Обратно» / Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/company/naumen/blog/228279/> (дата обращения: 30.11.2022).
4. *Telegram*-канал «абстрактные картиночки про железо». – URL: <https://t.me/abkpj> (дата обращения: 07.08.2023).
5. *Git Hub* – s3v3nny/akpj-crosspost-bot. – URL: <https://github.com/s3v3nny/akpj-crosspost-bot> (дата обращения: 07.08.2023).

A. P. Korotaev, Student
M. A. Senilov, Doctor of Engineering Sciences, Professor
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Application for automatic publication of community entries generated in VKontakte in the Telegram feed

This scientific article provides a detailed overview of developing a Java-based bot for automatic transfer of information from a VKontakte social media community to a Telegram channel. The authors discuss the use of VK Long Poll API and Telegram Long Poll API for implementing an efficient mechanism for data collection and transfer between platforms. The article describes the process of setting up authorization and obtaining access to VKontakte and Telegram APIs, as well as the implementation of data parsing and filtering for the transfer. Special attention is given to asynchronous programming, as both APIs provide options for asynchronous requests. As a result of the research, a functional bot was developed that can automatically collect and transfer information from a VKontakte community to a Telegram channel, which can be useful for automating the content exchange process between social media platforms.

Keywords: internet-bot; record automatic transfer; network community; VKontakte; Telegram; Java; VK Long Poll API; Telegram Long Poll API.

*Н. А. Калинин, студент
А. И. Архипова, студент
Г. М. Тулегенов, студент
А. Б. Бабинцев, студент
А. И. Лимонников, студент*

*И. О. Архипов, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Программное обеспечение»*

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Внедрение технологий взаимодействия между микросервисами и внешними клиентами при проектировании информационных систем

В статье рассматривается вопрос интеграции технологий взаимодействия внутри микросервисной архитектуры, а также с внешними клиентами (мобильное приложение и веб-приложение). Изучено, как различные технологии взаимодействия могут быть использованы для упрощения разработки и обеспечения эффективного взаимодействия между микросервисами и клиентами. Рассмотрены особенности использования таких технологий, их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: микросервисная архитектура; *RESTAPI*; *gRPCAPI*; *gateway*; информационная система.

Введение

Этап проектирования архитектуры является одним из самых важных этапов при разработке любой информационной системы (ИС), поскольку он определяет общую структуру, функциональность системы и ее ключевые параметры. Во время этого этапа происходит, в том числе, выбор технологий и инструментов разработки. На данном этапе выбирается язык программирования, базы данных, фреймворков и т. д. Разработка архитектуры системы: на основе концепции системы и выбранных технологий разрабатывается архитектура системы, которая определяет ее структуру, модули и связи между ними. Эти шаги важны для разработки ИС, и каждый из них должен быть выполнен тщательно и внимательно, чтобы обеспечить правильную работу системы и увеличить шансы на коммерческий успех проекта.

Но какие технологии выбрать сегодня для оптимальной разработки информационной системы? Такая проблема появилась при разработке медицинской ИС. Данная медицинская система разрабатывается в рамках стартапа, и она должна быть устойчива к большим нагрузкам.

В настоящее время при проектировании ИС наибольшее распространение получили два типа архитектур [1]: монолитная и микросервисная. Кроме этого, еще бывают сервис-ориентированные и бессерверные архитектуры, но в рамках этой статьи они рассматриваться не будут, т. к. микросервисная архитектура является подтипом сервис-ориентированной, а бессерверная архитектура больше относится к способу запуска приложения, нежели к способу разработки.

Монолитная архитектура представляет собой классическую модель программного обеспечения, где все бизнес-задачи объединены в единую большую вычислительную сеть с единой базой кода [2]. Эта модель включает в себя единый модуль, который работает автономно, не зависит от других приложений и выполняет задачи самостоятельно.

Достоинствами монолитной архитектуры являются:

- упрощенная разработка и развертывание;
- меньше сквозных проблем;
- лучшая производительность.

Вместе с тем у монолитной архитектуры есть и недостатки:

- кодовая база со временем становится громоздкой;
- ограниченная гибкость, сложности при внедрении новшеств.

Микросервисная архитектура – это подход к разработке программного обеспечения, при котором приложение состоит из более мелких и независимых компонентов, называемых микросервисами [3]. Каждый микросервис представляет собой отдельное приложение, которое может быть написано на разных языках программирования и развернуто на разных серверах.

Микросервисные архитектуры обладают своими достоинствами:

- масштабируемость (каждый микросервис может быть масштабирован независимо от других, что позволяет обеспечить высокую производительность всего приложения);
- гибкость (каждый микросервис может быть разработан и развернут независимо от других компонентов приложения, что упрощает процесс разработки и обновления);
- устойчивость (если один из микросервисов выходит из строя, это не повлияет на работу других компонентов приложения);
- распределенные команды (разработка и поддержка микросервисов могут быть распределены между несколькими командами, что упрощает процесс разработки и повышает скорость доставки новых функций).

Среди недостатков микросервисной архитектуры можно выделить:

- усложненность (микросервисная архитектура может быть более сложной для разработки и поддержки, чем монолитная архитектура);
- управление (управление несколькими микросервисами может потребовать дополнительных инструментов и ресурсов);
- сложность тестирования (тестирование микросервисов может быть более сложным, чем тестирование монолитных приложений, т. к. требуется тестирование каждого микросервиса отдельно и в сочетании с другими компонентами приложения).

При выборе типа архитектуры для разработки медицинской информационной системы было принято решение использовать микросервисную архитектуру, т. к., учитывая вышеперечисленные особенности, она может быть хорошим выбором для сложных приложений, которые требуют высокой производительности.

В контексте разработки медицинской системы предполагается наличие веб-приложения для работы сотрудников медицинских учреждений с данной системой, а также мобильное приложение для взаимодействия пациентов с системой.

Обзор существующих решений

Существует несколько способов взаимодействия микросервисов:

1. *REST API*. *RESTful API* является одним из наиболее распространенных способов взаимодействия между микросервисами. Он использует *HTTP*-протокол для передачи данных между клиентом и сервером. *RESTful API* является гибким и простым в использовании, что делает его очень популярным в мире микросервисов.

2. *Messaging*. *Messaging* является другим распространенным способом взаимодействия между микросервисами. Он использует сообщения для передачи данных между микросервисами. Этот метод часто используется для асинхронного взаимодействия между сервисами.

3. *RPC*. *RPC (Remote Procedure Call)* – еще один метод взаимодействия между микросервисами. Он позволяет вызывать удаленные процедуры и получать результаты обратно. *RPC* использует протоколы, такие как *gRPC* и *Thrift*, для обмена данными между микросервисами.

4. *Service Mesh*. *Service Mesh* представляет собой инфраструктуру, которая обеспечивает взаимодействие между микросервисами. Он предоставляет сервисы, такие как маршрутизация, обнаружение сервисов, балансировка нагрузки и шифрование трафика между сервисами.

Среди аналогичных разрабатываемой нами медицинских ИС стоит отметить медицинскую информационную систему «ЕЦП.МИС 3.0 2023» от компании ООО «РТ МИС»¹. Данный продукт коммерчески успешен, постоянно развивается, что дает основание полагать, что стратегия разработки приложения выбрана верно. Эта система основана на технологии *RESTful API*.

Технология обмена информацией *RESTful API* (*Representational State Transfer Application Programming Interface*) имеет несколько преимуществ, включая: гибкость, простоту, масштабируемость, изменяемость, совместимость, безопасность.

REST, принцип работы которого изображен на рис. 1, как принято, опирается на протокол *HTTP* первой версии, *RESTful API* на данный момент является мейнстримом для создания микросервисов и веб-приложений. Сейчас существует большое количество постоянно развивающихся фреймворков, которые предоставляют огромный инструментарий для разработки *RESTful API*: *Express.js* на *Node.js* для *Java Script*, *Django REST framework* и *Flask* для *Python*, *Ruby on Rails* для *Ruby*, *Spring* для *Java*. Также стоит упомянуть про большое комьюнити разработчиков, пользующихся этими фреймворками, и большое количество информации в сети, что еще больше упрощает процесс разработки.

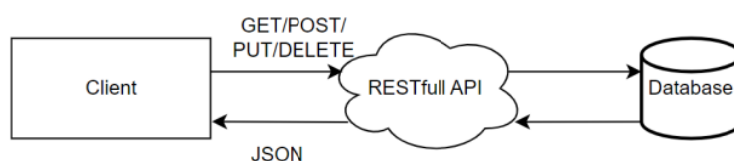


Рис. 1. Принцип работы *REST*

В целом, *RESTful API* является мощным и универсальным инструментом, который позволяет разработчикам быстро и просто создавать масштабируемые и безопасные приложения, которые могут быть легко интегрированы с другими системами и технологиями.

Со стороны веб-приложения *REST* интересен тем, что чаще всего форматом передачи данных является *JSON* файлы, с которыми работают подавляющее количество фреймворков для фронтенд разработки.

Поэтому *REST* интерфейс является подходящим для разработки общения между микросервисами, а также для разработки веб-приложения.

gRPC API имеет следующие преимущества – скорость, наглядность спецификации, обратную совместимость и возможность потоковой передачи данных. *RPC* в *gRPC* расшифровывается как *Remote Procedure Calls* – удаленный вызов процедур. Используя протокол *gRPC*, клиентское приложение может напрямую вызвать метод приложения на сервере, как если бы это был локальный объект. Интерфейсы для взаимодействия клиента и сервера определяются в файле с расширением *.proto* с использованием языка *protobuf*.

Потоковая передача в *gRPC* доступна благодаря протоколу *HTTP2*. Также он увеличивает скорость взаимодействия с клиентом, но основной прирост дает бинарная сериализация с использованием *Protobuf* [4, 5]. Наглядность спецификации и обратная совместимость достигаются с помощью *proto*-файлов, которые представляют из себя контракт, по которому взаимодействуют клиенты и сервер.

Таким образом, *gRPC* является эффективным решением для связи с мобильным приложением, т. к. он обеспечивает высокую производительность и эффективность для мобильных устройств, которые работают в условиях ограниченной пропускной способности и могут столкнуться с сетевыми задержками.

Описание сервиса *Gateway*

В качестве *gateway*-сервиса между микросервисами и веб-приложением выбран *gateway*-сервис с архитектурой *REST API*.

¹ЕЦП.МИС 3.0 2023 // РТ МИС. URL: <https://rtmis.ru/vrachu/dokumentaciya-polzovatelya/eczp.mis-3.0-2023.html> (дата обращения: 07.08.2023).

Gateway-сервис с *REST*-архитектурой предоставляет возможность использовать различные запросы для передачи информации.

Spring Gateway – это высокопроизводительный инструмент, который используется для маршрутизации запросов между микросервисами. Он позволяет управлять входящими и исходящими запросами, а также применять различные фильтры и трансформации данных. *Spring Gateway* основан на проекте *Reactor*, который предоставляет асинхронную и реактивную модель программирования. Это позволяет обрабатывать запросы очень быстро и масштабировать систему горизонтально. *Spring Gateway* позволяет настраивать балансировку нагрузки между микросервисами, управлять версионированием *API* и многое другое. Он интегрируется хорошо с другими инструментами *Spring*, такими как *Spring Cloud Discovery Service* и *Spring Cloud Load Balancer*.

Таким образом, *Spring Gateway* – это мощный инструмент для маршрутизации запросов, который облегчает разработку микросервисных приложений и улучшает их производительность.

В данной работе для связи мобильного приложения и микросервисов был создан *gateway*-сервис, использующий протокол *gRPC*. *Gateway*-сервис с *gRPC* предоставляет набор методов, которые может вызывать клиент (мобильное приложение). При вызове метода клиентом сервис, используя данные, полученные от клиента, обращается к одному или нескольким микросервисам, чтобы сформировать ответ для клиента. Данный сервис отвечает за безопасность – авторизовывает пользователей, используя двустороннюю аутентификацию с использованием *TLS*-сертификатов.

Результаты внедрения

Микросервисная архитектура МИС с применением технологии *gateway* показана на рис. 2. Благодаря использованию микросервисной архитектуры с двумя *gateway*-сервисами удалось добиться баланса и оптимальности системы: *web*-приложение и мобильное приложение работают каждый со своим *gateway*-сервисом, что добавляет гибкости и понятности.

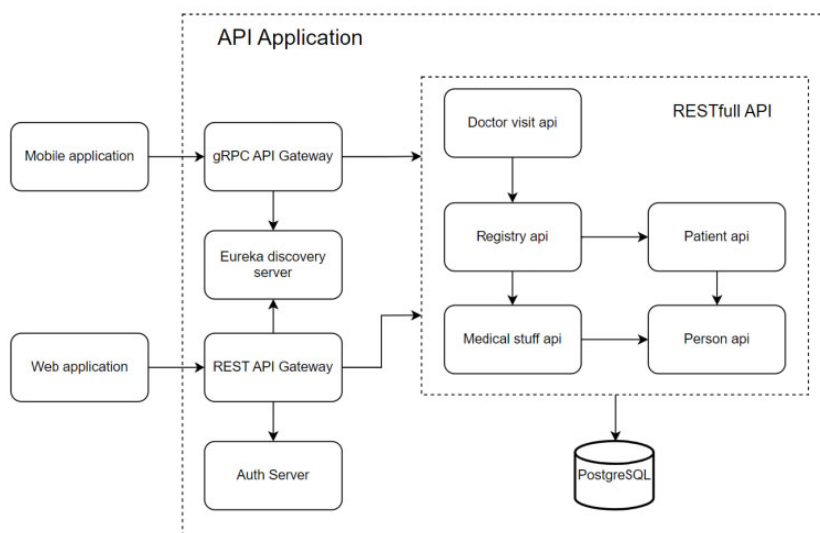


Рис. 2. Архитектура приложения на начальных итерациях разработки

Использование микросервисов позволило разграничить конкретные функции и обязанности в рамках одного микросервиса, что дает возможность при необходимости изменять и улучшать этот микросервис без влияния на другие части системы.

Заключение

В данной статье были рассмотрены различные технологии взаимодействия в микросервисной архитектуре, проведен анализ их преимуществ и недостатков. Было выяснено, что использование таких технологий может значительно упростить разработку и обеспечить бо-

лее эффективное взаимодействие между микросервисами и клиентами. Однако необходимо учитывать особенности каждой технологии и выбирать наиболее подходящую для конкретного проекта. В целом данная статья может быть полезна для разработчиков, которые разрабатывают информационную систему и хотят улучшить процесс взаимодействия между микросервисами и клиентами.

Список использованных источников и литературы

1. *Likness, Jeremy*. Serverless apps: Architecture, patterns, and Azure implementation // Microsoft Developer Division, .NET, and Visual Studio product teams. – Redmond, Washington, 2021.
2. Общие архитектуры веб-приложений. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/architecture/modern-web-apps-azure/common-web-application-architectures> (дата обращения: 18.04.2023).
3. *Крис Ричардсон*. Микросервисы. Паттерны разработки и рефакторинга / пер. с англ. С. В. Черников ; ред. Н. Гринчик. – Санкт-Петербург : Питер, 2022. – 544 с.
4. gRPC. – URL: <https://grpc.io/blog/mobile-benchmarks/> (дата обращения: 18.04.2023).
5. Medium. – URL: <https://medium.com/@EmperorRXF/evaluating-performance-of-rest-vs-grpc-1b8bdf0b22da> (дата обращения: 18.04.2023).

N. A. Kalinin, Student

A. I. Arkhipova, Student

A. B. Babintsev, Student

G. M. Tulegenov, Student

A. I. Limonnikov, Student

I. O. Arkhipov, PhD in Engineering, Associate Professor

Department of Software

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Implementing technologies of interaction between microservices and external clients in information systems design

This paper explores the integration of interaction technologies within microservices architecture as well as with external clients (mobile application and web application). It will explore how various interaction technologies can be used to simplify development and ensure effective interaction between microservices and clients. It will also be considered the peculiarities of the use of such technologies, their advantages and disadvantages.

Keywords: microservice architecture; REST API; gRPC API; gateway; information system.

В. И. Жуков, аспирант
Инженерная академия

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), г. Москва

Концептуальная модель системы поддержки принятия решений по управлению цифровой витриной продаж

В работе рассматривается проблема управления цифровыми витринами продаж, анализируются подходы к моделированию поведения пользователей и предлагается концептуальная модель системы поддержки принятия решений по управлению цифровой витриной.

Ключевые слова: цифровая витрина; система поддержки принятия решений; СППР; анализ поведения пользователей.

Введение

В рамках управления цифровыми витринами продаж встает задача улучшения основных экономических показателей витрины, под которыми обычно понимаются конверсия (CR) и средний чек (AOV). Теоретически могут быть выбраны и другие метрики в качестве целевых, но это отразится только на конкретном решении задачи оптимизации, и в рамках разработки концептуальной модели этим можно пренебречь.

Управление заключается во внесении изменений в витрину. Изменения могут касаться технологического (например, скорость работы сайта), контентно-продуктового (весь контент, который видит пользователь) и маркетингового направлений (действующие акции и их анонсирование). На данные изменения в цифровой витрине реагируют пользователи, которые ее посещают. При этом пользователи обладают некоторым известным набором атрибутов (например, регион) и характеристик поведения, которые возникают в процессе взаимодействия с витриной (например, просмотренные товары или поисковые запросы). Направление наших управленческих воздействий задает факторы влияния. Схематично это представлено на рис. 1.

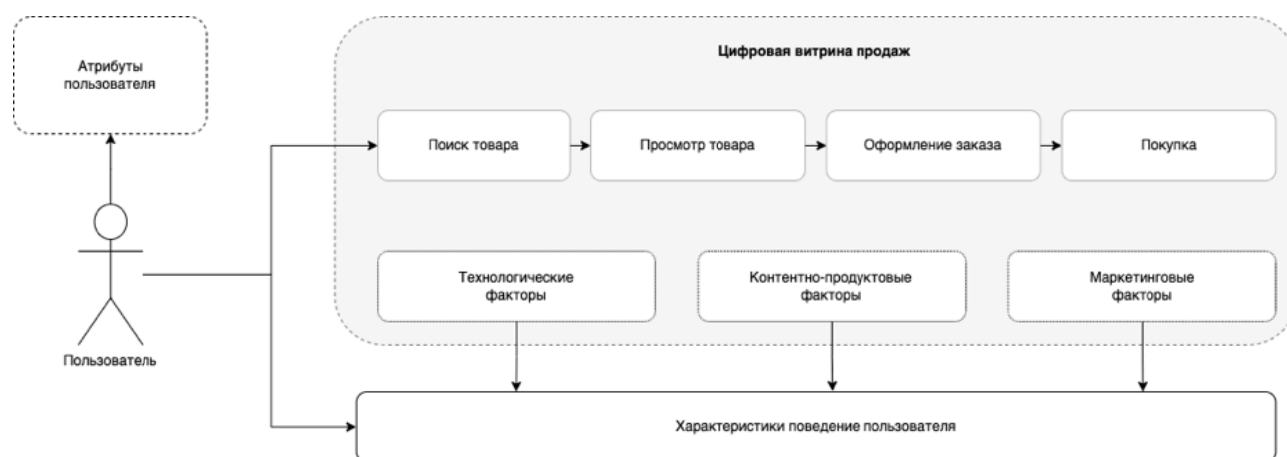


Рис. 1. Схема взаимодействия пользователя с цифровой витриной продаж

В рамках работающей цифровой витрины поведение пользователей определяет конкретное значение метрик. Изменения в реакции пользователей приводят к изменению метрик, изменения самих пользователей также может приводить к изменению показателей. При этом переменных, объясняющих целевые метрики, может быть более десятка тысяч, что не-

возможно проанализировать вручную. Встает задача по разработке системы поддержки принятия решений (СППР), которая могла бы самостоятельно искать аномалии и детектировать факторы их вызывающие, а также быть ассистентом в задачах внедрения изменений, позволяя проводить анализ «что если».

Моделирование поведения пользователя

Ключевой задачей для реализации такой системы является моделирование поведения пользователей.

При отсутствии существенных изменений во внешних и внутренних факторах метрики витрины есть тенденция быть стабильными. Мы имеем дело с динамической открытой системой, и на практике стабильность поведения может наблюдаться только на относительно коротком промежутке времени. Для локализации места (а еще лучше причин) изменений и прогнозирования реакции на будущие потенциальные изменения поведение пользователей необходимо представить в виде модели для дальнейшей математической (алгоритмической) обработки.

Большинство достижений в этой области обусловлены решением двух классов задач: расчет вероятности покупки [1] и задачи по разработке системы рекомендаций и персонализации [2, 3].

В простейшем виде поведение пользователя можно представить в виде вектора известной информации о пользователе (U) и вектора агрегационных характеристик сеанса (C), таких как факт прохождения конкретного этапа воронки, просмотренных категорий товаров, длительности сессии и др.

$$S = (\{c_1, c_2, \dots, c_i\}, \forall c_i \in C). \quad (1)$$

Конкретные характеристики обычно определяют на основе экспертного знания предметной области, но они могут определяться и на основе алгоритмов. Но в любом случае из-за факта агрегации происходит потеря потенциально важной информации, к тому же такие модели не учитывают последовательность действий в рамках сессии.

Для использования информации о последовательности действий используют Марковские цепи, определяя множество конечных состояний (часто довольно широкое), которое обычно состоит из этапов пользовательского пути (*customer journey map*) с определенными характеристиками, например, просмотр категории товаров «А». При этом получается матрица вероятностей переходов от одного состояния к другому. Недостатком данной модели является отсутствие памяти: текущее состояние определяет вероятность наступления следующих состояний, но не учитывает прошлые состояния, что важно в рамках задачи моделирования пользовательского поведения, так, например, поведение пользователя, добавившего товар в корзину, и пользователя, только зашедшего на витрину, будет отличаться.

Для решения задачи добавления свойства памяти для моделей применяют рекуррентные нейронные сети (*RNN*) [4] и их разновидности *LSTM* (сеть с долговременной и кратковременной памятью) и *GRU* (управляемый рекуррентный блок). При этом сессия будет представляться не как набор агрегационных характеристик, а как последовательный вектор действий x во времени T :

$$S = (\{x_1^{(t_1)}, x_2^{(t_2)}, \dots, x_i^{(t_j)}\}, \forall x_i \in X, t_j \in T). \quad (2)$$

При решении задачи прогнозирования различных изменений на витрине может быть использовано имитационное моделирование [5], позволяющее провести симуляцию поведения пользователей и их реакцию на определенные изменения в технологических, контентно-продуктовых и маркетинговых факторах. При этом пользователей можно представить в виде агентов, реагирующих на изменение внешней среды. Ключевой особенностью применения идеи агентного моделирования в данном случае является то, что агенты явным образом не взаимодействуют друг с другом, а реагируют только на изменения среды, среда же определяется как совокупность технических, контентно-продуктовых и маркетинговых факторов.

Важно отметить, что для задачи автоматического поиска и детекции аномалий в поведении пользователей и задачи прогнозирования («что если») могут использоваться разные виды моделей, описывающих поведение пользователей.

Концептуальная модель СППР

Можно выделить три ключевые подсистемы СППР: подсистема определения отклонений, подсистема имитационного моделирования и подсистема представления факторов (рис. 2).

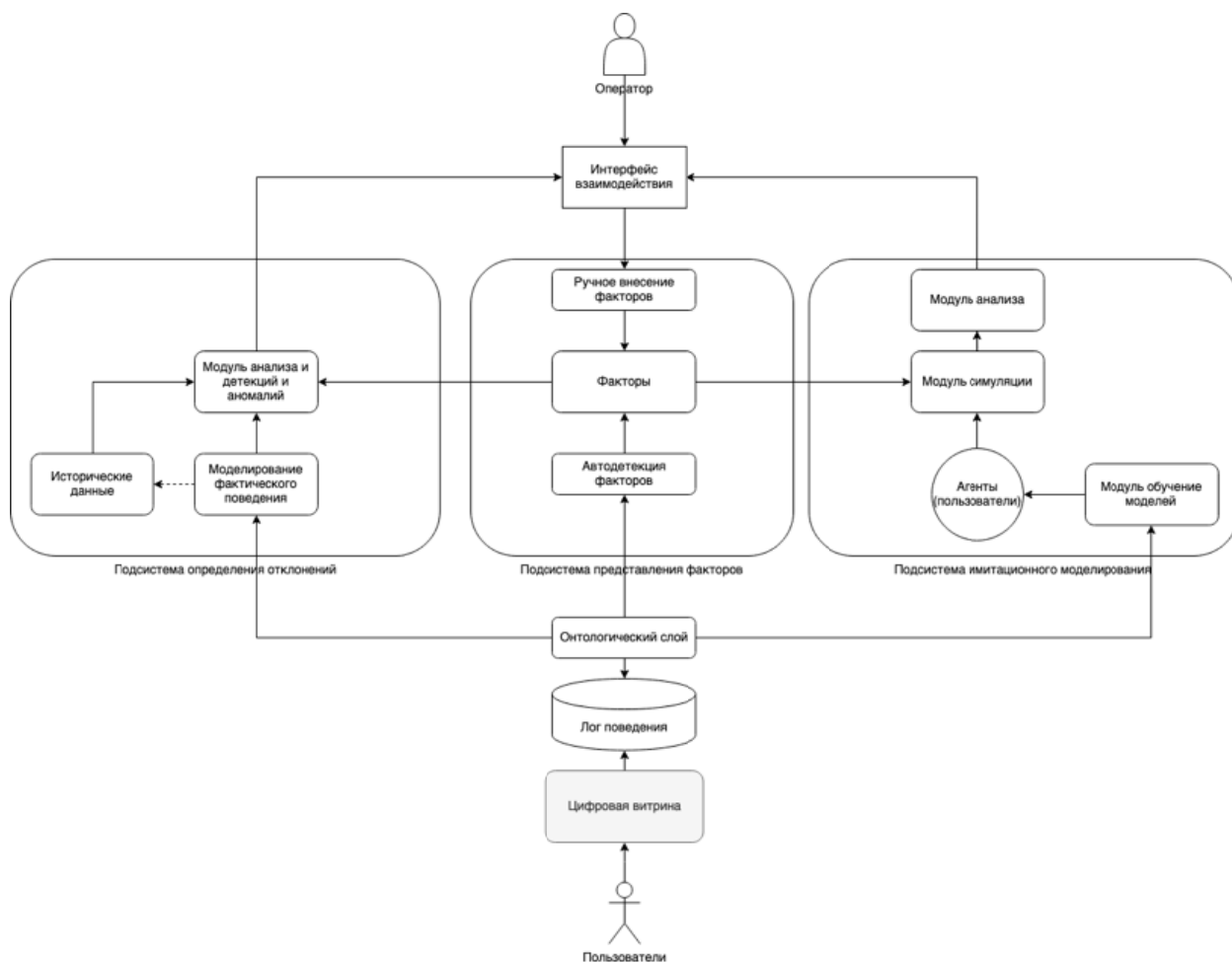


Рис. 2. Концептуальная модель системы поддержки принятия решения по управлению цифровыми каналами продаж

Подсистема представления факторов хранит в себе информацию о технологических, контентно-продуктовых и маркетинговых факторах. Эта информация может поступать либо из данных о поведении пользователя и определяться автоматически, либо вноситься вручную оператором системы. Для автоматического определения используется информация, хранящаяся в логах пользователя, например, цена просматриваемого товара или скорость загрузки сайта.

Подсистема определения отклонений с использованием данных о факторах витрины и на основе анализа текущего поведения пользователей в автоматическом режиме ищет аномалии в поведении. Аномальность определяется на основе отклонений от «некоторой нормы», которая рассчитывается на основе исторических данных.

Подсистема имитационного моделирования содержит в себе постоянно переобучаемые на основе новых данных модели поведения пользователей, которые далее представляются в виде множества агентов и используются в модуле симуляции. Важно, что агенты в системе различны и должны определяться на основе различных характеристик для различ-

ных сегментов пользователей. Сама подсистема может работать как по запросу, так и в автоматическом режиме, подбирая наиболее оптимальный на данный момент возможный сценарий и предлагая внести изменения в витрину.

В рамках модели предлагаемой СППР вводится дополнительный онтологический слой. Поскольку конкретные названия событий (собираемых в логи), происходящих с пользователем, неуниверсальны и могут меняться от компании к компании и даже в рамках одной цифровой витрины, предлагается пропускать лог поведения через специальный онтологический слой, назначением которого является приведение разнообразных названий к одной системе обозначений.

Заключение

В работе предложена концептуальная модель системы поддержки принятия решений по управлению цифровыми витринами продаж. Ключевыми направлениями дальнейших исследований в этой области являются непосредственно разработка математических моделей автоматической детекции аномалий и моделей, позволяющих выполнять задачи имитационного моделирования в рамках поиска наиболее оптимальных вариантов изменения внутренних факторов в цифровой витрине продаж.

Список использованных источников и литературы

1. A deep Markov model for clickstream analytics in online shopping / Y. Ozyurt [et al.] // Proceedings of the ACM Web Conference 2022. – 2022. – Pp. 3071–3081.
2. Behavior sequence transformer for e-commerce recommendation in alibaba / Q. Chen [et al.] // Proceedings of the 1st International Workshop on Deep Learning Practice for High-Dimensional Sparse Data. – 2019. – Pp. 1–4.
3. Personalization in practice: Methods and applications / D. Goldenberg [et al.] // Proceedings of the 14th ACM international conference on web search and data mining. – 2021. – Pp. 1123–1126.
4. Koehn, D. Predicting online shopping behaviour from clickstream data using deep learning / D. Koehn, S. Lessmann, M. Schaal // Expert Systems with Applications. – 2020. – Vol. 150. – Pp. 1–16.
5. User behavior simulation for search result re-ranking / J. Zhang [et al.] // ACM Transactions on Information Systems. – 2023. – Vol. 41. – No. 1. – Pp. 1–35.

V. I. Zhukov, Post-graduate
Academy of Engineering
Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN), Moscow

Conceptual model of a decision support system for managing a digital storefront

In this paper, the problem of managing digital storefronts is considered, approaches to modeling user behavior are analyzed, and a conceptual model of a decision support system for managing a digital storefront is proposed.

Keywords: digital storefront; decision support system; DSS; user behavior analysis.

В. В. Кожевников, студент
Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Необходимость введения функции распознавания библиографической записи в процесс каталогизации

В статье рассматривается сравнительный анализ для создания системы каталогизации печатного издания путем распознавания библиографической записи. В ходе анализа были рассмотрены существующие библиотеки распознавания библиографической записи.

Ключевые слова: печатное издание; распознавание текста; ББК; УДК.

Введение

Каталогизация – это комплекс процессов по сбору, хранению, представлению, классификации, обработке и функционированию библиотечных каталогов [1]. Последнее, в свою очередь, являются совокупностью расположенных по определенным правилам библиографических записей. В последние годы наблюдается растущий интерес к использованию автоматизированных подходов для распознавания библиографических записей и облегчения процесса каталогизации. В этой статье рассматриваются современные методы распознавания библиографических записей из печатных изданий, включая методы оптического распознавания символов (*OCR*) и извлечения информации (*IE*).

К печатным изданиям относятся тиражированные издания, полученные печатанием или тиснением, полиграфически самостоятельно оформленные: книги, брошюры, журналы, продолжающиеся издания, листовые издания, газеты, изоиздания, нотные издания, картографические издания, нормативно-технические и технические документы, авторефераты диссертаций.

Чтобы было удобнее работать с печатными изданиями, было придумано множество систем каталогизации [4]. Большинство решений предлагает только хранение информации и работу с данными. Однако такой метод не самый оптимизированный, т. к. добавление информации в каталог существенно снижает эффективность добавление в каталог печатного издания.

Актуальность темы работы определяется необходимостью постоянного совершенствования работы с печатными изданиями. Разберем понятия для более детального понимания того, с чем предстоит работа.

Библиографическая запись [1] – это стандартизированное описание публикации, которое включает ее название, автора, издателя, дату публикации, универсальную десятичную классификацию (УДК), библиотечно-библиографическую классификацию (ББК), государственный рубрикатор научно-технической информации (ГРНТИ) и другую соответствующую информацию (подробнее далее). Каталогизаторы создают библиографические записи вручную, изучая публикацию и извлекая важную информацию. Качество библиографической записи имеет особое значение, поскольку оно определяет эффективность процесса поиска для пользователей библиотеки. Однако каталогизация вручную отнимает много времени и трудоемка, особенно для больших коллекций.

Библиотечно-библиографическая классификация [1] – система отечественной (Российской Федерации) библиотечной классификации изданий, она предназначена для организации библиотечных фондов, каталогов и картотек.

Универсальная десятичная классификация [1] – это система классификации информации, широко используется во всем мире для систематизации произведений науки, литературы и искусства, периодической печати, различных видов документов и организации картотек; включает следующие отделы, обозначенные (от 0 до 9):

Общий отдел;

Философия. Психология;

Религия. Теология;

Общественные науки;

Резервный раздел, пустующий с 1962 г.

Математика. Естественные науки;

Прикладные науки. Медицина. Техника;

Искусство. Декоративно-прикладное искусство;

Языкознание. Художественная литература. Литературоведение;

География. Биографии. История.

Международный стандартный книжный номер [2] (*International Standard Book Number (ISBN)*) – уникальный номер книжного издания, необходимый для распространения книги в торговых сетях и автоматизации работы с изданием.

Распознавание библиографических записей [1] – это процесс автоматической идентификации и извлечения важной информации из печатных публикаций. Процесс распознавания обычно включает в себя два этапа: оптическое распознавание символов (*OCR*) и извлечение информации (*IE*). *OCR* используется для преобразования печатного текста в цифровой формат, а *IE* – для извлечения важной информации из цифрового текста.

Данные для распознавания и хранения

В каждом печатном издании существует выходные сведения книги. Они включают в себя коды: ББК, УДК, автора, название издания, год издания, ISBN, город издательства, код города. На вход для распознавания идет изображение, которое содержит все информационно-важные части, описанные выше.

Библиотеки распознавания, применяемые для каталогизации, и их сравнение

Рассмотрим три известные библиотеки распознавания, имеющие наибольшее популярность.

Библиотеки распознавания текста изображений – это программные средства, которые можно использовать для извлечения текста из изображений. Они используют технологию оптического распознавания символов для анализа изображения и преобразования текста в машиночитаемый формат. Ниже представлены несколько популярных библиотек распознавания изображений и текста и сравнительная таблица:

1) *Tesseract*

Tesseract OCR – это механизм оптического распознавания символов с открытым исходным кодом, разработанный *Google*. Он широко используется для распознавания и извлечения текста из изображений, документов и других источников печатного или рукописного текста. *Tesseract OCR* был впервые разработан *Hewlett-Packard Laboratories* в 1980-х годах, а затем выпущен как проект с открытым исходным кодом в 2006 г. После этого *Google* взяла на себя разработку проекта.

Tesseract OCR поддерживает более 100 языков и может распознавать текст различных шрифтов, размеров и стилей. Он использует искусственный интеллект и алгоритмы машинного обучения для повышения точности и скорости распознавания. *Tesseract OCR* обладает гибким *API*, который позволяет интегрировать его в различные языки программирования, такие как *C++*, *Python*, *Java* и др.

Одной из ключевых особенностей *Tesseract OCR* является его способность распознавать текст на некачественных изображениях. Он может обрабатывать изображения с низким разрешением, изображения с плохой контрастностью и изображения со сложным фоном, распознавать несколько языков в одном документе или изображении.

Tesseract OCR можно использовать для различных приложений, включая управление документами, автоматический ввод данных и поиск изображений. Его также можно использовать для распознавания текста в мобильных приложениях и другом программном обеспечении, требующем функции *OCR*.

Tesseract OCR – это мощный и гибкий механизм распознавания текста, который широко применяется и пользуется доверием как разработчиков, так и пользователей. Его природа с открытым исходным кодом и широкий спектр функций делают его популярным выбором для приложений распознавания текста.

2) *OCRopus*

OCRopus [5] – это система *OCR*, разработанная немецким исследовательским центром искусственного интеллекта; программный набор инструментов *OCR* с открытым исходным кодом, предназначенный для распознавания печатного текста. Система написана на *Python* и построена на других библиотеках с открытым исходным кодом, включая *tesseract OCR engine*.

OCRopus разработан таким образом, чтобы быть модульным, гибким и простым в использовании. Он поддерживает различные форматы ввода, включая отсканированные изображения, *PDF*-файлы и даже изображения с камеры, и может выводить текст в нескольких форматах, таких как обычный текст, *hOCR* и *ALTO XML*.

Инструментарий *OCRopus* состоит из нескольких модулей, включая анализ макета, распознавание текста и постобработку. Анализ макета – это процесс определения макета документа, такого как текстовые строки, столбцы и абзацы. *OCRopus* использует библиотеку *OpenCV* для анализа макета. Модуль распознавания текста использует *tesseract OCR engine* для распознавания текста с изображения. Модули постобработки используются для повышения точности распознанного текста.

OCRopus применялся в различных приложениях, включая цифровые библиотеки, оцифровку архивов и крупномасштабные проекты по оцифровке газет. Система достигла высоких показателей точности по нескольким тестам, включая популярный набор данных *OCRopus 1000*.

OCRopus – это система распознавания текста, которая широко используется в исследовательском сообществе и имеет множество практических применений.

3) *Kraken*

Kraken OCR [6] – это движок оптического распознавания символов с открытым исходным кодом, разработанный университетом Инсбрука в Австрии. Он предназначен для распознавания текста из отсканированных документов и изображений и может точно обнаруживать и распознавать текст на различных языках.

Kraken OCR использует алгоритмы глубокого обучения для анализа изображений и идентификации символов на них. Он может распознавать широкий спектр шрифтов, включая рукописный текст, и может обрабатывать текст на нескольких языках, включая английский, немецкий, французский, испанский и многие др.

Kraken OCR доступен в виде пакета *Python*, что позволяет легко интегрировать его в другие приложения и рабочие процессы. Он поддерживает пакетную обработку нескольких изображений, что делает его идеальным для крупномасштабных задач распознавания текста.

Одним из ключевых преимуществ распознавания текста *Kraken* является его точность. Он был протестирован на широком спектре типов текста и изображений и неизменно обеспечивает высокий уровень точности распознавания и транскрибирования текста.

Kraken OCR – это система распознавания текста, которая может использоваться в самых разных приложениях, от оцифровки исторических документов до автоматизации задач ввода данных. Ее открытый исходный код и интерфейс на *Python* делают ее популярным выбором для разработчиков и исследователей, работающих в области распознавания текста.

Сравнительный анализ библиотек распознавания

Критерии	Tesseract OCR	OCRopus	Kraken
Качество распознавания	Подходит для печатного текста и нечеткого изображения, но может вызвать проблемы с рукописным вводом	Может работать с широким спектром шрифтов, включая рукописный текст, но может испытывать трудности с некоторыми языками или скриптами	Хорошо работает с различными шрифтами и языками, включая сценарии со сложными лигатурами и диакритическими знаками
Языковая поддержка	Поддерживает более 100 языков, включая множество нелатинских алфавитов	Поддерживает ряд языков, но может иметь не такой широкий охват, как <i>Tesseract</i>	Поддерживает множество языков, с акцентом на исторические письменности и языки
Скорость распознавания	Может быстро обрабатывать страницы, особенно с ускорением графического процессора	Может быть медленнее, чем <i>Tesseract</i> , но справляется с более сложными задачами распознавания	Может быть медленнее, чем <i>Tesseract</i> и <i>OCRopus</i> , но обеспечивает более продвинутый анализ компоновки
Лицензирование	С открытым исходным кодом под лицензией <i>Apache 2.0</i>	С открытым исходным кодом под лицензией <i>Apache 2.0</i>	С открытым исходным кодом под лицензией <i>Apache 2.0</i>
Поддержка сообщества	Большое и активное сообщество с постоянным развитием и частыми обновлениями	Меньшее сообщество, с менее частыми обновлениями, но активно разрабатываемое академическими и исследовательскими институтами	Растущее сообщество с активным развитием и постоянным сотрудничеством в области исследований

Tesseract OCR – это надежный выбор для распознавания текста общего назначения, с хорошим качеством распознавания и обширной языковой поддержкой. OCRopus – хороший вариант для более сложных задач распознавания, таких как обработка рукописного текста или сложных скриптов, в то время как *Kraken* идеально подходит для исторических текстов и языков. Выбор используемой библиотеки будет зависеть от конкретных потребностей проекта и типов распознаваемого текста.

Выводы

Для реализации данной системы наиболее подходящим вариантом является *Tesseract OCR* [3], т. к. его особенностью является распознавание текста на нечетком изображении. Автоматизация каталогизации печатных изданий может сэкономить время и повысить точность и согласованность библиографических записей, облегчая пользователям библиотеки поиск необходимых им материалов и доступ к ним.

Список использованных источников и литературы

1. Межпоселенческая центральная библиотека // <https://chaltlib.ru>. – URL: https://chaltlib.ru/articles/library/spetsialistu/ucheba/shkola_obuchenija_osnovam_bibliotechnoj_professii/zanjatie_6/ (дата обращения: 07.08.2023).
2. Международный стандартный книжный номер // Википедия. – URL https://ru.wikipedia.org/wiki/Международный_стандартный_книжный_номер (дата обращения: 07.08.2023).
3. Serge, V. Разработка решения для управления документооборотом: как мы выбирали OCR библиотеку для наших задач // Smartum.pro. – URL <https://smartum.pro/ru/blog-ru/razrabotka-resheniya-dlya-upravleniya-dokumentooborotom-kak-my-vybirali-ocr-biblioteku> (дата обращения: 07.08.2023).
4. Обзор автоматизированных библиотечных систем: 4 похожих, но очень разных продукта // ЛаЛаЛань. – URL: <https://lala.lanbook.com> (дата обращения: 07.08.2023).

5. OCRopus // Викибриф. – URL: <https://ru.wikibrief.org/wiki/OCRopus#:~:text=OCRopus%20-%20это%20бесплатный%20анализ,Германия%2C%20при%20спонсорской%20поддержке%20Google> (дата обращения: 07.08.2023).

6. kraken. – URL <https://kraken.re/4.2.0/index.html> (дата обращения: 07.08.2023).

V. V. Kozhevnikov, Student

Department of Automated Information Processing and Control Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The need to introduce a bibliographic record recognition function into the cataloging process

The article considers a comparative analysis for creating a cataloging system of a printed publication by recognizing a bibliographic record. During the analysis, the existing libraries of recognition of bibliographic records were considered.

Keywords: print edition; text recognition; LBC; UDC.

М. Ю. Захарычев, аспирант
С. В. Вологдин, доктор технических наук, доцент
Кафедра «Защита информации в компьютеризированных системах»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Оптимизация запасов комплектующих для обеспечения работоспособности установок глубинных насосов в условиях аренды нефтегазопромышленного оборудования: обзор исследований

Представлен обзор методик оптимизации запасов комплектующих изделий при управлении материально-техническим обеспечением на производственных предприятиях; методов решения задачи по оптимизации количества запасных элементов технических систем для проведения плановых и аварийных ремонтов восстанавливаемой техники, анализа и проектирования системы управления распределенными многономенклатурными запасами ремонтируемых узлов сложных изделий. Рассмотрен вопрос по допустимости использования классической модели теории управления запасами Харриса (Вильсона) при решении прикладных задач. Анализируется литература по обеспечению работоспособности установок глубинных насосов для нефтегазопромышленной отрасли.

Ключевые слова: оптимальное управление; прогнозирование; запасы; оборудование; предприятие.

В работе В. В. Короленко [1] представлена методика оптимизации запасов комплектующих изделий при управлении материально-техническим обеспечением авиационной техники, в основу которой положена концепция минимизации суммарных затрат на поставку и хранение. Данная методика учитывает широкую номенклатуру комплектующих изделий, определяет количество задействованных в поставках транспортных средств, дает обоснование размеров страхового и неснижаемых запасов комплектующих изделий исходя из допустимого уровня риска истощения запасов в период между поставками.

Вопросы применения *ABC*- и *HML*-методик для прогнозирования объема аварийного запаса комплектующих основного оборудования на основе статистических данных электроэнергетического предприятия рассмотрены в исследовании [2]. По результатам сравнительного численного эксперимента авторами показана эффективность применения *ABC*-метода по краткосрочному прогнозированию запасов комплектующих электротехнического оборудования. Приводятся данные, что для задачи прогнозирования и планирования объемов необходимого оборудования *HML*-анализ не всегда дает приемлемый результат.

В диссертационном исследовании Т. В. Ярковской [3] рассмотрены вопросы оптимизации запаса комплектующих изделий и числа ремонтных позиций при агрегатном методе ремонта оборудования на примере колесных пар локомотивов. В работе приводится постановка задачи и результаты решения оптимизационных задач по определению объема запасных колесных пар на ремонтном предприятии, запасных бандажей, частей и материалов для удовлетворения потребности в проведении плановых и неплановых ремонтов с наименьшими затратами; описание методики поиска оптимального решения при расчете параметров технологического процесса агрегатного метода ремонта оборудования с ограниченным запасом бандажей на основе теории математического планирования эксперимента.

Статья Н. П. Макаркина [4] посвящена решению задачи по оптимизации количества запасных элементов технических систем для проведения плановых и аварийных ремонтов восстанавливаемой техники и соответствующие им методы решения. В качестве критерия оптимальности рассматривается минимум суммарных затрат потребителя на приобретение, оформление заказа и издержки хранения запасных частей. Решение экстремальной задачи

представляется в два этапа. На первом этапе осуществляется поиск оптимального количества запасных частей для устранения аварийных отказов технических систем. На втором – решение задачи оптимального количества запасных частей для проведения их плановых профилактических ремонтов и осмотров. Представленная автором методика позволяет определить оптимальное количество запасных изделий по каждой группе элементов технической системы, а также оптимальный состав запаса изделий.

Вопросы оптимального управления запасами при сокращении эксплуатационных расходов рассмотрены в монографии известного логиста Дж. Шрайбфедер [5], где приводятся не только азы логистического управления, но и прослеживается вся цепочка работы производственных предприятий. Шрайбфедер указывает, что эффективное управление запасами позволяет организации удовлетворять и превышать ожидания покупателей и предлагает методику создания программы управления запасами, позволяющую добиться высокой рентабельности вложений в складские запасы. В работе приводится методика расчета долевого показателя расходов на хранение и процента несвязанных с запасами затрат. Последний рассчитывается как отношение совокупных, не связанных с запасами, затрат компании к валовому объему продаж в денежном выражении.

В работе [6] автором решается проблема автоматизации закупок оборудования и комплектующих материалов, а также прогнозирования спроса и оптимизации запасов на предприятии, с помощью анализа архитектуры предприятия и выбора рациональной информационной системы управления процессом закупок. Приводятся результаты оценки системных интеграторов по управлению процессом продаж оборудования и комплектующих материалов.

Методика по организации планирования закупок, необходимых для предприятия материалов и комплектующих, оптимальной системы материального снабжения; проектирования эффективной системы управления запасами и основанной на ее основе системы складирования; определение наиболее совершенного механизма распределения готовой продукции рассмотрены в работе [7]. Здесь же приводятся теоретические и практические аспекты управления производственными и материальными потоками, рассмотрены вопросы определения оптимального количества складов на территории обслуживания, эффективности применения логистического подхода к управлению материальными потоками в производстве.

Для автоматизации оперативного планирования производственной программы с учетом загрузки мощностей, изменений в технологических процессах, имеющихся запасов и условий поставки материалов и комплектующих, целевых приоритетов и экономических ограничений авторами И. А. Обуховым и М. И. Кузнецовым разработана и зарегистрирована программа для ЭВМ [8]. Программа предназначена для оперативного планирования на промышленных предприятиях с дискретным, процессным и смешанным типами производства с помощью методов линейного программирования и нейросетевого анализа. Программное приложение производит расчет вариантов выполнения и требуемых ресурсов при заданных условиях; выбор оптимального варианта исполнения при заданных ограничениях технического и экономического характера.

Вопросы по использованию классической модели теории управления запасами Харриса (Вильсона), в частности формулы оптимального размера заказа Вильсона рассмотрены в работе Н. Стерлиговой [9]. Автор делает вывод, что при строгом экономико-математическом анализе модели формула не дает возможности рассчитать оптимальный размер заказа (хотя и является необходимым этапом на пути его нахождения) из-за ряда допущений, абсолютное большинство которых не может быть применено к практике бизнеса. Автор в работе приводит модификации этой формулы для моделей: с постепенным пополнением запасов; учетом потерь от дефицита запаса, расчета оптимального размера многономенклатурного заказа; учетом оптовых скидок; учетом НДС; затрат на хранение на единицу площади или объема; полного объема затрат на хранения.

Прикладные аспекты обеспечения работоспособности установок глубинных насосов для нефтепромысловой отрасли рассмотрены работах [10–12].

В частности, вопросы повышения надежности работы установки штангового глубинного насоса в осложненных условиях эксплуатации, повышения коэффициента полезного действия насоса с помощью самоустанавливающегося управляемого всасывающего клапана штангового глубинного насоса ШГН рассмотрен в работе Р. Р. Хузина [10].

В работе [11] рассмотрены вопросы регулирования частоты качания балансира станка-качалки малодебитных скважин, из которых добывают нефть с помощью штанговых насосов, связанные с переводом скважин с периодического режима работы на непрерывный. Разработанная авторами математическая модель может быть использована для проектирования и наладки частотно-регулируемого привода штанговой насосной установки, обеспечивающего непрерывную работу малодебитной скважины в соответствии с изменением дебита.

Авторами А. И. Аслямовым и Р. Ф. Сагатовым разработано и зарегистрировано программное приложение для автоматического формирования плановой стоимости работ буровыми яссами. Программа предназначена для использования специалистами технологических и производственных служб нефтедобывающих компаний в процессе планирования инвестиционной программы и оперативного учета затрат. Программа определяет наличие в компоновке буровых ясс, по продолжительности этапа в компоновке которого предусмотрен ясс, рассчитывает плановое время и стоимость сервиса аренды оборудования [12].

В диссертации А. А. Хроменко [13] приводит методику анализа и проектирования системы управления распределенными многономенклатурными запасами ремонтируемых узлов сложных изделий. Приводится обоснование системного подхода к управлению запасами и выбор алгоритма граничного анализа в качестве методической основы оптимизационной процедуры. Авторам разработана методика анализа и оптимизации распределенных систем управления многономенклатурными запасами ремонтируемых узлов, которая выводит оптимальную зависимость КГ от затрат на запасы. Построены по блочно-модульному принципу имитационные модели одноуровневой и двухуровневой системы управления многономенклатурными распределенными запасами ремонтируемых узлов, отражающие полный цикл работы системы: потоки отказов узлов, процессы проведения ремонтных работ, маршрутизация и доставка узлов, отслеживание наличия и дефицитов узлов на всех уровнях распределенной системы по всем типам узлов. В работе автор использует для решения поставленных задач методы и математический аппарат теории массового обслуживания, теории вероятностей и математической статистики программную среду MATLAB.

В диссертации И. Д. Сидельникова [14] рассматриваются вопросы разработки ряда экономико-математических моделей управления многоклассовым запасом продукции машиностроения. Автор предлагает и обосновывает учет в экономико-математических моделях логистических факторов, характеризующих особенности проектирования и эксплуатации продукции машиностроения, формулирует задачу оптимизации запаса промышленного оборудования с критерием оптимизации минимизации общих затрат на материально-техническое обеспечение для создания запаса комплектующих. Представлены математические модели оптимизации номенклатурного инвентаря для дискретных и непрерывных аргументов, при определении размера инвентаря учитывается структурная избыточность, присущая сложным техническим продуктам. Разработанные модели позволяют определить условие поддержания работоспособности изделия при определении потребности в заменяющих элементах.

Целью диссертационного исследования О. А. Корниловой [15] является совершенствование существующих методов оптимизации запасов материальных ресурсов на промышленных предприятиях. В работе приводится методика определения уровня запаса материальных ресурсов, обеспечивающего минимизацию потерь, связанных с колебаниями условий хозяйствования:

- разработка модели минимизации потерь, связанных с колебаниями условий хозяйствования;
- анализ возможных потерь, вызываемых дефицитом либо избытком материальных ресурсов;

– выявление, систематизация и анализ факторов, оказывающих влияние на формирование дефицита либо избытка запасов.

Кроме того, в работе приводятся практические рекомендации по минимизации запасов материальных ресурсов.

Список использованных источников и литературы

1. *Короленко, В. В.* Методика оптимизации запасов комплектующих изделий при управлении материально-техническим обеспечением авиационной техники / В. В. Короленко, В. В. Грибанов, А. Б. Дорошенко // Воздушно-космические силы. Теория и практика. – 2019. – № 11. – С. 104–113. – EDN QEBQOD

2. Применение ABC- и HML-методик для определения и оптимизации запаса комплектующих электротехнического оборудования / А. В. Белоглазов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2021. – Т. 23, № 3. – С. 103–115. – DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-3-103-115. – EDN AETBOS

3. *Ярковская, Т. В.* Оптимизация запаса комплектующих изделий и числа ремонтных позиций при агрегатном методе ремонта оборудования (на примере колесных пар локомотивов) : специальность 05.02.22 «Организация производства (по отраслям)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ярковская Татьяна Витальевна. – Москва, 2001. – 183 с. – EDN QDNSKJ

4. *Макаркин, Н. П.* Экономическая оптимизация количества запасных элементов технических систем с учетом фактора надежности // Вестник Мордовского университета. – 2016. – Т. 26, № 4. – С. 448–461. – DOI 10.15507/0236-2910.026.201604.448-461. – EDN XBFBTZ

5. *Шрайбфедер, Дж.* Эффективное управление запасами. – Москва : Альпина Бизнес Букс, 2008. – 304 с.

6. *Ковалева, К. А.* Управление процессом закупок на предприятии с помощью информационной системы / К. А. Ковалева, Г. Э. Остроумов // Информационные технологии в экономике и управлении : сб. материалов V Всерос. науч.-практ. конф., Махачкала, 23–24 ноября 2022 г. – Махачкала : Дагестан. гос. техн. ун-т, 2022. – С. 157–161. – EDN DKATHX

7. Основы управления производственными и материальными потоками / Н. Ю. Сопилко [и др.]. – Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2019. – 105 с. – ISBN 978-5-209-09106-6. – EDN YTPJWH

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020660715 Российская Федерация. Программа оперативного планирования производства : № 2020660040 : заявл. 04.09.2020 : опубл. 10.09.2020 / И. А. Обухов, М. И. Кузнецов ; заявитель Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радиотехника» (АО «НПП «Радиотехника»). – EDN DQMLVV

9. *Стерлигова, А. Н.* Определение оптимального размера заказа – первый и необходимый шаг на пути совершенствования движения материальных потоков / А. Н. Стерлигова, И. В. Семенова // Логистик&система. – 2005. – № 1. – 41 с.

10. *Хузин, Р. Р.* Повышение надежности работы установки штангового глубинного насоса в осложненных условиях эксплуатации // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2019. – № 6 (114). – С. 16–19. – DOI 10.33285/1999-6934-2019-6(114)-16-19. – EDN ZZMDUY

11. *Malyar, A. V.* Development of a mathematical model for computation of permissible operating parameters of the sucker-rod pump variable-frequency drive / A. V. Malyar, A. S. Andreishyn // Technical Electrodynamics. – 2020. – No. 2. – Pp. 43–49. – DOI 10.15407/technd2020.02.043. – EDN DJSSKR

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022683030 Российская Федерация. Программа автоматического формирования плановой стоимости работ буровыми яссами : № 2022681376 : заявл. 12.11.2022 : опубл. 30.11.2022 / А. И. Аслямов, Р. Ф. Сагатов ; заявитель Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В. Д. Шашина. – EDN KEDGNP

13. *Хроменко, А. А.* Оптимизация управления многономенклатурными распределенными запасами ремонтируемых узлов сложной техники методом имитационного моделирования : специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2011. – 19 с. – EDN QHUPKV

14. *Сидельников, И. Д.* Разработка комплекса экономико-математических моделей управления многономенклатурным запасом для машиностроительной продукции: специальность 08.00.13 «Мате-

математические и инструментальные методы экономики» : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Москва, 2018. – 170 с. – EDN OUYCTC

15. Корнилова, О. А. Развитие методики оптимизации запасов материальных ресурсов (на примере промышленных предприятий) : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Владимир, 2006. – 138 с. – EDN NOVKMJ

M. I.U. Zakharychev, Post-graduate
S. V. Vologdin, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor
Department of Information Security in Computerized Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Optimization of stocks of components to ensure the operability of deep-water pump installations underlease of oil and gas field equipment: research review

An overview of methods for optimizing stocks of components in the management of material and technical support at manufacturing enterprises is presented. An overview of methods for solving the problem of optimizing the number of spare elements of technical systems for scheduled and emergency repairs of restored equipment, analysis and design of a management system for distributed multi-nomenclature stocks of repaired components of complex products is given. The question of the permissibility of using the classical model of the Harris (Wilson) inventory management theory in solving applied problems is considered. A review of the literature on ensuring the operability of deep-water pump installations for the oilfield industry is considered.

Keywords: optimal control; forecasting; reserves; equipment; company.

Е. С. Назарук, студент
С. В. Козлов, кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой
Кафедра «Прикладная математика и информатика»
Смоленский государственный университет

Анализ изображений медицинских данных электрокардиограмм методами компьютерного зрения

В статье рассматриваются возможности анализа изображений медицинских данных электрокардиограмм с помощью библиотеки компьютерного зрения OpenCV на языке программирования Python 3. Из фотографий пленки выделяются элементарные показатели исследования – временной интервал, в течение которого производилась данная запись электрокардиограммы. Осуществляется подсчет количества интервалов «R-R» за найденный промежуток. Полученные данные можно использовать в качестве основы для дальнейшей автоматизации процессов «удаленной» медицинской диагностики, когда показатели кардиологического исследования пациента представлены лишь фотографиями плохого качества.

Ключевые слова: компьютерное зрение; медицина; автоматизация; разработка приложений; OpenCV; Python 3.

На сегодняшний день диагностика медицинских заболеваний является комплексной задачей, включающей в себя задачу получения диагностических данных, задачи интерпретации и постановки диагноза. Даже «здоровому» человеку, пришедшему на прием к врачу, необходимо провести общий осмотр. При этом требуется учитывать не только физическое состояние пациента, но и историю его болезни, наследственность и функциональные показатели. Все эти данные используются для скрининга состояния пациентов, составления оценок риска и прогноза продолжительности жизни, а также служат основой для поиска скрытых, «фатальных» для жизни человека, нарушений и их лечения на раннем этапе.

При найденном отклонении от нормы, или в ситуации, когда точность оценки состояния критически важна (пилоты, сотрудники правоохранительных органов и т. д.), количество диагностических исследований и их сложность сильно возрастает. Назначаются более «тонкие» исследования организма, в основе которых стоит сложнейшее физическое оборудование, и для их анализа требуется дополнительное время и внимание врача, а иногда даже дополнительные работники с отдельной квалификацией. Все эти факторы сильно влияют на возможности сегодняшней медицинской диагностики и определяют важность автоматизации анализа данных с помощью компьютерных технологий.

Хоть и компьютерная программа пока не может определить верный диагноз автономно с высокой точностью, и для этого все равно требуется специалист, она позволяет подготовить данные, преобразовать их в удобочитаемый вид и выделить места, требующие дополнительного внимания от специалиста.

В данной работе представлена простейшая автоматизация процесса определения частоты сердечных сокращений. Компьютерная модель, разработанная на языке программирования Python 3, способна по фотографии пленки электрокардиограммы (ЭКГ) определить, в течение какого времени производилась запись, а также количество «R-R»-интервалов в данном диапазоне, найти средние значения.

Определяющую роль в выборе языка программирования Python 3 как основного инструмента анализа сыграла его простота и скорость разработки проектов. Python – это высокоуровневый объектно-ориентированный язык программирования, который предназначен для создания приложений разных типов. Язык нацелен на увеличение эффективности трудовых

ресурсов разработчиков и читабельности кода, поддерживает разные методологии и парадигмы программирования [1, 2].

Хоть и *Python* традиционно считается медленным языком программирования в сравнении с языками *C++* и *C*, в данном проекте это не играет существенную роль и не влияет на скорость выполнения программы. Это обусловлено тем, что основная библиотека *OpenCV* написана именно на этих языках, а *Python* лишь вызывает эти функции через определенный слой абстракции, тем самым реализуя удобную обертку над кодом языка *C++*.

Библиотека *OpenCV*, используемая в проекте, – это библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом [3, 4]. Данная библиотека очень сильно упрощает работу с изображениями и включает в себя основные алгоритмы для поиска объектов и структур:

1. Обнаружение объектов на изображении (нахождение лиц с помощью алгоритма Виолы – Джонса, распознавание людей *HOG* и т. д.
2. Распознавание и описание плоских примитивов (*SURF*, *FAST* и др., включая специализированный фреймворк).
3. Анализ движения и отслеживание объектов (оптический поток, шаблоны движения, устранение фона).

В проекте используется библиотека *NumPy*, которая позволяет ускорить работу с основными операциями над массивами. Библиотека *NumPy* предоставляет реализации вычислительных алгоритмов в виде функций и операторов, которые оптимизированы для работы с многомерными массивами [5, 6]. В результате любой алгоритм, который может быть выражен в виде последовательности операций над массивами (матрицами) и реализованный с использованием *NumPy*, работает так же быстро, как эквивалентный код, выполняемый в *MATLAB* [7, 8].

Прежде чем перейти к сути проекта, нужно определить основные медицинские определения и термины, которые рассматриваются в работе.

1. Электрокардиография – методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца. Электрокардиография представляет собой относительно недорогой, но ценный метод электрофизиологической инструментальной диагностики в кардиологии. Прямым результатом электрокардиографии является получение электрокардиограммы (ЭКГ) [9, 10].

2. Пленка, на которой записывается ЭКГ, разделена на клетки (рис. 1).

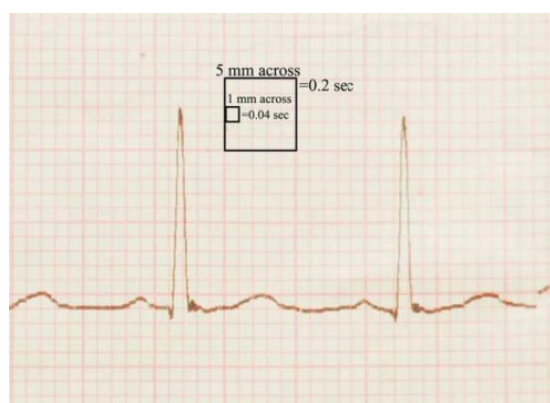


Рис. 1. Пленка ЭКГ

Они имеют смысл базового временного промежутка, и являются вариантом дискретного разбиения непрерывного сигнала с устройства. «Размерность» клетки определяется скоростью движения бумаги. Составляет обычно 50 мм/с. В некоторых случаях скорость движения бумаги устанавливают на 12,5 мм/с, 25 мм/с или 100 мм/с. В начале каждой записи регистрируется контрольный милливольт. Обычно его амплитуда составляет 10 или, реже, 20 мм/мВ. Медицинские приборы имеют определенные метрологические характеристики,

обеспечивающие воспроизводимость и сопоставимость измерений электрической активности сердца.

4. «R-R»-интервал в данной работе представляет собой некоторое усредненное значение между двумя отдельными ударами сердца (рис. 2).

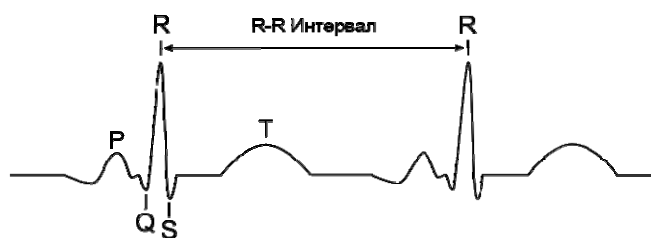


Рис. 2. «R-R»-интервал

Входные данные, с которыми работает программа – это изображение произвольного разрешения с записью ЭКГ (рис. 3).



Рис. 3. Запись ЭКГ

Первая задача состоит в том, что необходимо определить на фотографии количество «клеток» как по оси X , так и по оси Y . Зная суммарное количество их по оси X , мы получим время, в течение которого происходила запись, а по оси Y – максимальный вольтаж (максимальная высота). Библиотека *OpenCV* позволяет легко решить данную задачу почти в несколько строчек кода. Для этого можно удалить с изображения все те цвета, которые не входят в диапазон цвета *темно-розовый*, который определяет точку пересечения клеток. Диапазон $[130, 0, 220]$, $[170, 255, 255]$ в формате *BGR* (базовый формат для *OpenCV*) и фильтрация оставляет лишь точки, которые можно связать в систему координат X – Y (рис. 4).

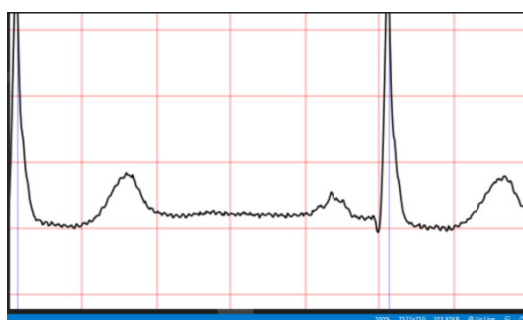


Рис. 4. Удаление «лишних» цветов

Код для преобразования и вывода на экран того результатов обработки изображения имеет следующий вид:

```
def countDimensionFilm(image):  
    pinkSqr = cv2.inRange(image, np.array ([130, 0, 220]), np.array ([170, 255, 255]))  
    cv2.imshow('Выделение сетки2', pinkSqr)
```

Получение координат точек (рис. 5) происходит с помощью функции библиотеки *OpenCV* (*cv2.findContours*). После получение координат достаточно просуммировать точки с одинаковыми координатами X , Y :

```

contours, hierarchy = cv2.findContours( edged, cv2.RETR_EXTERNAL,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
for c in contours:
    cv2.drawContours( edged, [c], 0, (255, 255, 255), 3)
    cv2.imshow('Выделение сетки2', pinkSqr)
    cv2.waitKey(0)
x_fix, y_fix = contours[1][0][0]
summX = 0
summY = 0
for i in range(len(contours)):
    x_fix_cur, y_fix_cur = contours[i][0][0]
    if (x_fix_cur == x_fix):
        summX += 1
    if (y_fix_cur == y_fix):
        summY += 1
print (summY, summX)
return [summX, summY]

```

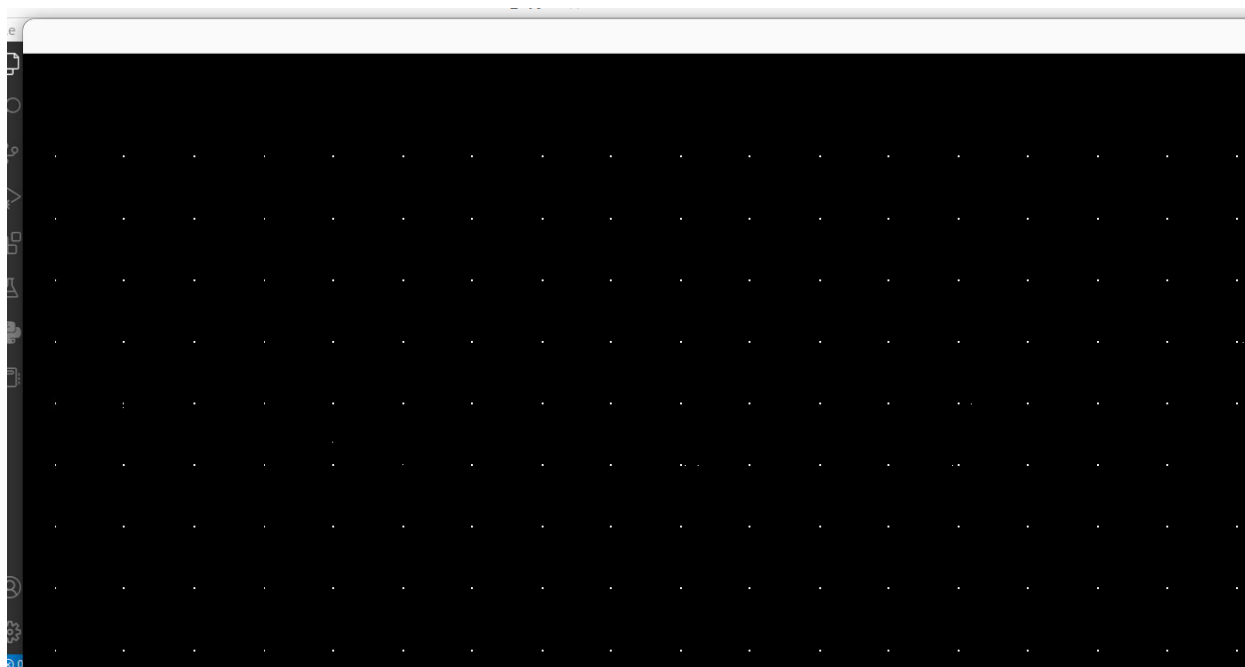


Рис. 5. Получение координат точек

Зная размерность пленки – стандартная для отечественных приборов в 0.2s, получаем время данного исследования (с погрешностью в одну клетку, в тестовых данных время записи – 20 секунд) и его максимальный вольтаж (рис. 6).



Рис. 6. Получение параметров исследования

Вторая задача состоит в получении самого сигнала ЭКГ. Она почти аналогична предыдущей. Удаляем цвета, которые не являются кривой измерения, получая лишь интересующий нас сигнал (рис. 7).

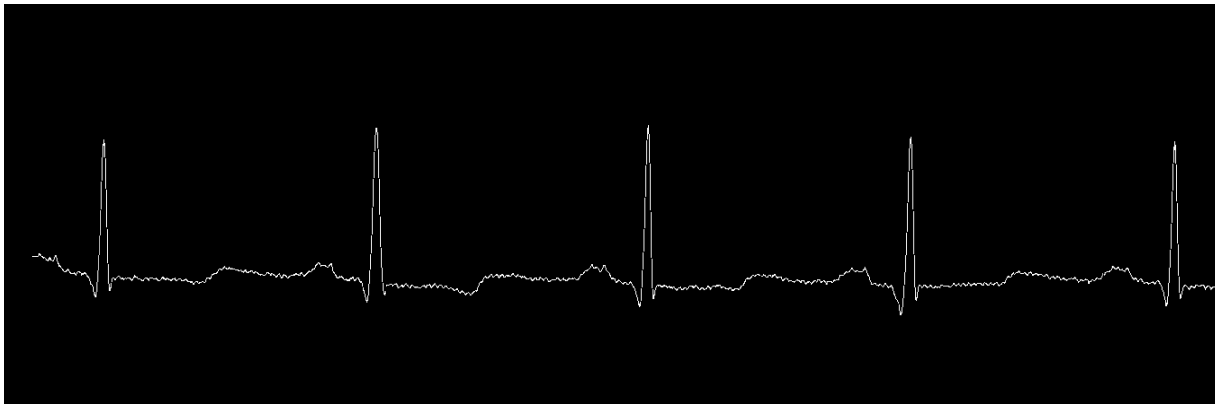


Рис. 7. Получение сигнала ЭКГ

Далее, стоит проблема в разбиении данного сигнала на контуры, т. к. он не является базовой геометрической фигурой или ее подобием. Функция поиска контуров находит излишне «сложные» кривые, поэтому для дальнейшего их анализа можно использовать функцию аппроксимации, которая сведет найденные кривые к более простому виду (рис. 8).

Функция имеет вид:

```
contours, hierarchy = cv2.findContours(edged, cv2.RETR_EXTERNAL,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
arrAproxCContours = []
for c in contours:
    # Берем длину кривой контура умноженную на коэффициент аппроксимации
    epsilon = 0.005 * cv2.arcLength(c, True)
    approximations = cv2.approxPolyDP(c, epsilon, True) #Получаем новый контур
    arrAproxCContours.append(approximations)
    cv2.drawContours(image, [approximations], 0, (0), 3)
# print(approximations)
cv2.imshow('Canny Edges After Contouring', image)
cv2.waitKey(0)
```

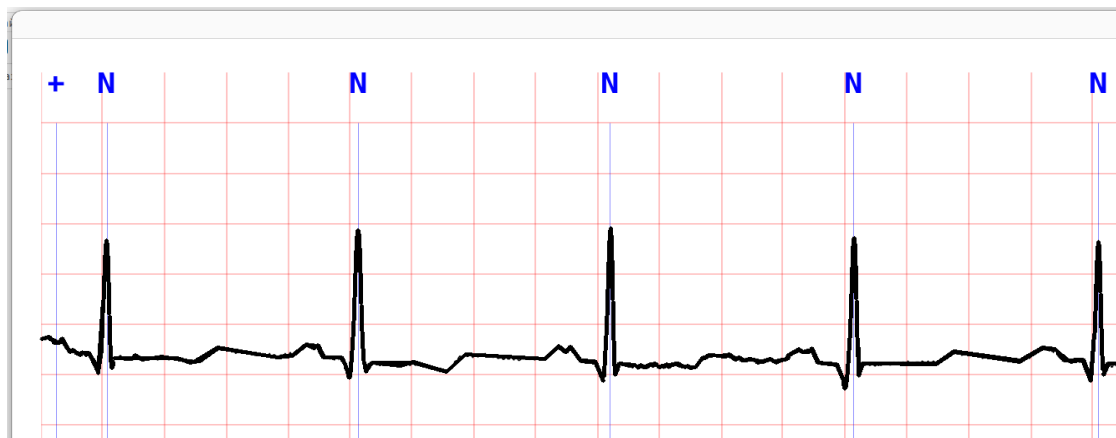


Рис. 8. Получение нового контура ЭКГ

Третья задача состоит в фильтрации найденных контуров. После получения массива с контурами необходимо сформировать выборку с максимальными значениями сигнала, которые и будут соответствовать «R»-зубцу и определять удар сердца (рис. 9).

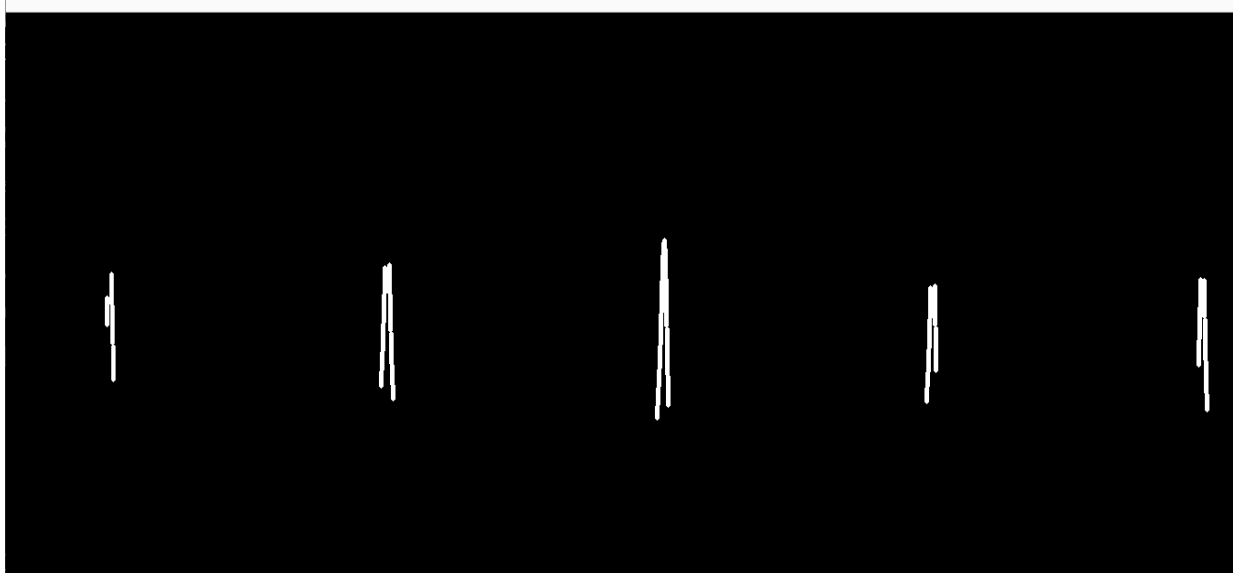


Рис. 9. Фильтрация контуров

После получения таких значений и их подсчета, мы получаем количество сердечных сокращений за период данной «съемки», а зная временной интервал съемки, можно получить частоту сердечных сокращений по формуле $= (\text{count}(r_interval) / \text{time}) * 60$.

В заключение хочется отметить, что в данной работе представлен вариант подсчета основных простейших (для нахождения с помощью компьютерного зрения) характеристик ЭКГ человека, данные которого представлены в виде фотографий. Основой анализа выступает сетка фотографии (снимка) и показатель ЭКГ, меняющийся в течение времени, а библиотека *OpenCV* позволяет относительно просто искать необходимые данные, и дает возможность делать это быстро, что в дальнейшем может использоваться в основе мобильного приложения без необходимости в серверной части, так как все вычисления могут выполняться прямо на устройстве телефона. Вариант такого приложения – «портативный» (мобильный) анализ записи на предмет отклонений, которые нуждаются в немедленной медицинской помощи. Для поиска более «комплексных» нарушений ритма и пороков проводимости по ЭКГ методы машинного зрения библиотеки *OpenCV* скорее всего неприемлемы, и лучше использовать методы машинного обучения [11, 12], однако и там они могут быть полезны для фильтрации необходимых объектов на изображении.

Список использованных источников и литературы

1. Козлов, С. В. Использование agile-методологий в разработке мобильных приложений / С. В. Козлов, К. В. Мельник // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие». – Санкт-Петербург, 2021. – С. 44–46.
2. Козлов, С. В. Проблемы применения методологии Agile при разработке программного обеспечения / С. В. Козлов, П. В. Беляков // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие» : материалы Всерос. (национальных) науч. конф. – Санкт-Петербург, 2021. – С. 29–31.
3. Кураев, Н. И. Библиотека компьютерного зрения *OpenCV* // Образовательная робототехника: состояние, проблемы, перспективы : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Новосиб. гос. пед. ун-та / под ред. Р. В. Каменева, И. В. Сартакова. – Новосибирск, 2021. – С. 186–188.
4. Туйгунов, А. З. Библиотека *OpenCV* для задачи распознавания показаний артериального давления по дисплеям тонометров // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2019) : тр. VII Всерос. науч. конф. (с приглашением зарубежных ученых): в 3 т. – Уфа, 2019. – С. 249–254.
5. Чигарина, Е. И. Алгоритмы кластеризации в задачах обработки данных большого объема / Е. И. Чигарина, М. И. Шеремеев // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018) : тр. Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. С. А. Прохорова. – Самара, 2018. – С. 229–231.

6. Муха, В. С. Математические модели многомерных данных // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. – 2014. – № 2 (80). – С. 143–158.
7. Бирюков, В. Е. Использование библиотеки Numpy для повышения эффективности программного кода на языке Python / В. Е. Бирюков, С. С. Ликсин // Новые информационные технологии и системы : сб. науч. ст. XVI Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза, 2019. – С. 159-161.
8. Ивина, О. А. Программирование массивов с помощью Numpy // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : материалы V Междунар. науч. конф. / под общ. ред. С. В. Беспаловой. – Донецк, 2020. – С. 220–222.
9. Каганов, В. И. Вейвлет-анализ электрокардиограмм // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2018. – Т. 165. № 5. – С. 658–660.
10. Тимофеева, О. П. Обработка и генерация изображений ЭКГ / О. П. Тимофеева, М. М. Гордеев, Д. А. Кобляков // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2021. – № 1 (132). – С. 24–29.
11. Кругликов, А. С. Нейросетевой алгоритм анализа нарушений сердечного ритма на основе матрицы признаков ЭКГ / А. С. Кругликов, А. Н. Калиниченко, Е. С. Якушенко // Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы – Биомедсистемы-2020 : материалы XXXIII Всерос. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань, 2020. – С. 200–203.
12. Борисенкова, А. В. Использование метода каскадов Хаара при распознавании образов на изображениях / А. В. Борисенкова, С. В. Козлов // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи : сб. материалов III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 28–33.

E. S. Nazaruk, Student

*S. V. Kozlov, PhD in Pedagogical Sciences, Head of the Department of Applied Mathematics and Informatics
Department of Applied Mathematics and Informatics
Smolensk State University*

Analysis of images of medical data of electrocardiograms by computer vision methods

This article discusses the possibilities of analyzing images of medical data of electrocardiograms using the OpenCV computer vision library in the Python3 programming language. From the photographs of the film, elementary parameters of the study are distinguished - the time interval during which this record of the electrocardiogram was made. The number of "R-R" intervals for the found interval is calculated. The data obtained can be used as a basis for further automation of the processes of "remote" medical diagnosis, when the patient's cardiac examination indicators are represented only by photographs of poor quality.

Keywords: computer vision; medicine; automation; application development; OpenCV; Python 3.

Н. А. Калинин, студент
А. И. Архипова, студент
Г. М. Тулегенов, студент
А. Б. Бабинцев, студент
А. И. Лимонников, студент

И. О. Архипов, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Программное обеспечение»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Интеллектуальный мониторинг состояния здоровья на основе показателей умных часов

В работе рассматривается система мониторинга и анализа показателей сердечного ритма, состоящая из модуля сбора данных с умных часов пользователя и модуля поиска аномалий в полученных данных. Разрабатываемый компонент предназначен для интеграции в мобильное приложение медицинской информационной системы. Медицинская информационная система способна давать рекомендации пациенту обратиться к врачу в силу возникновения объективных причин и обладает серьезным конкурентным преимуществом перед другими способами взаимодействия «пациент – клиника», а значит, более востребована конечными пользователями – сотрудниками медицинских организаций и их клиентами.

Ключевые слова: мониторинг здоровья; умные часы; нейронные сети.

В современном мире все больше людей хотят следить за своим здоровьем. Для этого они покупают так называемые смарт-устройства, которые способны круглосуточно отслеживать показатели их здоровья. Такой мониторинг осуществляется с помощью приложений *Mi Fit*, *Google Fit* и т. д. Однако результаты, полученные таким образом, не могут наглядно дать понять пользователю, что у него есть проблемы со здоровьем. Таким образом, появляется задача осуществления автоматизированного мониторинга здоровья для выявления болезней на ранних стадиях и инициировать обращение к специалисту.

Существующие решения:

1. Приложение «Связь – здоровье онлайн». Недостатками этого приложения является необходимость ручного ввода результатов измерения.

2. Приложение «Умный мониторинг здоровья». Это приложение интегрируется со специализированными устройствами, которые есть не у каждого.

3. Приложение *Ra Do Tech* – Мониторинг здоровья. Это решение осуществляет мониторинг большого спектра показателей здоровья. Но все измерения осуществляются с помощью дорогостоящего прибора.

На данный момент на рынке нет подходящего решения этой проблемы. Существующие приложения работают либо с определенными дорогостоящими устройствами, либо заставляют пользователя вносить данные вручную. Для реализации предлагаемого решения можно выделить две задачи: получение данных с умных устройств и их интеллектуальный анализ.

Для получения данных с умных устройств в приложение существуют различные способы. Один из них – это получение данных из облачных сервисов, например, таких как *Google Fit*. В этом случае мобильное приложение часов на устройстве пользователя подключается к сервисам *Google* и передает данные на их серверы. Затем приложение на стороне клиента подключается к серверам *Google* и получает данные в удобном для себя формате. Однако у этого способа есть свои ограничения: пользователь должен вручную синхронизи-

ровать данные, что исключает возможность фоновый мониторинг и анализа показателей здоровья. Кроме того, данные дважды передаются через сеть, что может вызвать их потерю и угрозу перехвата информации.

Другой способ получения данных с умных устройств – это использование технологии *Bluetooth Low Energy* [1]. В этом случае происходит прямое соединение между умным устройством и мобильным приложением с помощью технологии *Bluetooth*. Однако у этого способа есть свои ограничения – фоновое энергопотребление и использование дискового пространства пользователя.

С учетом необходимости импортозамещения и постоянного фоновый мониторинг показателей здоровья было принято решение использовать прямое соединение с помощью технологии *Bluetooth. Bluetooth Low Energy (BLE)* является технологией беспроводной связи, которая разработана для передачи данных с низким энергопотреблением. Она работает в том же диапазоне, что и обычная технология *Bluetooth*, но использует принцип энергосбережения. *Bluetooth Low Energy* позволяет значительно снизить потребление энергии и применяется в случаях, когда устройствам необходимо долгое время поддерживать передачу данных.

Интерфейсом взаимодействия являются предоставляемые устройствами сервисы. Сервис – набор функций и связанных с ними моделей поведения для взаимодействия с периферийным устройством. Каждый сервис содержит набор характеристик.

Характеристики – это определенные типы атрибутов, которые содержат одно логическое значение.

Для получения данных пульса приложение должно подключиться к умному устройству и подписаться на уведомления об изменениях характеристики с идентификационными номерами, установленными стандартом связи *BLE*, для показаний пульса идентификаторами являются "180d" для сервиса и "2a37" для характеристики. Таким образом, каждый раз при измерении пульса устройство будет отправлять в приложение результаты, обработка которых реализуется создателями приложения. В случае разрыва соединения результаты измерения получить не удастся.

После получения данных с устройства они помещаются в локальную базу данных *SQLite*, т. к. это самый быстрый способ для обращения к хранимой структурированной информации. При каждом измерении в базу записывается текущее время в формате целого числа. Для последующей обработки информации происходит обращение с указанием требуемого временного промежутка или диапазона значений. Локальная база данных состоит из единственной таблицы с двумя полями: «Значение» (*INTEGER*) и «Время» (*INTEGER*).

Мобильное приложение состоит из нескольких модулей для организации фоновой работы системы сбора показателей здоровья и анализа собранных показателей. Схема архитектуры мобильного приложения представлена на рис. 1.

Для выполнения анализа данных пульса можно выделить несколько методов. Например, самый простой – сравнить величину пульса с каким-то пороговым значением. Это может быть среднее значение пульса человека за день или просто среднее большое число. Однако для каждого человека такое пороговое значение является индивидуальным и уже может не подходить для другого. Другой вариант – это использование математического сплайна и сравнения реальных данных уже с ним. Такой способ может решить проблему подбора индивидуальных пороговых значений, однако он никак не сможет отличить случайный всплеск показателей от периодически повторяющегося отрицательного всплеска. Третий метод – использование нейросети. Он намного сложнее в реализации, чем предыдущие методы, но и результаты, полученные на его основе, будут более точными. Кроме того, такой способ точно будет обеспечивать индивидуальный подход для каждого пользователя.

Для текущей задачи была выбрана нейросеть прямого распространения – самый простой вид. Такое решение было принято исходя из того, что интеллектуальный анализ подобных данных – это не слишком сложная задача, с которой очень хорошо справляется такая архитектура нейронной сети.

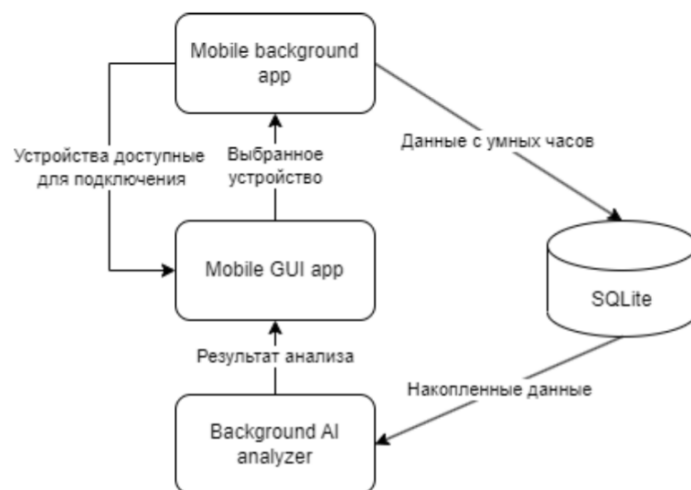


Рис. 1. Схема архитектуры мобильного приложения с модулем анализа данных

Мониторинг состояния здоровья на текущий момент осуществляется только на основе показателей пульса. Входным параметром на один нейрон для сети является среднее значение пульса за один час. Поэтому происходит преобразование данных к такому формату. Видоизмененные данные можно отправлять для анализа в нейронную сеть. На входные 32 нейрона сети подаются данные пульса, затем, на основании этих данных, нейросеть предсказывает среднюю величину за следующий час. Если предсказанное значение сильно отличается от реального, это расценивается как аномалия и записывается в таблицу. Этот процесс повторяется на всем временном ряду, полученном с умных часов, и если количество аномалий будет высоким, то пользователь должен получить уведомление о том, что с его здоровьем может быть не все в порядке.

Прогноз осуществляется на основе данных конкретного пользователя, поэтому для каждого человека учитываются индивидуальные особенности, определяются закономерности и формируются свои критические значения. Пример такого прогноза представлен на рис. 2.

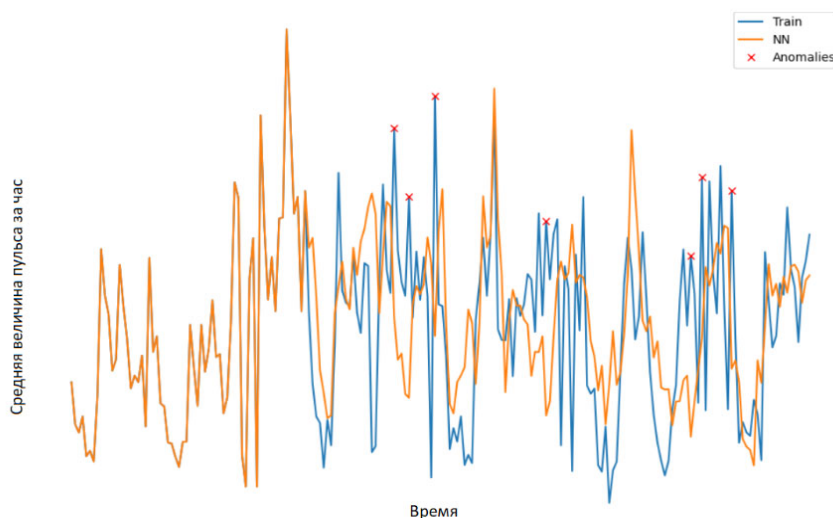


Рис. 2. Интеллектуальный анализ пульса

Для создания модуля интеллектуального анализа данных используются библиотеки машинного обучения *tensorflow* и *keras* на языке программирования *Python 3.10* [2, 3]. Модуль представлен в виде нейронной сети прямого распространения или персептрона с тремя скрытыми слоями (рис. 3), 32 нейронами на входном слое и одним нейроном на выходном

слое. Для обучения сети был использован открытый набор данных с информацией по пульсу за полтора года, полученный с фитнес браслета *Xiaomi Mi Band 2*¹.

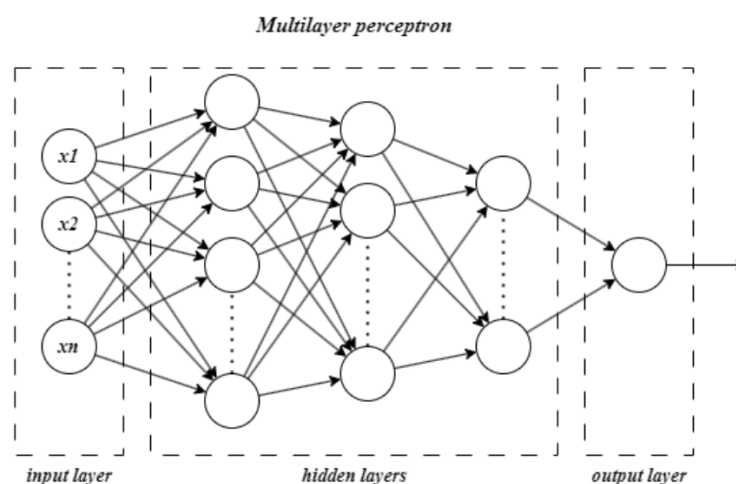


Рис. 3. Многослойный перцептрон

Вектором дальнейшего развития проекта является путь интеграции компонента мобильного приложения в существующие медицинские информационные системы, и развитие точности модуля анализа данных за счет увеличения количества входных параметров [4].

Подводя итоги, можно отметить, что система мониторинга и анализа показателей сердечного ритма имеет хороший потенциал для применения и развития. Такая система позволит пользователям контролировать свои показатели здоровья, а также получать рекомендации по своевременному посещению врача. Интеллектуальный мониторинг здоровья имеет большой потенциал для улучшения качества жизни людей, привлечения новых пациентов в медицинское учреждение и внедрения новых технологий в сферу здравоохранения.

Список использованных источников и литературы

1. *Панфилов, И. А.* Принцип работы протокола bluetooth low energy / И. А. Панфилов, В. В. Котов // Научный потенциал молодежи и технический прогресс : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 11 мая 2018 г. – Санкт-Петербург : Индивидуальный предприниматель Жукова Елена Валерьевна, 2018. – С. 25–26. – EDN XOУUHJ
2. *Багаев, И. И.* Анализ понятий нейронная сеть и сверточная нейронная сеть, обучение сверточной нейросети при помощи модуля Tensor Flow // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2020. – Т. 8, № 1. – С. 15–22. – DOI 10.18503/2306-2053-2020-8-1-15-22. – EDN IZBILN
3. Дж. Вандер Плас. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. – Санкт-Петербург : Питер, 2018. – 576 с.: ил. – (Бестселлеры O'Reilly). ISBN 978-5-496-03068-7
4. *Alekseev, I. A.* Machine learning in modern medicine: general overview / I. A. Alekseev, A. G. Kovalova // Languages in professional communication. – 2019. – Pp. 354–358. – EDN DZWNNH

N. A. Kalinin, Student
A. I. Arkhipova, Student
A. B. Babintsev, Student
G. M. Tulegenov, Student
A. I. Limonnikov, Student
I. O. Arkhipov, PhD in Engineering, Associate Professor
 Department of Software
 Kalashnikov Izhevsk State Technical University

¹ Открытый набор данных для машинного обучения. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/oscyph/miband2pulse> (дата обращения: 09.08.2023).

Intelligent health monitoring based on smart watch indicators

The article discusses a system for monitoring and analyzing heart rate indicators consisting of a data collection module from the user's smartwatch and a module for detecting anomalies in the obtained data. The developed component is intended for integration into a mobile application of a medical information system. The medical information system is capable of providing recommendations to the patient to seek medical attention in case of objective reasons and has a significant competitive advantage over other ways of "patient-clinic" interaction, making it more in demand by end-users - medical organization staff and their clients.

Keywords: health monitoring; smart watches; neural networks

К. А. Новожилов, магистрант, инженер 1-й категории
С. Г. Мухаметдинова, аспирант, ведущий инженер
Отдел автоматизации процессов проектирования
ЗАО «Ижевский нефтяной научный центр»

Использование нейросетей для геостатистического моделирования распространения коллектора в межскважинном пространстве

Данная работа рассматривает возможность применения нейронных сетей, а именно: многослойного перцептрона, нейронной сети ближайших соседей, GAN, для моделирования распространения коллектора в межскважинном пространстве, на примере параметра песчанистости, используя набор известных точек. В качестве основы для модели GAN взята модель *pix2pix* условной генерации изображений.

Ключевые слова: глубокое обучение; пространственное моделирование; геостатистика.

Повышение точности геостатистической модели повышает точность оценки объема, качества и распределения ресурсов на местности, что увеличивает точность и эффективность принимаемых решений и позволяет снизить риски, связанные с геологоразведочными проектами. Однако повышение точности геостатистической модели требует сбора большего количества геологических, геофизических и геохимических данных, что, в свою очередь, увеличивает ресурсные затраты.

Для повышения точности геостатистического моделирования без необходимости сбора новых данных предлагается использование нейронных сетей для построения карты распределения параметра, в данном случае – распространения коллектора в межскважинном пространстве. Подобные методы использовались для оценки распределения хрома [1, 2].

В данной работе были рассмотрены следующие модели нейронных сетей: *многослойного перцептрона (MLP)*, *нейронной сети ближайших соседей (4N)* [3], *Генеративно-состязательная сеть (GAN)* на основе модифицированной модели *pix2pix* [4]. Для обучения и тестирования моделей использовались данные одной конкретной местности.

Исходными данными для обучения и валидации были геологическая карта, построенная человеком, и 211 измерений, проведенных на данной местности.

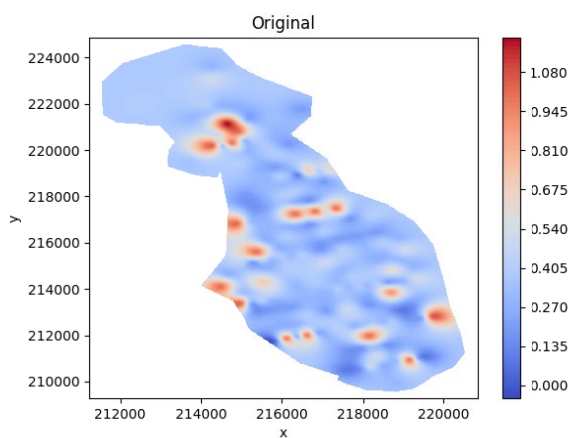


Рис. 1. Исходная карта

Финальная модель *MLP* представляет собой нейронную сеть с 2 входами, 3 скрытыми слоями и 1 выходом, общее количество обучаемых параметров составило 286. Для обучения персептрона использовались точные измерения в 211 точках, для валидации использовались 300 точек межскважинных значений исходной карты. В качестве функции потерь использовалась функция средней абсолютной процентной погрешности (*MAPE*). Модель обучалась в течение 250 эпох, но проявила признаки схождения уже после 50 эпох.

Финальная модель *4N* представляет собой нейронную сеть с 16 входами, 7 скрытыми слоями и 1 выходом, общее количество обучаемых параметров составило 3515. Для обучения модели, как и для персептрона, использовались точные измерения в 211 точках, для валидации использовались 300 точек межскважинных значений исходной карты. В качестве функции потерь использовалась функция средней абсолютной процентной погрешности. Модель обучалась в течение 500 эпох, но проявила признаки схождения уже после 100 эпох.

Для обучения *GAN* использовались участки 64 на 64 точки, вырезанные из верхней половины исходной карты. В качестве входных параметров на оригинальную вырезку накладывалась маска, оставляющая лишь 25 случайных точек известными для воспроизведения карты. Архитектура модели была построена на основе модели *pix2pix*, отличаясь только количеством слоев и их размерностью. Общее количество обучаемых параметров составило 1218659. Модель обучалась в течение 5000 эпох, но даже по окончании обучения модель все еще генерировала некоторые артефакты, которые давали возможность дискриминатору легко отличить ее от реальных карт.

Для сравнения моделей были построены карты 64×64 на 8 случайных вырезках из нижней половины карты. Наиболее точные предсказания и наименьшее среднее отклонение получила модель *GAN* (таблица, рис. 2, 3).

Абсолютное среднее отклонение для сгенерированных карт относительно оригинала в процентах

Номер карты	Отклонение персептрона, %	Отклонение ближайших соседей, %	Отклонение <i>GAN</i> , %
1	23	22	13,8
2	5	5	3
3	6	6	5
4	10	10	6
5	10	10	6
6	9	9	6
7	12	11	8
8	13	12	7

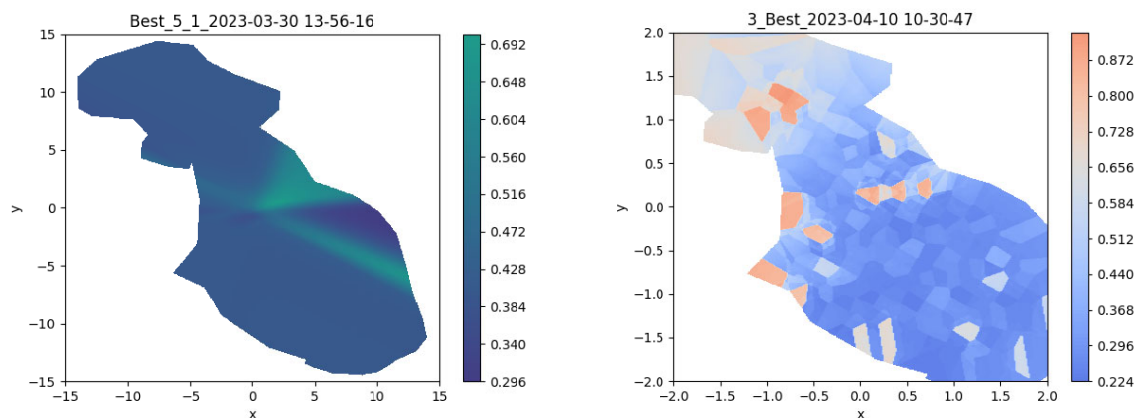


Рис. 2. Сгенерированные карты для персептрона (слева) и ближайших соседей (справа)

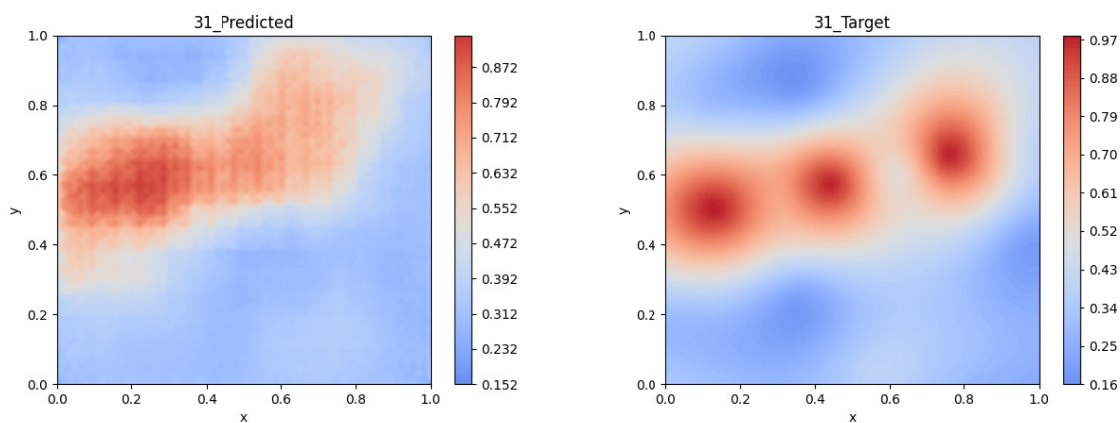


Рис. 3. Сгенерированные карты для GAN (слева) и оригинал (справа)

Несмотря на некоторые артефакты, модель GAN лучше всего подошла для построения карт. Большое количество параметров, а также наличие доступа к изначальным параметрам при конечной генерации позволяет модели достаточно точно воспроизводить оригинальные значения, а дискриминатор представляет функцию потерь лучше, чем MAPE из-за неопределенности точной функции потерь. Избавиться от артефактов можно, добавив к функции потерь коэффициент кривизны полученной карты для общего сглаживания сгенерированных карт.

Список использованных источников и литературы

1. Оценка пространственного распределения хрома в субарктическом ноябрьске с использованием кокригинга, генерализованной регрессионной нейронной сети, многослойного перцептрона и гибридной техники / А. Г. Бувич [и др.] / Геоэкология. Инженерная Геология, Гидрогеология, Геоэкология. 2019. № 2. С. 77–86.
2. Оптимизация разбиения исходных данных для предсказания пространственного распределения хрома нейронной сетью прямого распространения / А. Г. Бувич [и др.] / Геоинформатика. 2019. № 4. С. 2–9.
3. Haoyu Wang, Yawen Guan, Brian J Reich. Nearest neighbor neural networks for geostatistics // arXiv:1903.12125 [stat.ML].
4. Efros. Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks / Phillip Isola [at all.] // arXiv:1611.07004 [cs.CV].

K. A. Novozhilov, Master's Degree Student, Engineer of the 1st Category
 S. G. Mukhametdinova, Post-graduate, Leading Engineer
 Department of automation of design processes
 Izhevsk Oil Research Center CJSC

The use of neural networks for geostatic modeling of reservoir propagation in the inter-well space

This paper considers the possibility of using neural networks, namely, a multilayer perceptron, a neural network of nearest neighbors, GAN, to model the distribution of sandiness on a map using a set of known points. The pix2pix model of conditional image generation is taken as the basis for the GAN model.

Keywords: deep learning; spatial modeling; geostatistics.

П. В. Салтыков, магистрант
М. Н. Мокроусов, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Универсальная модель оперативно-календарного планирования производства в ERP-системе “Omega Production”

В статье рассматривается ведение оперативно-календарного планирования производства в различных ERP-системах, представлено описание универсальной модели оперативно-календарного планирования производства в ERP-системе “Omega Production”.

Ключевые слова: ERP; система управления производством; планирование; оперативно-календарное планирование.

Введение

В настоящее время успешное ведение бизнес-процессов в производстве практически невозможно представить без применения систем управления производством – ERP-систем (*Enterprise Resource Planning*), которые предназначены для комплексной автоматизации, управления ресурсами и активами, финансового менеджмента. ERP-системы ориентированы на непрерывную оптимизацию и балансировку ресурсов предприятий посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения. Их популярность и востребованность неуклонно возрастает с каждым годом. Они помогают объединять в себе огромное количество информации, поступающей из различных источников, что позволяет оперативно анализировать ее и принимать правильные решения для управления бизнес-процессами предприятия. В современных условиях ERP-системы подстраиваются под бизнес, а не наоборот [1].

ERP-системы применяют не только для контроля за текущим состоянием производства, но и для различных видов планирования. Оперативно-календарное планирование – один из самых сложных и самых «желанных» этапов при внедрении и использовании ERP-систем предприятиями. Основная задача оперативно-календарного планирования заключается в детализации поставленных планов, доведении конкретных заданий до каждого рабочего места и исполнителя и поддержании ритмичной работы предприятия. Ведение оперативно-календарного планирования производства позволяет выявить узкие места, проработав которые можно сократить временные издержки, в частности неэффективное распределение работы, приводящее к простоям оборудования и рабочего персонала. Одной из основных целей ведения календарного планирования является выполнение составляемых планов, что является непростой задачей. Во-первых, нужно вести в ERP-системе корректные и актуальные данные, на основании которых составляются планы, а это огромные объемы информации, для поддержания которых нужен большой объем квалифицированных человеческих ресурсов. Во-вторых, нужно каким-то образом минимизировать все случайные отклонения от планов [2].

Обзор решений на рынке

«1С:ERP Управление предприятием» – одна из отечественных систем управления производством и бизнесом. Данная система [3] имеет модуль оперативно-календарного планирования производства, имеется ряд настроек для подбора требуемой конфигурации расчета планов. В данном продукте компания «1С» предлагает общую модель планирования для всех, но, по умолчанию, доработка функционала под специфику конкретных предприятий

отсутствует. На рынке функционирует предшествующая ей система – «1С: Управление производственным предприятием», в которой оперативное планирование отталкивается от структуры изделия и детализирует каждую технологическую операцию, а в системе «1С:ERP Управление предприятием» больше внимания уделено управлению производственными процессами. В целом обе системы позволяют вести оперативно-календарное планирование производства, но вторая больше подходит для небольших предприятий, а сама компания «1С» рекомендует первую систему, т. к. она имеет более обширную функциональность [4].

В 2018 г. компания «1С» приняла участие в проекте по созданию автоматизированной системы управления и планирования производства для авиастроительного предприятия. За основу был взят типовой продукт «1С:ERP Управление предприятием». В результате создана новая модель управления и планирования производством по требованиям заказчика. Специально для заказчика были произведены следующие доработки: реализован механизм планирования производства, учитывающий ранее выпущенные детали, сборочные единицы и их остатки; учтена структура рабочих мест; созданы дополнительные отчеты, формируемые системой; налажены интеграции по обмену данными с другими системами, используемыми на предприятии. В статье [5] отмечается, что практически все задачи, определенные в рамках проекта, возможно решить типовыми средствами стандартной модели управления и планирования производством «1С:ERP Управление предприятием», а произведенные доработки системы позволяют повысить удобство работы персонала конкретного заказчика.

«СПРУТ-ОКП «Плановик» [6] – еще одна российская система оперативно-календарного планирования и управления производством. «СПРУТ-ОКП «Плановик» – один из модулей компании «Центр Спрут», он поддерживает интеграцию с другими модулями компании, что в целом составляет *ERP*-систему. Система «СПРУТ-ОКП «Плановик» позволяет визуализировать производственное расписание в виде диаграммы Ганта и в табличном виде, есть возможность анализа планов с целью их оптимизации. По умолчанию система предоставляет всем одну стандартную модель планирования. Стоит отметить, что данная модель имеет большое количество изменяемых параметров, что позволяет гибко ее настраивать, в отличие от других ранее рассмотренных моделей. Однако большой минус системы, вытекающий из ее гибкости, заключается в том, что конечному пользователю тяжелее в ней разобраться. Нужно потратить много времени на ее изучение, и это не гарантирует, что пользователи смогут освоить необходимый функционал системы. Может потребоваться специальное обучение от представителей системы, что может повлечь за собой дополнительные финансовые затраты для предприятия, на котором внедряют систему.

Оперативно-календарное планирование производства в *ERP*-системе *Omega Production*

Модуль оперативно-календарного планирования производства имеется в *ERP*-системе *Omega Production* [7]. Отличительной чертой модуля является то, что он полностью интегрирован с модулями управления инженерными данными, т. к. в отличие от других *ERP*-систем, состоящих из модулей, данная система является цельной [8].

В настоящее время в данной системе для каждого предприятия разрабатывается индивидуальная модель оперативно-календарного планирования производством, стандартная модель отсутствует. Это необходимо для более полного удовлетворения требований заказчика с учетом особенностей ведения бизнес-процессов производства на каждом конкретном производственном предприятии. Зачастую применение модели планирования производством, созданной для одного заказчика, затруднительно для других, т. к. имеющийся в модели набор специфических особенностей ведения бизнес-процессов значительно отличается у разных производственных предприятий.

Имеется потребность в создании универсальной модели оперативно-календарного планирования производства в *ERP*-системе *Omega Production*. Такая модель должна быть достаточно простой, но при этом должна обеспечивать немалый функционал. К положительным аспектам создания универсальной модели можно отнести то, что при внедрении *ERP*-

системы *Omega Production* на новых предприятиях заказчики смогут сразу использовать универсальную модель планирования, не потребуется время на разработку индивидуальной модели. Положительной особенностью станет то, что универсальная модель планирования уже будет входить в базовую функциональность *ERP*-системы *Omega Production*, и если заказчику такая модель подойдет, то ему не нужно использовать дополнительное финансирование для разработки специализированной модели для себя. К отрицательным аспектам можно отнести то, что универсальная модель планирования будет работать более «поверхностно», она не сможет учесть специфические особенности ведения бизнес-процессов на конкретных предприятиях.

Исходные данные, необходимые для работы модуля оперативно-календарного планирования, различаются в разных моделях. Это связано с тем, как конкретные предприятия ведут данные в системе *Omega Production*. К примеру, одни предприятия ведут технологические процессы и трудоемкость в них, другие ведут трудоемкость в конструкторских составах изделий и не используют технологические процессы. Исходные данные, которые будут использоваться в универсальной модели, представлены на рис. 1, на котором показан вариант с ведением технологических процессов.

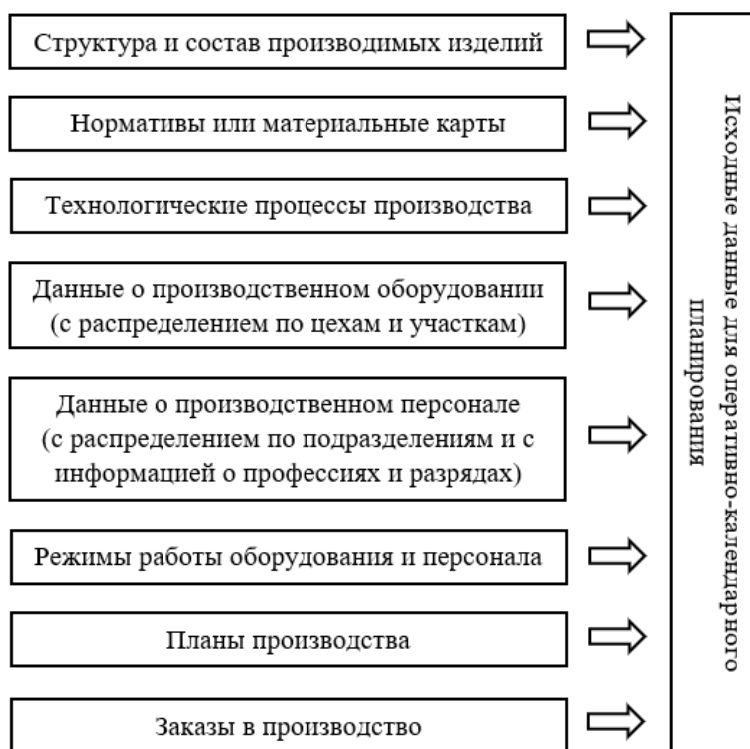


Рис. 1. Схема исходных данных

Обработка этих данных различна в зависимости от модели. Одни модели берут за основной ресурс персонал, тогда расчет плана идет таким образом, чтобы максимально загрузить рабочих. Другой подход – модели берут за основу расчета оборудование, тогда приоритетом становится максимальная загрузка оборудования. Есть модели, которые нацелены на оптимальную загрузку и персонала и оборудования, но тут стоит понимать, что это задача нетривиальная, так что такие модели лишь находят некоторый вариант сбалансированной нагрузки. Универсальная модель должна включать в себя большинство тех алгоритмов работы, которые являются общими для всех моделей. В расчете за основной ресурс модель будет брать персонал, т. к. это самый важный для расчетов ресурс для большинства предприятий, и модель планирования в таком случае не будет слишком сложной. Алгоритм работы универсальной модели при запуске расчета плана в общем виде представлен на рис. 2.

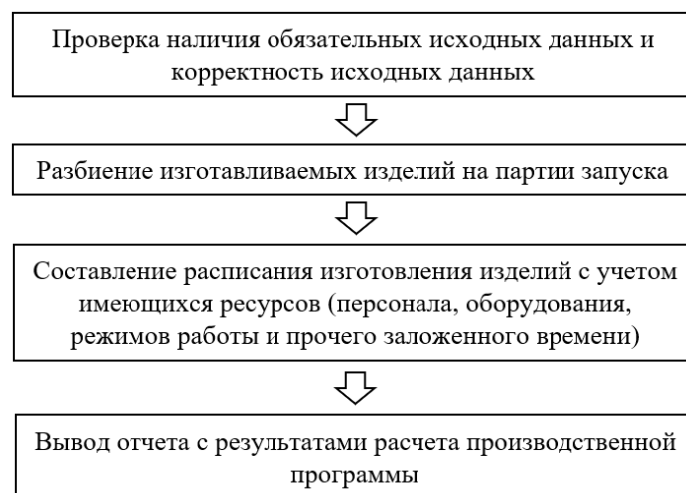


Рис. 2. Общий алгоритм работы

Составления расписания изготовления изделий происходит с учетом заданных параметров разбиения на партии. Возможно составление расписания от текущей даты вперед, чтобы оценить, сколько нужно времени на выполнения плана, или от заданной даты в будущем назад, чтобы посмотреть, когда нужно начать выполнение плана, чтобы завершить его в указанную дату. Для подсчета загрузки рабочего персонала необходимо в технологических процессах задать время выполнения операций рабочими, профессии и разряды рабочих для каждой операции. Для подсчета загрузки оборудования нужно задать информацию об используемом оборудовании и его времени работы в технологических процессах.

Заключение

Практически во всех *ERP*-системах присутствует стандартная модель оперативно-календарного планирования, которая предоставляется для использования всем заказчиком. Некоторые компании, выпускающие и поддерживающие *ERP*-системы, производят доработки специально под конкретных заказчиков. В *ERP*-системе *Omega Production* универсальная модель отсутствует, и для каждого заказчика разрабатывается индивидуальная модель по его требованиям. Разработка универсальной модели является актуальной задачей, т. к. это влечет за собой ряд преимуществ: универсальная модель подойдет для средних и малых предприятий, у которых более простые бизнес-процессы по сравнению с крупными предприятиями. Крупные предприятия смогут использовать универсальную модель и, если ее функциональности им будет недостаточно, то, отталкиваясь от этой модели, им будет проще произвести доработки по их требованиям.

Список использованных источников и литературы

1. Шитова, Т. Ф. *ERP*-система – эффективный инструмент развития цифровой экономики // Муниципалитет: экономика и управление. – 2021. – № 2 (35). – С. 27–39. – DOI 10.22394/2304-3385-2021-2-27-39
2. Овшинов, С. А. Оперативно-календарное планирование в серийном и единичном производстве // Вестник Волгоград. гос. ун-та. Серия 3: Экономика. Экология. – Волгоград : Волгоград. гос. ун-т, 2010. – № 1 (16). – С. 13–18.
3. «1С:ERP Управление предприятием» – эффективное решение для автоматизации крупного и среднего бизнеса. – URL: <https://v8.1c.ru/erp/> (дата обращения: 21.04.2023).
4. Планирование производства в 1С ERP, УПП. – URL: <https://integrus.ru/blog/1c-decisions/planirovanie-proizvodstva.html> (дата обращения: 21.04.2023).
5. Музыченко, Д. Модель планирования и управления производством в ERP на примере авиационного предприятия. – URL: https://consulting.1c.ru/upload/adminFiles/services/erp_academy-muzychenko-model_planirovaniia_erp.pdf (дата обращения: 21.04.2023).

6. Планирование производства // Центр СПРУТ. – URL: <https://csprut.ru/sprutokp/metodplan/> (дата обращения: 21.04.2023).
7. Кукареко, Е. Модуль оперативно-календарного планирования в системе Omega Production / Е. Кукареко, Д. Молочко, С. Коровкин // САПР и графика. – Москва : КомпьютерПресс, 2005.
8. Система планирования и организации производства Omega Production. – URL: <https://omega-software.ru/modules/planning> (дата обращения: 21.04.2023).

P. V. Saltykov, Master's Degree Student
M. N. Mokrousov, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Automated Information Processing and Management Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**A universal model for operational scheduling of production
in the ERP system “Omega Production”**

The article deals with the maintenance of operational and calendar planning of production in various ERP systems. The article also describes a universal model of operational and calendar planning of production in the ERP system “Omega Production”.

Keywords: ERP; production management system; planning; operational scheduling.

К. В. Селин, магистрант
С. В. Смирнов, кандидат физико-математических наук, доцент
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Преимущества использования *Active Directory* для безопасности в вузе

С ростом большого количества источников информации соответственно появляются и сетевые ресурсы, предоставляющие эту информацию. Статья посвящена вопросам преимуществ использования *Active Directory* для повышения безопасности в учебных заведениях. В результате анализа основных возможностей *Active Directory* представлены преимущества, которые повышают безопасность сети предприятия.

Ключевые слова: безопасность; *Active Directory*; сеть; иерархия; каталог; управление доступом.

Введение

По мере роста локальной сети сложность структуры и трудоемкость администрирования возрастает. В связи с этим системные администраторы учебных заведений начинают задумываться о внедрении службы каталогов. Одной из таких служб является *Active Directory*, которая стала практически стандартом систем единого каталога и внедрена во многих компаниях мира.

В высших учебных заведениях *Active Directory* используется по причине достаточно большого количества зарегистрированных пользователей и ресурсов. Актуальные пользователи динамически меняются, поэтому такая система необходима в учебных заведениях.

Но помимо удобства служба каталогов должна обладать хорошим уровнем безопасности для защиты данных зарегистрированных в сети пользователей. Поэтому актуальность анализа основных преимуществ *Active Directory* для обеспечения безопасности данных образовательной организации обоснована.

Целью анализа является поиск преимуществ использования *Active Directory* для безопасности данных пользователей вуза.

В статье кратко описаны основные преимущества повышения безопасности сети организации при использовании сервиса *Active Directory*.

Основные понятия

Домен – это основная административная единица в сетевой инфраструктуре организации, в которую входят все сетевые объекты домена, такие как пользователи, компьютеры, принтеры, общие ресурсы и многое другое.

Служба каталогов – это программное обеспечение, предоставляющее администраторам сети единую точку управления корпоративными пользователями и ресурсами в сети. Изменения выполняются один раз на контроллере домена и применяются по всей сети, включая филиалы [1].

Active Directory – это распределенная база данных, которая содержит в себе все объекты домена. Такая среда позволяет производить авторизацию и аутентификацию пользователей и приложений в рамках всей организации, выстроить информационную инфраструктуру вуза [2].

Каталог – иерархия сгруппированных файлов. Групповая политика – это набор правил и настроек, по которым происходит настройка рабочей среды. Администратор – ответственный за непрерывную работу сети и предоставление доступа и разрешений к информационному ресурсу. *Kerberos* – протокол строгой проверки подлинности компьютерной сети,

предназначенный для повышения безопасности и упрощения проверки подлинности [3]. *LDAP* – протокол доступа к каталогам для осуществления аутентификации, поиска, сравнения и взаимодействия с учетными записями.

Основная часть

Active Directory является ролью операционной системы *Microsoft Windows Server*. Она имеет широкие возможности масштабирования, поскольку в ней может быть создано более одного миллиарда объектов. Структура иерархии позволяет гибкое разделение инфраструктуры учебного заведения на подразделения и филиалы. Каждому подразделению могут быть выданы свои права доступа и групповые политики.

Отказоустойчивость службы позволяет предотвращать нарушение работоспособности сети, т. к. между серверами домена происходит автоматическая репликация всех изменений.

Кроме того, *Active Directory* позволяет выстраивать доверительные отношения между объектами домена для предоставления доступа к ресурсам. Например, между подразделениями, которые работают над одним проектом [4].

Основные преимущества повышения безопасности сети при использовании службы *Active Directory*:

1. Централизованное управление учетными записями позволяет администраторам домена быстро и эффективно управлять доступом пользователей к ресурсам в сети, правами доступа и безопасностью данных. Одному пользователю может быть выдан доступ к большому количеству ресурсов и объектов, и в случае необходимости быстрого отключения пользователя администраторам не придется отключать пользователя от каждого сетевого объекта. Достаточно будет просто один раз забрать у пользователя доступ от тех или иных групп и приложений. У службы есть возможность использования механизма контроля аутентификации с помощью смарт-карт и сертификатов, что значительно улучшает безопасность подключения.

Главным преимуществом и недостатком этого пункта является человеческий фактор, ведь управлять всей системой может даже всего одно физическое лицо.

2. Упрощенное управление ресурсами. Все пользователи и компьютеры иерархически распределяются по подразделениям, к каждому из которых применяются определенные групповые политики. Политики позволяют задавать единые параметры безопасности для группы компьютеров и пользователей. Добавление и перемещение пользователя или компьютера позволяет автоматически изменять и добавлять новые настройки, соответствующие стандартам подразделения организации. Служба поддерживает использование шаблонов с настройками безопасности, которые можно найти с помощью утилиты *Microsoft Security Compliance Manager*.

3. Повышенный уровень безопасности. *Active Directory* – это единое и защищенное хранилище учетных записей. Все данные пользователей хранятся на выделенных серверах, которые защищены от внешнего доступа. Для аутентификации используется протокол *Kerberos*. Его основная суть заключается в том, что пароли пользователей вводятся один раз при регистрации. Подлинность пользователя проверяется путем создания доверительного отношения с неким централизованным сервером, который имеет доступ ко всем нужным сетевым объектам. Все запросы с аутентификацией зашифрованы, их действительность ограничена по времени, и они хранят в себе только информацию о сетевых ресурсах, которым требуется получить доступ. На физическом уровне безопасность повышается за счет наличия у контроллеров домена режима *RO* – «только чтение». Он позволяет разворачивать контроллеры доменов в местах, где требуется повышение скорости аутентификации сервисов, но не требуется необходимость изменения записей.

4. Высокие возможности интеграции. *Active Directory* соответствует стандарту *LDAP*, который позволяет проводить интеграцию с другими приложениями. Интегрируемые приложения тоже должны обладать протоколом *LDAP*, это позволяет быстро и просто предоставлять пользователям доступ к новым приложениям, используя только одну учетную за-

пись. Создание белого списка проверенных приложений позволяет исключить нарушение безопасности, т. к. новые приложения не смогут получить доверенные отношения с проверенными еще некоторое время. Исключением может быть только критическая необходимость интеграции нового приложения.

5. Мониторинг. *Active Directory* поддерживает возможность подключения различных инструментов мониторинга, таких как *Performance Monitor* или *Microsoft Operations Manager (MOM)*. Они позволяют отслеживать общую доступность контроллеров домена, число запросов в секунду, создавать определенные правила отслеживания нестандартных случаев, например, когда было выполнено большое количество запросов на аутентификацию в секунду, отправлять по таким случаям уведомления, и ведут журналы событий [5].

Заключение

Active Directory является мощной и эффективной службой управления идентификацией и доступом в среде *Windows*. Она позволяет системным администраторам быстро и эффективно управлять доступом пользователей вуза к ресурсам в сети, а также управлять правами доступа и безопасностью данных. В высших учебных заведениях использование *Active Directory* может помочь повысить безопасность, упростить управление ресурсами, повысить производительность в сети и предоставить возможность интеграции с другими системами для расширения функционала сети.

Список использованных источников и литературы

1. Microsoft Windows Server 2003. Полное руководство / Р. Моримото [и др.]. ; пер. с англ. – 2-е изд. – Москва : Вильямс, 2005. – 1312 с.
2. Матвеева, И. В. Разработка методики оценки результативности интеграции информационно-аналитических инструментов инфраструктурной поддержки малых предприятий в процесс бизнес-инкубирования / И. В. Матвеева, Е. Б. Хоменко, С. В. Смирнов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2018. – Т. 21. № 3. – С. 59–66.
3. Скудис, Э. Противостояние хакерам. Пошаговое руководство по компьютерным атакам и эффективной защите / пер. с англ. – Москва : ДМК Пресс. – 512 с.
4. Тарасова, М. А. Развитие вуза в условиях цифровой трансформации // Цифровизация инженерного образования : сб. материалов Междунар. онлайн-конф. / М. А. Тарасова, С. В. Смирнов. – Ижевск, 2021. – С. 70–72.
5. Чекмарев, А. Н. Microsoft Windows Server 2008. – Санкт-петербург : БХВ-Петербург, 2008. – 896 с.

K. V. Selin, Master's Degree Student
S. V. Smirnov, PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor
Department of Information Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Benefits of Using Active Directory for Security in a University

With the increase in the number of information sources, corresponding network resources providing this information are emerging. The article is dedicated to the issues of the benefits of using Active Directory to enhance security in educational institutions. As a result of analyzing the main features of Active Directory, the advantages that increase the security of the enterprise network are presented.

Keywords: security; Active Directory; network; hierarchy; directory; access management.

В. А. Сулягина, студент

Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Веб-сайт как средство презентации музеев

В статье рассматривается сравнительный анализ веб-сайтов музеев Удмуртской Республики. В ходе анализа были рассмотрены существующие веб-сайты в сети Интернет. В ходе работы определены функции, с помощью которых можно достичь определенной цели.

Ключевые слова: интернет; сайт; музей; виртуальный музей.

Музей – это научно-исследовательское и культурно-просветительное учреждение, которое осуществляет комплектование, учет, хранение, исследование и популяризацию памятников истории и культуры и природных объектов.

Музей должен не только хранить, изучать и вести учет коллекций, доверенных ему государством, но и демонстрировать их посетителям. Создание комплексной информационной технологии, обеспечивающей реализацию основных операций на единой музейной базе данных, организующей и упорядочивающей все процессы подготовки документов, способно дать реальную экономию трудозатрат и привести к созданию сводного каталога музейного собрания. Современный интерактивный музей должен научиться управлять этой информацией.

В статье будут рассмотрены существующие веб-сайты музеев Удмуртской Республики; рассмотрены преимущества и недостатки существующих решений. На данный момент почти у каждого действующего музея существует веб-сайт, но их функционал носит в основном информационный характер. Не каждый сайт может предоставить в полной мере те функции, благодаря которым пользователь заинтересуется этим сайтом и решит приобрести билет в выбранный музей. Рассмотрим аналогичные сайты музеев Удмуртской Республики.

Сайт Национального музея Удмуртской Республики [1]. На данном веб-сайте можно увидеть информацию о музее, афишу предстоящих выставок, узнать цену. Можно приобрести билет, но только через сторонний сайт, что не очень удобно для пользователей. Минус данного сайта в том, что нет виртуальных выставок.

Главная страница веб-сайта представлена на рис. 1.

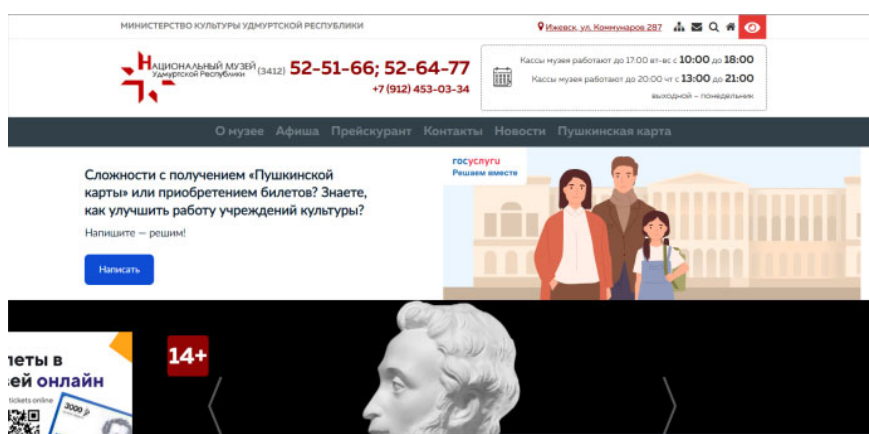


Рис. 1. Сайт «Национальный музей УР»

Сайт музея-усадьбы П. И. Чайковского [2]. К плюсу данного веб-сайта можно отнести виртуальный тур по музею. Можно найти информацию о музее, записаться на экскурсию. Минус сайта в том, что билет можно приобрести только на стороннем сайте, а также не представлены виртуальные выставки.

Главная страница веб-сайта представлена на рис. 2.

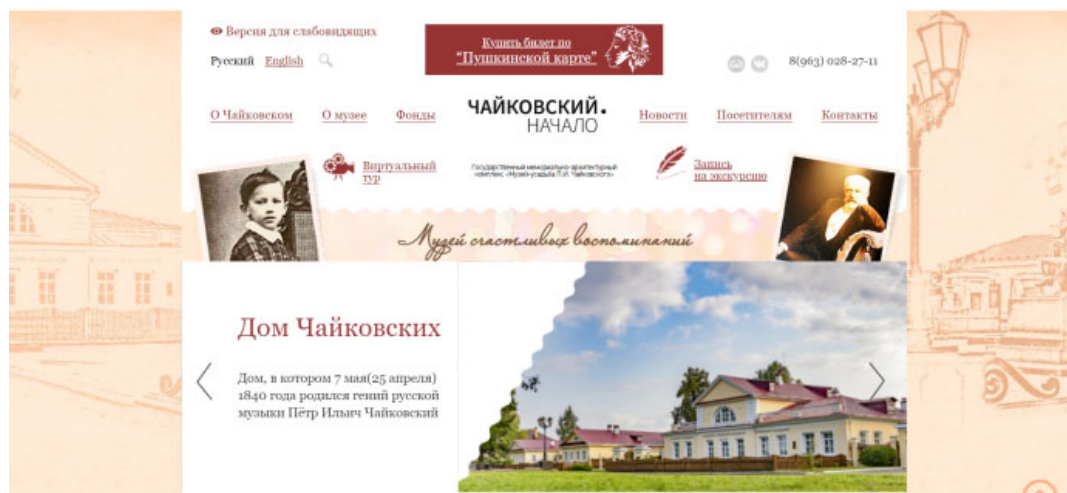


Рис. 2. Сайт «Музей-усадьба П. И. Чайковского»

Сайт музейно-выставочного комплекса стрелкового оружия имени М. Т. Калашникова [3]. Веб-сайт является больше информационной площадкой, где можно почитать о музее, узнать новости, цены на билет. Из плюсов есть возможность записаться на экскурсию, заполнив онлайн-форму. Покупка билетов онлайн проходит на стороннем сайте.

Главная страница веб-сайта представлена на рис. 3.

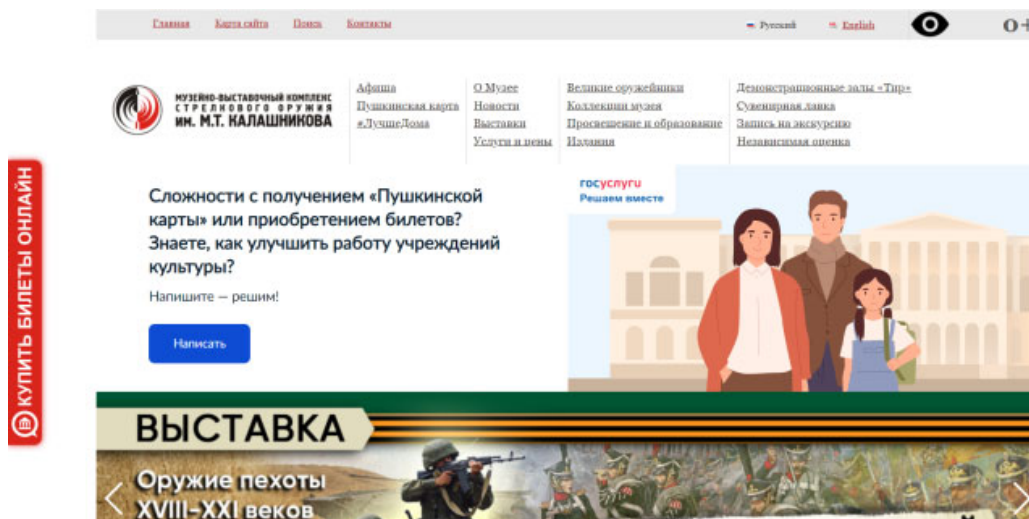


Рис. 3. Сайт «Музейно-выставочный комплекс стрелкового оружия имени М. Т. Калашникова»

Сайт архитектурно-этнографического музея-заповедника «Лудорвай» [4]. На веб-сайте можно узнать информацию о музее, выставках и экскурсиях. Из плюсов: по любой выставке либо экскурсии можно задать вопрос, заполнив онлайн-форму. Большим преимуществом являются виртуальные выставки. Минус в том, что нельзя купить билет онлайн.

Главная страница веб-сайта представлена на рис. 4.

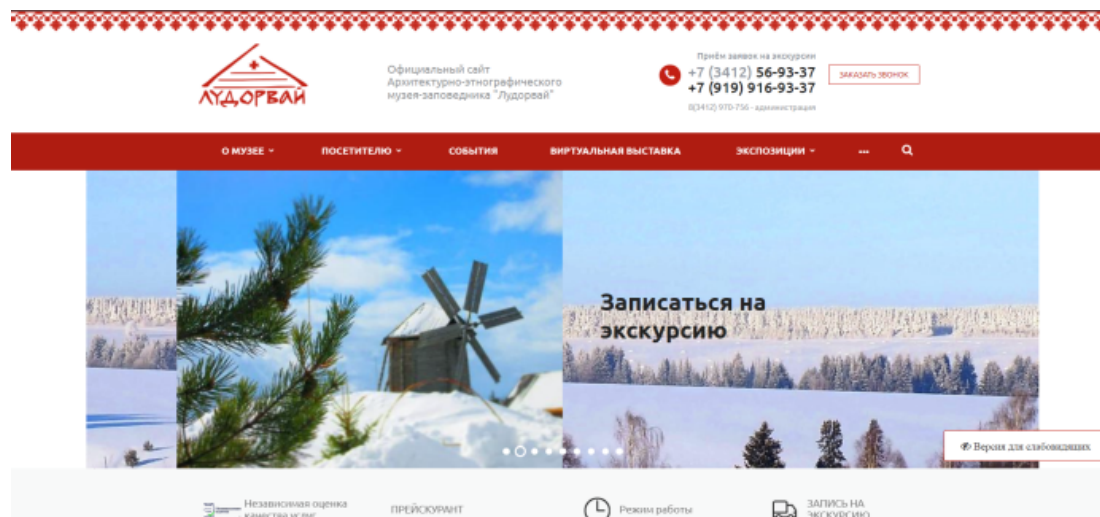


Рис. 4. Сайт «Архитектурно-этнографический музей-заповедник «Лудорвай»

Сравнительный обзор аналогичных веб-сайтов представлен в таблице.

Сравнительный обзор аналогов

Веб-сайт	Достоинства	Недостатки
Национальный музей Удмуртской Республики	Информация о музее. Информация о выставках. Прейскурант цен	Покупка билетов на стороннем сайте. Нет виртуальных выставок. Нет материалов для детей
Музей-усадьба П. И. Чайковского	Информация о музее. Запись на экскурсии. Виртуальный тур по музею	Покупка билетов на стороннем сайте. Нет виртуальных выставок. Нет материалов для детей
Музейно-выставочный комплекс стрелкового оружия М. Т. Калашникова	Информация о музее. Прейскурант цен. Запись на экскурсии	Покупка билетов на стороннем сайте. Нет виртуальных выставок. Нет материалов для детей
Архитектурно-этнографический музей-заповедник «Лудорвай»	Информация о музее. Информация о выставках. Можно задать вопрос по выставке. Виртуальные выставки	Нельзя купить билет онлайн. Нет материалов для детей

После проведения анализа было выявлено, что не все сайты в полной мере объединяют такие аспекты, как онлайн-выставки, бронирование билетов. Ни на одном сайте не было раздела для молодежи, что могло бы привлечь ее интерес к истории нашего региона. Поэтому была определена необходимость в создании сайта музеев Удмуртской Республики, где пользователи для большего удобства могли бы использовать все функции в пределах одного сайта.

Варианты использования разрабатываемой системы, в которой описана роль пользователей и как они взаимодействуют с системой, представлена на рис. 5.

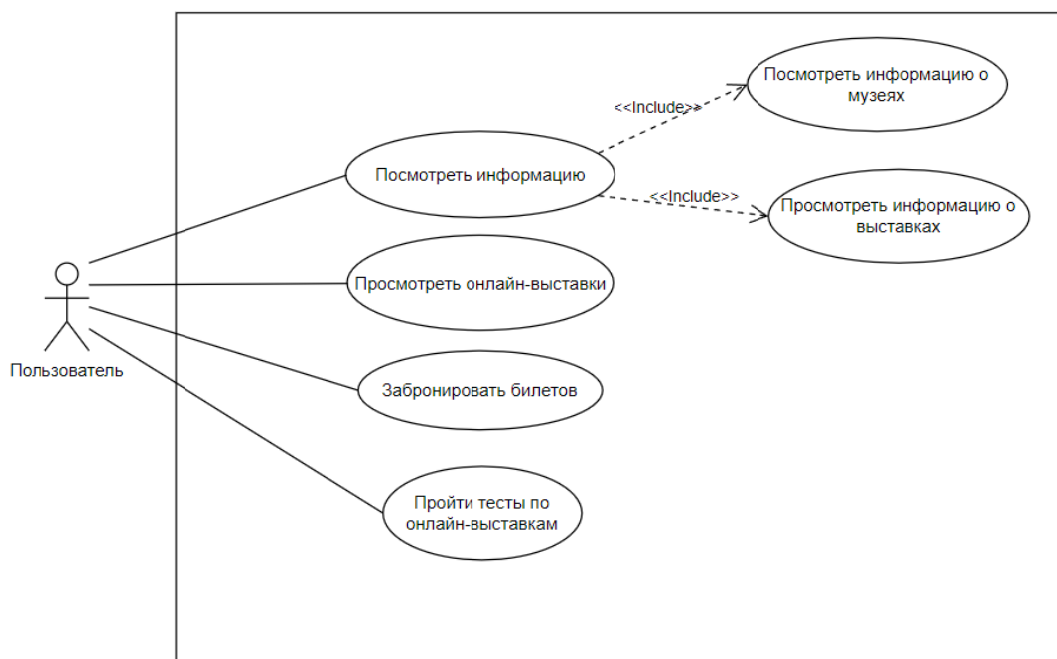


Рис. 5. UML-диаграмма прецедентов

В завершение хотелось отметить, что данная информация будет интересна и полезна для работников музеев и пользователей, заинтересованных в посещении музеев. В данной информации можно увидеть свежий взгляд на функционал музейных сайтов, а именно: при использовании сайта пользователь будет иметь возможность предварительного онлайн-ознакомления с экспонатами выставок перед физическим походом в музей, что в итоге должно привести к увеличению клиентского трафика в эти музеи. Плюсом будет считаться функция бронирования билетов, которая дает полезные эффекты как для музейного бизнеса, так и для самих пользователей.

Список использованных источников и литературы

1. Национальный музей Удмуртской Республики. 2023. URL: <https://nmur.ru/> (дата обращения: 14.08.2023).
2. Музей-усадьба П. И. Чайковского. 2023. URL: <https://tchaikovskyhome.ru/> (дата обращения: 14.08.2023).
3. Музейно-выставочный комплекс стрелкового оружия имени М.Т. Калашникова. 2023. URL: <https://www.museum-mtk.ru/> (дата обращения: 14.08.2023).
4. Архитектурно-этнографический музей-заповедник «Лудорвай». 2023. URL: <https://ludorvay.ru/> (дата обращения: 14.08.2023).

V. A. Sutyagina, Student
Automated Information Processing and Management Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Website as a means of presenting museums

The article deals with a comparative analysis of the websites of the museums of the Udmurt Republic. During the analysis, existing websites on the Internet were considered. In the course of the work, functions were identified that can be used to achieve a certain goal.

Keywords: internet; site; museum; virtual museum.

Я. Д. Трефилов, магистрант
И. О. Архипов, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Выбор технологии поиска человека на изображении для мониторинга присутствия работника на рабочем месте

В статье рассматриваются методы машинного обучения для нахождения человека на фотографии. Представлены два способа нахождения лица человека на фотографии: использование «Каскадов Хаара» и использование искусственного интеллекта посредством библиотеки *TensorFlow*. Производится сравнение двух подходов обнаружения лиц на фотографиях.

Ключевые слова: распознавание лиц; обработка изображений; компьютерное зрение; «Каскады Хаара»; нейросеть; искусственный интеллект; машинное обучение.

В современном мире с каждым днем приложения с использованием методов машинного обучения проникают все глубже в нашу повседневную жизнь. Компьютерное зрение и обработка изображений являются одними из наиболее перспективных отраслей развития информационных технологий. Для выбора предпочтительной технологии нахождения человеческого лица на фотографии мы сравним метод «Каскады Хаара» и искусственный интеллект с использованием библиотеки *TensorFlow*.

Обнаружение объектов с использованием каскадных классификаторов на основе признаков Хаара – это подход, основанный на машинном обучении, при котором каскадная функция обучается на множестве положительных и отрицательных изображений. Затем эта функция используется для обнаружения объектов на других изображениях [1].

TensorFlow – это бесплатная программная библиотека с открытым исходным кодом для машинного обучения и искусственного интеллекта [2]. Данная библиотека может быть использована на разных языках программирования, а именно *Python*, *JavaScript*, *Java*, *C++*. Отсутствие жесткой привязки к одному конкретному языку программирования создает обширные возможности для внедрения данной библиотеки в различные приложения. Следует отметить высокую популярность данной библиотеки. Только на сайте npmjs.com указано 110 753 скачивания за неделю (данные от 02.04.2023), а это только версия для языка *JavaScript*.

Для определения более подходящей технологии для нахождения человеческого лица на фотографии, сделанной веб-камерой компьютера или ноутбука, мы сравним точность нахождения человека на фото. Проверим, с какой точностью рассматриваемые методы будут определять наличие лица человека на фотографиях с качеством *HD* и выше (от 720 p). Анализировать фотографии будем из датасета с 6848 фотографиями [3]. Каждое изображение представляет собой фотографию лица крупным планом (табл. 1).

Таблица 1. Результаты эксперимента по определению точности нахождения лица человека на фото крупным планом

Показатель	Метод поиска	
	<i>TensorFlow</i>	Каскады Хаара
Всего фотографий	6848	6848
Найдено людей на фотографиях	6829	5035
Точность нахождения	99,7 %	73,5 %

При анализе 42 фотографий, в которых метод с использованием *TensorFlow* успешно нашел лицо человека, а метод с использованием «Каскадов Хаара» не нашел, замечается зависимость положения лица человека относительно камеры. На 18 фотографиях, не найденных «Каскадом Хаара» из 42 анализируемых фотографий лицо человека отклонено в сторону от камеры. Пример изображения с отклонением лица от камеры приведен на рис. 1.

Проведем эксперимент с решением изначальной задачи: определение наличия человека перед компьютером. Мы будем использовать 1000 фотографий, полученных путем взятия стоп-кадров через равный промежуток времени из 3 видеозаписей. Каждая видеозапись представляет собой запись работы человека перед компьютером. На каждой видеозаписи находятся разные люди, с разным задним фоном. Запись велась на разные видеокамеры. Для усложнения задачи качество всех видеозаписей было понижено примерно до 360 пикселей на 220 пикселей. Из первой видеозаписи было взято 200 фотографий. После обработки этих 200 фотографий программой с использованием «Каскада Хаара» успешно найден человек на 179 фотографиях, т. е. точность данного метода составила 89,5 %.

После обработки тех же самых 200 фотографий искусственным интеллектом с использованием библиотеки *TensorFlow* успешно найден человек был на 157 фотографиях, т. е. искусственный интеллект успешно определил человека на фото с точностью 78,5 %. Отметим, что стоп-кадры из данного видео имеют самое низкое качество из всех анализируемых изображений. Пример качества изображения, на котором лицо успешно нашлось «Каскадами Хаара», но не нашлось через «TensorFlow», приведен на рис. 2.

Из второй видеозаписи было взято 300 фотографий. После обработки фотографий программой с использованием «Каскада Хаара», успешно найден человек на 278 фотографиях. В данном случае точность распознавания составила 92,7 %. После обработки этих же 300 фотографий искусственным интеллектом с использованием библиотеки *TensorFlow*, успешно был найден человек на всех фотографиях. В данном случае искусственный интеллект успешно определил человека на фото с точностью 100 %.

Из третьей видеозаписи было взято 500 фотографий. После обработки фотографий приложением с использованием «Каскада Хаара», человек был найден на 289 фотографиях. Точность данного метода в этом случае составила 57,8 %. После обработки этих же фотографий искусственным интеллектом с использованием библиотеки *TensorFlow* человек был обнаружен на 459 фотографиях. Точность обнаружения в данном случае составила 91,8 %. Следует отметить, что в данной видеозаписи человек сидел довольно далеко от веб-камеры (около 60–80 см) и часто поворачивал голову.

Итоговая точность обнаружения человека на всех стоп-кадрах из видео программой с использованием метода «Каскады Хаара» составила 74,6 %, а итоговая точность обнаружения человека на стоп-кадрах искусственным интеллектом с использованием библиотеки *TensorFlow* составила 91,6 % (табл. 2).

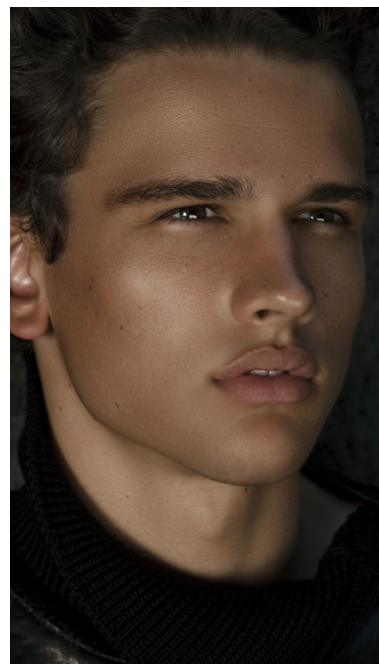


Рис. 1. Фотография человека, сделанная с отклонением лица относительно камеры



Рис. 2. Фотография лица человека с разрешением 85 пикселей на 85 пикселей

Таблица 2. Результаты эксперимента по определению точности нахождения человека на фото, сделанного на веб-камеру

Показатель	Источник			Итого
	видео 1	видео 2	видео 3	
Количество фотографий	200	300	500	1000
Найдено фотографий методом «Каскады Хаара»	179	278	289	746
Точность нахождения человека на фото методом «Каскады Хаара»	89,5 %	92,7 %	57,8 %	74,6 %
Найдено фотографий с помощью искусственного интеллекта	157	300	459	916
Точность нахождения человека на фото с помощью искусственного интеллекта	78,5 %	100 %	91,8 %	91,6 %

На основе результатов экспериментов сравнения методов для обнаружения человека на фото можно сделать следующие выводы. В нашем эксперименте искусственный интеллект с использованием библиотеки *TensorFlow* показал более точные итоговые результаты при обнаружении человека на фото, сделанном крупным планом и на веб-камеру. Особенно следует отметить низкий процент успешного распознавания лица человека «Каскадами Хаара», если человек отклоняет голову от камеры. В условиях работы перед компьютером практически невозможно сохранять положение лица, близкое к анфас. Этот факт значительно снижает конкурентные преимущества данной технологии для нашей задачи. Следует также учитывать неоспоримые преимущества библиотеки *TensorFlow*: большую популярность библиотеки, более значительную поддержку сообществом, а также возможность создавать приложения на разных языках программирования. Таким образом, для создания приложения для определения наличия человека перед ПК искусственный интеллект с использованием библиотеки *TensorFlow* является в этом случае лучшим выбором, чем обнаружение человека, основанное на методе «Каскады Хаара».

Список использованных источников и литературы

1. Paul Viola and Michael, J. Jones. Robust real-time face detection. *International Journal of Computer Vision*. 2004. 57 (2). Pp. 137–154.
2. TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning. *Proceedings of the 12th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI '16)* / Abadi, Martín; Barham, Paul; Chen, Jianmin; Chen, Zhifeng; Davis, Andy; Dean, Jeffrey; Devin, Matthieu; Ghemawat, Sanjay; Irving, Geoffrey; Isard, Michael; Kudlur, Manjunath; Levenberg, Josh; Monga, Rajat; Moore, Sherry; Murray, Derek G.; Steiner, Benoit; Tucker, Paul; Vasudevan, Vijay; Warden, Pete; Wicke, Martin; Yu, Yuan; Zheng, Xiaoqiang. 2016. arXiv:1605.08695
3. Ashwin Gupta. Human faces, a web scraped dataset of human faces suggested for image processing models. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/ashwingupta3012/human-faces> (дата обращения: 14.08.2023).

Y. D. Trefilov, Master's Degree Student
I. O. Arkhipov, PhD in Engineering
 Software department
 Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The choice of technology for searching for a person in the image to monitor the presence of an employee at the workplace

The article discusses machine learning methods for finding a person in a photograph. Two ways of finding a person's face in a photograph are presented: using the "Haar Cascade" and using artificial intelligence through the "TensorFlow" library. A comparison is made of two approaches for detecting faces in photographs.

Keywords: face recognition; image processing; computer vision; "Haar Cascade"; neural network; neural network; artificial intelligence; face recognition; machine learning.

Н. А. Старков, студент
А. В. Тарутин, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Информационные технологии и автоматизированные системы»
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Формирование требований к автоматизированной системе тестирования динамического интерфейса low-code платформы

В статье исследуются ключевые особенности построения платформ типа low-code. Проводится анализ предметной области. Он должен выявить ключевые отличия построения приложений на подобных платформах и специфичность их тестирования. Показан один из подходов к разработке приложения автотестирования. Сформулированы требования к подобной системе.

Ключевые слова: тестирование; автоматизация; low-code; платформа; тест-кейсы; подходы; интерфейс; динамичность.

Каждая компания, разрабатывающая продукт, должна проводить его через этап тестирования. Тестирование является неотъемлемой частью разработки продукта, выступая гарантом качества. Многие мелкие и средние компании не уделяют должного внимания этому процессу, хотя он необходим для выпуска качественного продукта.

Некоторые компании предпочитают проводить только лишь ручное тестирование, хотя это не лучший подход. Следующим логическим шагом будет автоматизация процесса тестирования, когда у вас есть готовые тесты. Нужно стремиться сводить ручное тестирование к минимуму. Сама же автоматизация повышает эффективность разработки программного обеспечения и позволяет создавать более надежные решения.

Тестирование программного обеспечения – это процесс превращения скрытых дефектов в идентифицируемые. Эта решающая фаза жизненного цикла разработки программного обеспечения выявляет скрытые дефекты в программном продукте. Независимо от трудоемкости тестирования мы никогда не можем пропустить его. Каждый разработанный или недавно модифицированный продукт должен пройти тщательное тестирование, чтобы гарантировать качество разработанного продукта. Тестирование программного обеспечения требует примерно 40–50 % общих ресурсов, 30 % общих усилий и 50–60 % от общей стоимости разработки программного обеспечения.

Стратегии тестирования могут радикально отличаться друг от друга в зависимости от компании и продукта. Наиболее полноценная стратегия тестирования, состоящая из трех уровней, выглядит так [1]:

1-й уровень модульного тестирования (*Unit Tests Layer*) – здесь каждый тест предназначен для проверки отдельных блоков кода, изолированно от других. Такие тесты не зависят от хранилища файлов, баз данных и внешних *API*;

2-й уровень тестирования *API (Functional Test Layer or Service / API Tests Layer)* – это тесты, которые не проходят через пользовательский интерфейс, вместо этого они вызывают базовую службу, либо взаимодействуют с базой данных, или тестируют различные компоненты системы, т. е. они просматривают различные уровни приложения, не проходя через пользовательский интерфейс, дают уверенность в том, что приложение работает корректно с внешними компонентами, с которыми оно должно интегрироваться;

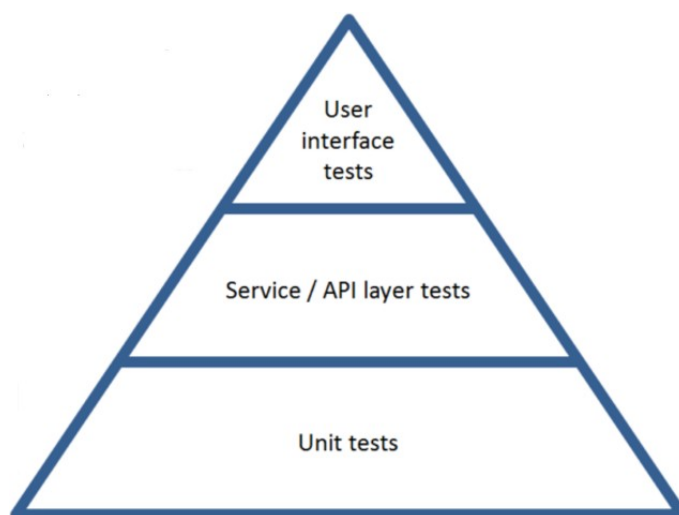
3-й уровень тестирования пользовательского интерфейса (*GUI Test Layer*) – тесты, которые тестируют программную систему, аналогичную реальному конечному пользователю. Эти тесты имитируют взаимодействия пользователя с программной системой. Сценарий (действующий как пользователь) запускает действие, использует данные и изменяет состоя-

ние пользовательского интерфейса. *GUI*-тесты также называют *end-to-end* (сквозными) тестами потому что основная их цель – управлять взаимодействием с программной системой таким образом, чтобы она вызывала большинство внутренних компонентов и вызовов интеграции с другими системами. Эти тесты дают пользователям наибольшую уверенность в том, что программная система работает так, как ожидалось.

Отличительные черты *end-to-end*-тестов [2]:

- чрезвычайная ценность, поскольку они имитируют пользователя;
- они выполняются через браузер и, следовательно, могут занимать много секунд, а иногда и до минуты, в зависимости от сложности;
- охватывают первичные рабочие процессы высокого уровня;
- необходимо несколько тестовых комплектов для охвата основных пользовательских процессов.

Классическая пирамида автоматизированного тестирования изображена на рисунке. Она показывает правильное соотношение уровней тестирования для среднестатистического продукта (проекта). По факту происходит так, что тесты верхнего уровня всегда наиболее сложные и дорогостоящие в разработке и внедрении. Данная пирамида не статична и соотношение можно менять в связи с особенностями конкретного проекта.



Классическая пирамида автоматизации

Для проведения *e2e*-тестирования существуют следующие фреймворки:

1. *Selenium* – уже ставший стандартом индустрии, данный инструмент по праву находится на вершине автоматизации. Для разработчиков и тестировщиков, обладающих опытом и навыками программирования и написания сценариев, он предлагает гибкость, недостижимую другим инструментам и фреймворкам.

2. *Katalon Studio* – это мощное комплексное решение для автоматизации тестирования *API*, веб, мобильных и десктопных приложений. Предоставляет интегрированную среду для тестировщиков, которые сталкиваются с трудностями при интеграции и развертывании различных фреймворков и библиотек для использования *Selenium* и *Appium*.

3. *TestComplete* – средство, имеющее механизм распознавания объектов, которое точно может определять динамические элементы пользовательского интерфейса.

4. *SoapUI* – инструмент специально разработанный для тестирования *API* и сервисов. Он поддерживает как службы *REST*, так и *SOAP*.

5. *Cucumber* – инструмент автоматического тестирования, который поддерживает разработку, основанную на подходе *Behavior Driver Development (BDD)*, предоставляя простой способ для всех написать и выполнить тест-кейс, независимо от технических знаний.

В качестве критериев при выборе инструментов рекомендуется использовать следующие [3]:

- поддержка веб-приложений (распознавание элементов интерфейса для работы с ними, технологии взаимодействия);
- поддержка различных типов приложений (веб, гибридные, нативные);
- *IDE* (поддерживающие языки, удобство пользования, инструменты отладки, удобный интерфейс, глубокий поиск по проекту);
- менеджеры тестов (возможности по настройке тестовых наборов, возможность параллельного запуска, настройка параметров);
- логирование, создание отчетов (удобство, возможность настроек, информативность).

В настоящий момент в области автоматизации тестирования существует один наиболее известный шаблон проектирования – *Page Object*. В пользовательском интерфейсе веб-приложения есть области, с которыми тесты должны производить манипуляции, паттерн *Page Object* позволяет моделировать данные области в объекты, с которыми в дальнейшем будут производиться непосредственные тесты.

Преимущества:

- разделение между кодом тестов и моделью элементов интерфейса;
- создание единого репозитория для служб или операций, создаваемых для страницы, вместо того, чтобы эти службы были разбросаны по всему фреймворку.

Это позволяет очень удобно поддерживать написанные тесты, к примеру, не придется править в различных местах из-за маленького изменения в пользовательском интерфейсе.

На сегодня платформа *GreenData* представляет из себя крупнейший независимый инструмент для удобной разработки бизнес-приложений любой сложности, применяемых в первую очередь для финансовых организаций. Платформа предоставляет пользователю различный функционал, помогающий создавать собственные приложения: модели данных, бизнес-процессы, электронные документы, экранные формы, бизнес-правила, отчетность и аналитику, возможность интеграции и внедрение сложных расчетов.

Помимо функционала по настройке и внедрению бизнес-процессов, на платформе реализована возможность отслеживать узкие места, узнавать о возникновении проблем, оценивать эффективность работы отдельных сотрудников и целых подразделений с помощью готовых виджетов и настраиваемых отчетов.

На платформе реализуется множество проектов как для конкретного заказчика (например, банка), так и для заранее неизвестного. Продумываются различной сложности системы, требующие грамотного проектирования. Реализуются системы, работающие в асинхронном режиме.

Заказчиком (*GreenData*) была поставлена задача по реализации автоматизированной системы тестирования пользовательского интерфейса их продукта с упором на проверку базового функционала в рамках регулярного автоматизированного регрессионного тестирования. Должна быть возможность включить запуск тестов в процесс непрерывной интеграции (*CI*). Внедрение подобного рода тестирования должно ускорить процесс разработки, уменьшить количество пропущенных ошибок в релиз, оказывать помощь в локализации ошибок.

На основе вышесказанного можно сформулировать следующие требования к автоматизированной системе тестирования:

- внедренные тест-комплекты должны быть поддерживаемыми (время, требуемое на поддержку, должно сводиться к минимуму);
- необходима повышенная стабильность;
- тест-комплекты должны быть расширяемыми с возможностью покрывать новый функционал;
- хранение результата выполнения должно происходить в информативном и удобном для анализа виде, не занимающем много места в памяти;
- должна быть возможность анализировать результаты специалисту ручного тестирования;
- шаги, выполняемые в кейсах авто-тестирования должны быть понятны каждому специалисту, задействованному в разработке.

Список использованных источников и литературы

1. The Art of Software Testing / Glenford J. Myers, Revised and Updated by Tom Badgett, Todd M. Thomas, Corey Sandler. – 2nd ed. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2004 – 234 p.
2. Калбертсон Р., Браун К., Кобб Г. Быстрое тестирование. – Вильямс, 2004. – 379 с.
3. Химион Д. Анализ инструментов автоматизации мобильного тестирования // SQA Days-21. – URL: <http://sqadays.com/ru/talk/43383> (дата обращения: 08.02.2023).

N. A. Starkov, Student

A. V. Tarutin, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Information technologies and automated systems
Perm National Research Polytechnic University

Formation of requirements for the automated testing system of the dynamic interface of the low-code platform

This article explores the key features of building “low-code” platforms. The analysis of the subject area is carried out. It should identify the key differences between building applications on similar platforms and the specificity of their testing. One of the approaches to the development of an auto-testing application is shown. The requirements for such a system are formulated.

Keywords: testing; automation; low-code; platform; test cases; approaches; interface; dynamism.

С. В. Вологдин, доктор технических наук, профессор
М. А. Шамшурин, магистрант
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка игрового проекта на платформе Android

В статье мы рассмотрим процесс разработки мобильной игры на операционную систему Android. Будет описана созданная и опубликованная в маркетах игра в жанре постапокалиптического экшена. Рассмотрим этапы ее создания.

Ключевые слова: игровой движок; геймплей; сюжет; игровые механики

Рассмотрим основные принципы при разработке игры для *Android*. Основными принципами при разработке игры на *Android* являются:

1. Адаптивность интерфейса и управления. Приложение должно адаптироваться к разным размерам экранов и разрешениям, а также предоставлять удобное управление на различных устройствах.

2. Высокая производительность. Игра должна работать быстро и без проблем на различных устройствах, чтобы пользователи не испытывали трудностей при игре.

3. Удобство использования. Игра должна быть простой и понятной в использовании, чтобы пользователи не испытывали трудностей при ее запуске и использовании.

4. Привлекательный внешний вид. Игра должна иметь привлекательный дизайн и графику, чтобы пользователи были заинтересованы в ее запуске и использовании.

5. Уникальность и оригинальность. Игра должна иметь свою уникальную концепцию и механику, чтобы отличаться от других игр на рынке и привлекать пользователей.

6. Совместимость и безопасность. Игра должна быть совместима с разными версиями *Android* и не представлять угрозу для безопасности пользователей и их данных.

Общая архитектура проекта игры на *Android* – это совокупность компонентов и паттернов, которые определяют структуру проекта и взаимодействие между его частями. Она позволяет разработчикам работать эффективно и легко масштабировать приложение [1].

Полученная в ходе разработки схема приведена на рис. 1.

Концепция выбранного сеттинга игры основана на постапокалиптическом мире, который характеризуется наличием опустошенных и опасных локаций, оставленных после катастрофы. Главным героем игры является выживший в этом мире, который должен сражаться с врагами и собирать ресурсы, чтобы выжить [2].

Геймплей игры представляет из себя *scroll*-шутер, в котором требуется по сюжету игры добраться из города, в котором изобрели новый источник энергии, в нуждающийся Нью-Воронеж. Игрок в данном случае выступает в роли водителя, которому требуется выжить на дорогах-пустошах, противостоя различным противникам [3].

Для разнообразия вариаций противников и боссов уровней была придумана концепция различных локаций, отличающихся своей стилистикой. Например, аэродром старого города намекает на обычных мародеров и босс-самолет. А лавовая гора – на порождение лавы или демона. Таким образом, на основе данной концепции была разработана карта уровней, являющаяся одним из основных интерфейсов игры. Схема разработанных уровней приведена на рис. 2.

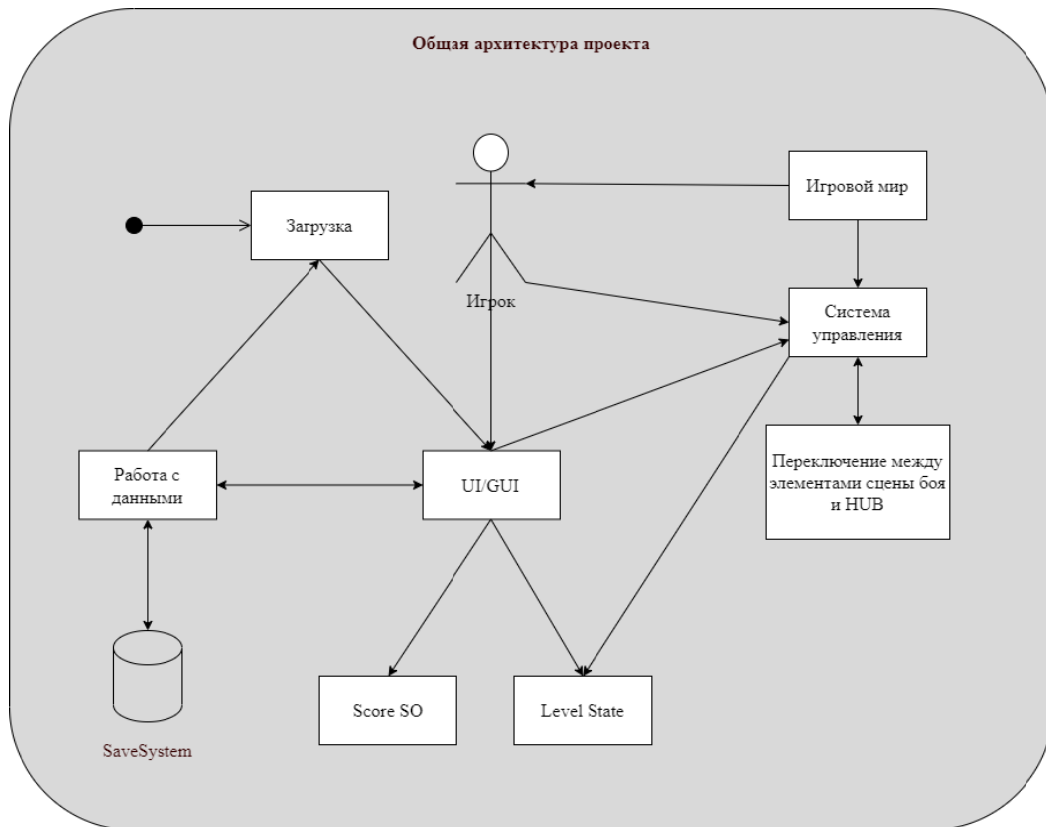


Рис. 1. Общая схема игрового проекта

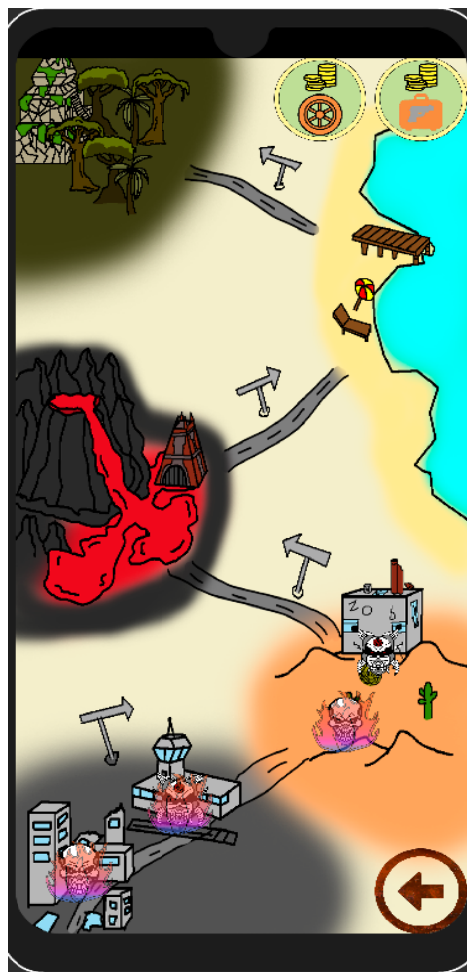


Рис. 2. Главная карта уровней игры

Поскольку основная механика подразумевает езду и стрельбу, в игре были разработаны различные типы вооружения и различные противники, обладающие своими особенностями. К примеру, дробовик стреляет в веерообразной области, но с ограниченным радиусом, автомат стреляет очередью из 3 пуль, а молотов поджигает противников. Примеры снарядов каждого оружия и противников приведены на рис. 3, 4.



Рис. 3. Разработанные снаряды вооружения

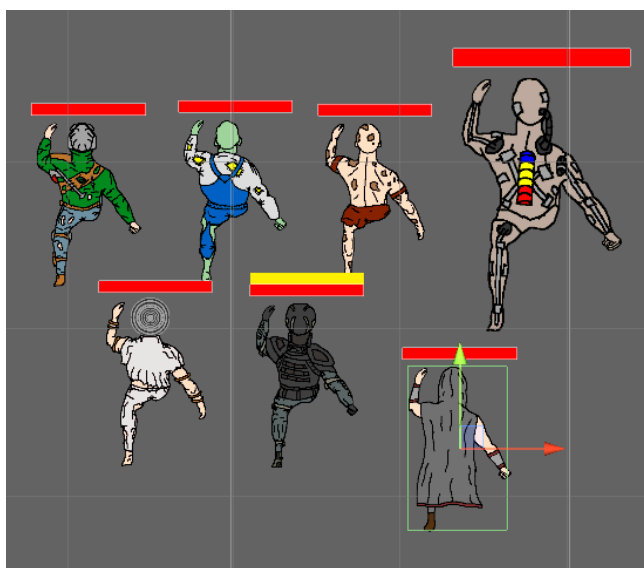


Рис. 4. Разработанные противники

Как итог: игра была опубликована в различных маркетах и доступна для скачивания. основная страница приложения приведена на рис. 5 [4].

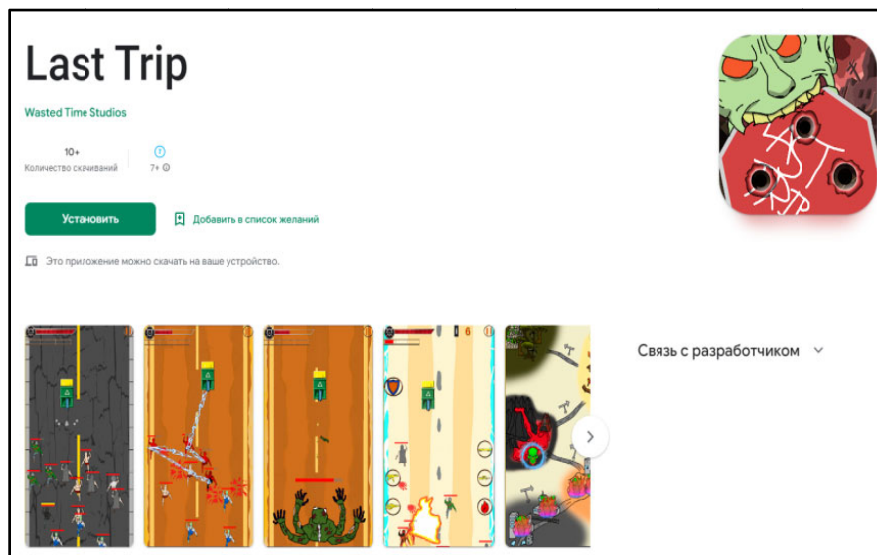


Рис. 5. Страница в магазине *Play Market*

Список использованных источников и литературы

1. Мартин Р. Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design. – Москва : ДМК Пресс, 2018. – 432 с.
2. Schel J. The Art of Game Design: A Book of Lenses (2nd ed.). – 2014. – CRC Press.
3. Суворова Е. В. Научный подход в создании игр // StudNet. 2020. № 11. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nauchnyy-podhod-v-sozdanii-igr> (дата обращения: 05.04.2023).
4. Google Play Console | Android Developers // Google Play Console. – URL: <https://developer.android.com/distribute/console> (дата обращения: 29.04.2023).

S. V. Vologdin, Doctor of Engineering Sciences, Professor
M. A. Shamshurin, Master's Degree Student
Department of Information Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Developing a game project on the Android platform

In this article we will look at the process of developing a mobile game for the Android operating system. The article will describe the game, created and published in the markets, in the genre of post-apocalyptic action. Consider the stages of its creation in more detail.

Keywords: game engine; gameplay; story; game mechanics.

Г. А. Благодатский, кандидат технических наук, доцент
В. Н. Борисов, аспирант
С. И. Великий, генеральный директор ГК «Римера»
М. М. Горохов, доктор физико-математических наук, профессор
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Опыт применения модели Захмана при проектировании информационных систем промышленных предприятий

В статье проведен обзор публикаций в рецензируемых журналах платформы *elibrary.ru* по построению архитектуры предприятия для проектирования информационных систем промышленных предприятий с применением схемы Д. Захмана.

Ключевые слова: информационные системы; архитектура предприятия; модель Захмана.

Введение

Применению фреймворка Захмана [1] для построения архитектуры информационных систем предприятий посвящен ряд публикаций. На платформе *elibrary.ru* с ключевым словом «модель Захмана» содержится 70 ссылок.

Обзор источников

В российских журналах за последние 10 лет можно выделить отдельные публикации.

В том числе работа [2], в которой предлагается измерение слагаемых в сферической системе координат. Вводятся измерение абстрактности, фазы деятельности, а также группы и периоды сложности, их связь с пятифакторной психологической моделью личности человека. Предлагается нотация, представляющая собой расширение онтологии предприятия Захмана.

Работа [3] посвящена практическим аспектам реорганизации системы управления компанией с использованием модели *SCOR*. В качестве наглядного примера приведен опыт российской металлургической компании по производству труб. Проанализирована программа развития компании, отмечена необходимость организации эффективной системы управления, отвечающей современным реалиям. Рассмотрены ключевые этапы улучшения с описанием достигнутых результатов: разработка карты стратегических целей на основе принципов сбалансированной системы показателей; моделирование ключевых бизнес-процессов и их оптимизация в соответствии со стратегическими целями, включая определение показателей эффективности и бенчмаркинг с мировыми лидерами; реформирование организационной структуры, в том числе проведение обучения персонала, подготовка предложения по системе мотивации на основе показателей эффективности; внедрение вспомогательных информационных систем. В рамках разработки целевой процессной модели определены ключевые консолидирующие бизнес-процессы, необходимые для обеспечения выполнения основных операций. Отмечается, что каждый процесс определяется на основе элементов модернизированной модели архитектуры предприятия Захмана. Отмечено, что внедрение современных программных модулей Планирования и диспетчеризации работы оборудования (*Advanced Planning and Scheduling – APS*) в трубной компании позволило перейти к построению многоуровневых сквозных процессов управления цепями поставок, обеспечивающих уникальные конкурентные преимущества компании. В заключение дается характеристика достигнутых результатов в целом по металлургическому предприятию, даются рекомендации по внедрению улучшений.

Авторы [4] считают, что в общем виде модель Захмана можно представить в виде матрицы, где каждая ячейка будет описывать конкретную модель для каждой организационной структуры для конкретного аспекта описываемого процесса. В модели Захмана основная идея состоит в том, чтобы каждое отдельное представление системы можно было описать шаг за шагом в соответствии со всеми остальными. В каждой сложной системе обычно практически невозможно одновременно рассмотреть огромное количество связей, фактов и условий. И в то же время рассмотрение каждого отдельного представления системы приводит к усложнению предприятия из-за принятия неоптимальных решений, как по затратам на внедрение, так и по производительности.

В работе [5] обобщен цикл статей, посвященных созданию отраслевой практической методики планирования цепей поставок промышленных предприятий (на примере комплексов черной металлургии). В статье представлены результаты исследования процесса оперативного планирования цепей поставок металлургических предприятий. На основе анализа процессов *SCOR* и *GSCF* предлагаются: усовершенствованный процесс оперативного планирования цепочек поставок; метод, основанный на организации процесса самостоятельного планирования различных стадий цепочки поставок в параллельном режиме, что позволяет исключить ситуации непреднамеренного и безвозвратного удаления предложений из разных планировщиков; специальный алгоритм синхронизации планов разных планировщиков. Рассмотрены вопросы устойчивости и рисков планов. Научные исследования базируются на фундаментальных и прикладных разработках отечественных и зарубежных ученых в области экономической теории, теории менеджмента, теории логистики и управления цепями поставок, методов математического моделирования, методологии моделирования бизнес-процессов, системного анализа, исследования операций и экспертных оценок. В результате исследования выявлены недостатки в описании оперативного планирования цепочки поставок в *SCOR* и *GSCF*; предложен усовершенствованный процесс и метод оперативного планирования. В заключение приведен пример успешной реализации разработанного подхода в компании *Timken Steel*.

Авторы [6] отмечают, что представлены особенности разработки элементов информационно-аналитической системы экологического менеджмента (ИАС СЭО) на предприятиях нефтегазового комплекса (НГК). Подход, предложенный Дж. Захманом, используется для проведения первичного анализа и описания комплексных процессов природопользования. Применение модели Захмана обеспечивает комплексную формализацию природоохранных процессов и их описание с использованием различных представлений. Разработанная авторами матрица модели Захмана может быть полезна для выявления возможных ограничений при внедрении информационных систем управления. В рамках построения архитектуры системы управления охраной окружающей среды на примере деятельности отдела охраны окружающей среды ООО «Курскоблнефтепродукт» в нотации IDEF0 структурно-функциональные модели управления охраной окружающей среды в форматах «Как есть» и «Как должно быть» разработаны режимы, обеспечивающие наглядное представление и взаимосвязь происходящих процессов в сферах охраны окружающей среды и обеспечивающие рациональное природопользование на современном этапе и этапе совершенствования системы и позволяющие выделить основное направление совершенствования природопользования.

Основная идея подхода, используемого для описания архитектуры предприятия [7], заключается в описании каждого отдельного аспекта предприятия в координации с другими. Работа АО «РКК «Прогресс» рассматривается на различных уровнях производства: топ-менеджмент и собрание акционеров; научно-технический уровень; уровень дизайнера; уровень производства и сборки; уровень клиента. Подробно рассматривается каждый уровень с точки зрения ответов на вопросы: «Что?; Как?; Где?; ВОЗ?; Когда? и Почему? В работе рассматривается возможность использования трехмерной модели Захмана.

В статье [8] рассматриваются методология и инструментальные решения, позволяющие строить семантические сети для проектирования архитектур и поддержки разработки автоматизированных систем управления. Методология основана на многомерном *UML*, мо-

дели, основанной на идеях Захмана путем разработки методов построения многомерных и многомерных моделей с использованием инструментов языка *UML* и редактора, такого как *Rational Rose Enterprise Edition*.

В работе [9] представлен обзор современных стандартов, методов и практик в области управления информационными технологиями. Модель государственных стандартов *J. A. Zachman*, стандарты *TOGAF*, *COBIT*, *ITIL*, *IT4IT*. Особое внимание уделено изменениям, появившимся в их новых версиях. Делается вывод о наиболее значимых тенденциях в сфере управления информационными технологиями. Выявлен переход от детальных исследований каждого процесса к общим понятиям и принципам, которых необходимо придерживаться при оказании ИТ-услуг. Установлено, что происходит разделение потоков создания ценности, которые могут включать определенные процессы. Отмечается необходимость согласования целей и задач управления ИТ с бизнес-планами.

Работа [10] посвящена вопросам моделирования ИТ-инфраструктуры предприятия. Рассмотрены понятия бизнес-модели и архитектуры, ИТ-инфраструктуры. Описана методология моделирования на основе интегрированной модели, основанной на применении модели Захмана. Такой подход позволяет построить бизнес-модель в виде системы многомерных взаимосвязанных моделей.

Зарегистрированы программы для ЭВМ [11], в которых функциональность заключается в следующем: работа с различными *CASE*-инструментами, системы моделирования в них; концепция и использование языка *UML*; построение диаграмм Ганта, Захмана, *IDEF*, *RU*; методы применения и использования фреймворков; различные типы и стили архитектуры информационных систем.

Заключение

Можно сделать вывод о том, что модель Захмана может быть применена для построения архитектуры информационных систем промышленных предприятий. Интерес к модели Захмана сохраняется, и она прочно вошла в ряд методологий построения архитектуры предприятий.

Список использованных источников и литературы

1. *Zachman, J. A.* A framework for information systems architecture // *IBM Systems Journal*. – 1987. – № 3 (26). – С. 276–292.
2. *Подоров, А. А.* Нотация для моделирования предприятия / А. А. Подоров, О. Ю. Командиров // *Информационные технологии в управлении и экономике*. – 2017. – № 2 (07). – С. 11–17. – EDN OSPWAF
3. *Солодовников, В. В.* Реорганизация системы управления металлургической компании на основе модели SCOR // *Логистика и управление цепями поставок*. – 2015. – № 4 (69). – С. 18–26. – EDN UDONMH
4. *Тен, В. А.* Моделирование архитектуры предприятия с применением модели Захмана // *Математические методы и модели в управлении, экономике и социологии* : сб. науч. тр. – Вып. 9. – Тюмень : Тюмен. гос. нефтегаз. ун-т, 2015. – С. 404–408. – EDN VLLMJP
5. *Солодовников, В. В.* Совершенствование процесса оперативного планирования цепей поставок металлургических предприятий // *Логистика и управление цепями поставок*. – 2018. – № 1 (84). – С. 86–95. – EDN YQVCSR
6. *Кирильчук, И. О.* Разработка элементов информационно-аналитической системы управления охраной окружающей среды на предприятиях нефтегазового комплекса / И. О. Кирильчук, А. В. Иорданова // *Системный анализ в проектировании и управлении* : сб. науч. тр. XXIV Междунар. науч. и учеб.-практ. конф. – В 3 ч. / под общ. ред. Г. В. Гореловой, А. В. Логиновой. Ч. 3. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехн. ун-т Петра Великого, 2020. – С. 238–250. – DOI 10.18720/SPBPU/2/id20-218. – EDN WDTNKA
7. *Зиновьева, А. А.* Организация предприятий космической отрасли с помощью модели Захмана // *Управление организационно-экономическими системами* : сб. тр. науч. сем. студ. и асп. ин-та экономики и управления: в 2 ч. / под общ. ред. О.В. Павлова. Вып. 20. Ч. 2. – Самара : Самар. Нац. исслед. ун-т имени академика С. П. Королева, 2020. – С. 181–185. – EDN DKNRKR

8. Рожков, П. В. Методика проектирования архитектур на основе многомерной UML-модели // Радиопромышленность. – 2010. – № 2. – С. 40. – EDN NXVUAH
9. Одинцова, М. А. Тенденции в управлении информационными технологиями // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. – 2021. – № 1. – С. 61–69. – DOI 10.25586/RNU.V9187.21.01.P.061. – EDN OJCCYZ
10. Сидорова, Н. П. Методы и средства моделирования ИТ-инфраструктуры предприятия // Вопросы региональной экономики. – 2010. – № 3. – С. 81–90. – EDN NCRFVL
11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021616011 Российская Федерация. Электронный образовательный ресурс «Основы проектирования информационных систем»: № 2021615152 : заявл. 09.04.2021: опубл. 15.04.2021 / Баринов Владимир Романович; заявитель Баринов Владимир Романович. – EDN TWSXFF

G. A. Blagodatsky, PhD in Engineering, Associate Professor
V. N. Borisov, Post-graduate
S. I. Velikiy, General Director of the Rimera Group of Companies
M. M. Gorokhov, DSc (Physical and Mathematical), Professor
Department of Information Systems
Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov

Industrial enterprises information systems design Zachman's model application experience

The article reviews publications in peer-reviewed journals of the elibrary.ru platform on building an enterprise architecture for designing information systems for industrial enterprises using the D. Zachman scheme.

Keywords: information systems; enterprise architecture; Zachman model.

Д. И. Филиппов, студент

Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Обзор систем мониторинга бизнес-процессов

В статье проводится обзор возможных решений для создания собственной системы мониторинга бизнес-процессов на российском рынке. Приводятся возможные типы данных систем и наиболее популярные решения для этих типов. Проводится анализ возможностей этих систем. Делается вывод о том, какие решения являются наиболее актуальными в текущих реалиях российского рынка.

Ключевые слова: мониторинг; бизнес-процессы; бизнес-аналитика.

На данный момент практически любой организации для своего развития и повышения показателей эффективности приходится проводить анализ показателей своей деятельности. Для интернет-магазина это могут быть показатели продаж, посещений сайта, конверсии. Для систем технической поддержки это показатели решенных заявок, заявок в работе и др. Все эти данные необходимо собирать, анализировать и проводить визуализацию для представления, например, инвесторам. Поскольку в крупных системах эти данные представляют из себя уже достаточно большой объем информации, ручной анализ, без использования дополнительных инструментов, не является целесообразным.

В статье будут рассмотрены существующие системы мониторинга, которые могут помочь в оценке показателей бизнес-процессов. Будут рассмотрены преимущества и недостатки существующих решений.

Существует два основных варианта систем мониторинга:

- 1) коммерческие готовые решения для мониторинга и аналитики;
- 2) бесплатные системы с открытым исходным кодом.

Рассмотрим первый вариант систем.

Лидером систем бизнес-аналитики является *Microsoft Power BI*. Система включает в себя обширные возможности для аналитики данных, интерактивные информационные панели, импорт данных из множества источников. Ключевой проблемой в его использовании является то, что данная система разработана и поставляется иностранной организацией и ее использование на российском рынке в данный момент для многих компаний, особенно государственных, не представляется возможным.

Одним из ярких представителей на российском рынке первого варианта является аналитическая платформа *Visiology*. Это система бизнес-аналитики для создания визуальных представлений больших массивов данных в интуитивно понятном виде, позволяющая более точно анализировать информацию о бизнесе [1]. Данная платформа позволяет собирать данные из различных источников данных и визуализировать их. Преимуществом данной системы является то, что система позволяет создавать интерактивные отчеты (дашборды) с помощью простого интерфейса, что позволяет без особых усилий собирать статистику любому аналитику. Если функционала визуального конструктора не хватает, в платформе есть возможность использования собственных скриптов, которые могут расширить функционал платформы.

К недостаткам системы можно причислить отсутствие полноценного модуля для извлечения, трансформации и очистки данных (*ETL-модуль*). Данный модуль необходим для объединения данных из нескольких источников, например СУБД, и приведения этих данных к единому виду и использованию в рамках одной метрики.

Еще одним российским решением является «Форсайт. Аналитическая платформа». Данная система является программным комплексом класса *Enterprise BI* и обладает широкими возможностями для аналитики бизнес-процессов. Заказчиками системы являются многие крупные организации в том числе: Банк ВТБ, Газпром, Роснефть, Ростелеком, Минцифры России и др. [2].

Преимуществом данной системы является *ETL*-модуль, широкий функционал продвинутой аналитики.

К недостаткам системы можно отнести высокую сложность в освоении системы, высокую масштабность системы: использование данной платформы исключительно для мониторинга бизнес-процессов может быть избыточно, поскольку данный модуль охватывает лишь небольшую часть возможностей платформы.

Сравнительная характеристика коммерческих решений для бизнес-аналитики приведена в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика коммерческих решений для аналитики

Показатель	Форсайт	<i>Visiology</i>	<i>Power BI</i>
ETL-модуль	+	–	+
Уровень визуализации данных	Высокий	Высокий	Высокий
Поддержка плагинов	+	+	+
Сложность освоения	Высокая	Низкая	Средняя
Доступность в РФ	+	+	–
Создание интерактивных отчетов	+	+	+

Для компаний с ограниченным бюджетом может быть более подходящим выбором *open-source*-проекты. К бесплатным инструментам мониторинга можно отнести такие платформы, как *Zabbix*, *Prometheus*, *Icinga*

Все эти системы являются инструментами с открытым исходным кодом. Особенностью платформы *Prometheus* является то, что он хранит данные в собственной базе данных временных рядов (*TSDB*), в отличие от *Zabbix* и *Icinga*, которые хранят данные в реляционной базе данных [3]. Преимуществом данного подхода является то, что *Prometheus* может принимать и обрабатывать гораздо больше метрик и делать это эффективнее, однако актуально это становится только при очень больших нагрузках. Недостатком этого подхода является то, что *Prometheus* не подходит для хранения текста, логов, журналов событий [4]. Еще одним преимуществом *Zabbix* для использования с системами мониторинга бизнес-процессов является встроенная поддержка уведомлений на различные триггеры. Поскольку скорость реакции для стабильной работы многих организаций крайне важна, данный функционал является немаловажным фактором при выборе инструмента для мониторинга. Сравнительная характеристика бесплатных инструментов мониторинга приведена в табл. 2.

Таблица 2. Сравнительная характеристика бесплатных инструментов мониторинга

Показатель	<i>Zabbix</i>	<i>Prometheus</i>	<i>Icinga</i>
Открытый исходный код	+	+	+
Поддержка плагинов	+	+	+
Встроенная поддержка оповещений	+	–	+ –
Хранение данных	MySQL, PostgreSQL, Oracle, SQLite	TSDB	MySQL, PostgreSQL, Oracle
Поддержка высокой нагрузки	+ –	+	+ –
Сложность изначальной настройки	Низкая	Низкая	Высокая
Виды метрик	Числовые, текст, логи	Числовые	Числовые, текст, логи
Визуализация данных	Средняя	Низкая	Низкая

К недостаткам данного типа решений можно причислить то, что для их использования в своей организации потребуется настройка и доработка этих систем под свои нужды. Для

внедрения данных инструментов в свою систему организации придется привлекать высококвалифицированных специалистов. Помимо этого, рассматриваемые системы обладают достаточно скудным набором инструментов для визуализации собранных данных, поэтому для разработки полноценного инструмента мониторинга необходимо использовать дополнительно систему визуализации данных.

Одним из самых популярных решений является *Grafana*. *Grafana* – свободная программная система визуализации данных, ориентированная на данные систем ИТ-мониторинга. Реализована как веб-приложение в стиле «приборных панелей» с диаграммами, графиками, таблицами, предупреждениями [5].

Grafana позволяет визуализировать данные, вести их мониторинг и анализ. Вкупе с такими инструментами для мониторинга, как *Zabbix* или *Prometheus*, *Grafana* является мощным инструментом для отслеживания работы системы технической поддержки. Платформа может визуализировать настраиваемую аналитику в виде различных диаграмм, гистограмм времени и других графических элементов. На основе этой информации руководство может принимать решения о дальнейшем повышении эффективности работы организации.

Преимуществом данной платформы является то, что *Grafana* может собирать данные из множества источников данных (*Zabbix*, *Prometheus*, *PostgreSQL* и др.), имеет встроенную систему оповещения, а также открытый код, что позволяет модифицировать ее собственными плагинами для расширения функционала.

Недостатками системы является отсутствие возможности хранения временных рядов. Однако эту проблему может решить использование *Grafana* вместе с такими системами, как *Zabbix* или *Prometheus*, которые позволяют хранить временные ряды и позволяют *Grafana* подгружать эту информацию и визуализировать.

В качестве «условного» аналога *Grafana* можно привести платформу *Graphite*, которая также является инструментом для визуализации данных.

Недостатками системы является достаточно скудный функционал для визуализации данных, низкая «интерактивность» создаваемых дашбордов, отсутствие функционала оповещения. Преимуществом системы является простота ее настройки в сравнении с похожими системами.

Таким образом, выбор системы мониторинга бизнес-процессов зависит от бюджета компании и ее запросов. Если компании требуется стандартизированное решение с поддержкой от производителя, то необходимо смотреть в сторону готовых коммерческих решений российских производителей, поскольку данные системы легко интегрировать в свою систему и использовать без дополнительных разработок. Помимо этого, использование систем российских производителей гораздо надежнее использования зарубежных аналогов, поскольку в текущих реалиях данные системы гораздо проще оплачивать и получать техническую поддержку от их производителей. Если организация обладает ограниченным бюджетом или запросы для системы мониторинга являются достаточно специфичными для готовых решений, то стоит рассмотреть бесплатные системы с открытым исходным кодом, поскольку они не требуют оплаты для использования, и у организации есть возможность модифицировать данные системы для собственных нужд.

Список использованных источников и литературы

1. Visiology: Описание, Функции и Интерфейс – 2023 // Soware. – URL: <https://soware.ru/products/visiology> (дата обращения: 15.03.2023).
2. Форсайт. Аналитическая платформа (панель Prognoz Platform). – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:%D0%A4%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82._%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0_\(%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%B5_Prognoz_Platform\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:%D0%A4%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82._%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0_(%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%B5_Prognoz_Platform)) (дата обращения: 17.03.2023).

3. Сравниваем инструменты мониторинга IT-инфраструктуры Zabbix, Icinga, Prometheus. – URL: <https://habr.com/ru/company/serverspace/blog/705464/> (дата обращения: 17.03.2023).
4. Сравнение Zabbix vs Prometheus. – URL: <https://serveradmin.ru/sravnenie-zabbix-vs-prometheus/> (дата обращения: 18.03.2023).
5. Grafana // Википедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Grafana> (дата обращения: 19.03.2023).

D. I. Filippov, Student
Department of Information technologies and automated systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Overview of business process monitoring systems

The article provides an overview of possible solutions on the Russian market for creating your own system for monitoring business processes. Possible types of these systems and the most popular solutions for these types are given. The capabilities of these systems are analyzed. The conclusion is made about which solutions are the most relevant in the current realities of the Russian market.

Keywords: monitoring; business processes; business analytics.

Е. И. Катьянов, магистрант
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Управление производственной системой на основе минимального и максимального производственных планов

В статье будут рассмотрены процессы логистики предприятия по производству хлебобулочных изделий. Рассмотрен новый метод совместного применения транспортной задачи, задачи маршрутизации и плана максимизации. Представлен функционал системы в виде макетов пользовательских интерфейсов и диаграмм с описанием.

Ключевые слова: задача маршрутизации; модифицированный алгоритм; алгоритм маршрутизации; алгоритм Йена; макет пользовательского интерфейса; разработка; мобильное приложение; диаграмма.

Введение

Использование информационных систем на предприятиях различного класса обретает все большее значение. Автоматизация процессов логистики дает возможность облегчить и организовать задачи, которые связаны с процессом управления поставок, хранения товара и его доставки, что позволяет значительно снизить транспортные затраты, а также повысить качество и эффективность работы с клиентами.

В статье будет рассматриваться автоматизация процессов логистики производственного предприятия. Целью разработки системы является исследование и разработка моделей и алгоритмов, способствующих уменьшению транспортных затрат предприятия.

Основная часть

Предприятие, на котором будет производиться автоматизация процессов логистики, располагается в одноэтажном здании, состоящем из административных и производственных помещений, складов для сырья и готовой продукции, а также склада для оборудования. В состав транспортных средств предприятия входят 3 автомобиля, занимающихся доставкой продукции клиентам.

К началу процесса доставки готовой продукции можно отнести получение директором заявки от клиентов. Далее, на основе полученных данных, он строит оптимальные маршруты, по которым будет осуществляться поставка, для каждого транспортного средства с учетом ситуации дня. Затем водителям поступает указание загрузки автомобиля товаром, по окончании которой они приступают к движению по заданному маршруту. Они самостоятельно вносят изменения в маршруты, связанные с различными ситуациями на дороге и загруженностью дорожной сети [1].

На предприятии будут решаться основные задачи маршрутизации:

1. Ограничения по времени доставки.
2. Маршрутизация транспортных средств с ограничениями по грузоподъемности.
3. Маршрутизация с ограничениями на длину и продолжительность маршрутов.
4. Маршрутизация при возникновении поломки транспортного средства.
5. Маршрутизация с перемещением груза между транспортными средствами во время рейса.

Эффективное планирование транспортировки продукции обусловлено важностью транспортировки товара и связанных с ним издержек. Одним из способов экономии ресурсов

при транспортировке грузов является программное применение информационной системы поддержки принятия решений в области транспортной логистики [2, 3].

Разрабатываемая система будет состоять из веб-приложения, которое предназначено для администратора, и мобильного приложения, установленного на смартфоны водителей. Мобильное приложение позволит повысить удобство использования функций системы, даст возможность работы офлайн, что для водителей транспортных средств является довольно важной частью [4].

Ключевой особенностью системы является использование алгоритма Йена и его модификаций для решения задачи нахождения кратчайшего пути. Алгоритм Йена отличается от других алгоритмов поиска кратчайшего пути, таких как Дейкстра или Флойда-Уоршелла, тем, что он может находить несколько путей между двумя вершинами с минимальной длиной. Для этого алгоритм Йена запускает Дейкстра несколько раз, каждый раз удаляя из графа один из найденных путей. Таким образом, он находит не только кратчайший путь, но и следующие по длине пути. Это позволяет использовать алгоритм Йена для решения более широкого класса задач, чем другие алгоритмы поиска кратчайшего пути [5].

Для разработки мобильного приложения используется среда разработки *Android Studio*, которая имеет большой набор функций и библиотек, а также предназначена для создания приложений для платформы *Android*. Веб-приложение разрабатывается на объектно-ориентированном языке программирования *C#*. В качестве среды разработки будет использоваться интегрированная среда разработки программного обеспечения *Microsoft Visual Studio*.

Для визуализации маршрута и получения координат в разрабатываемой системе будет использоваться *API* Яндекс.Карт. Это набор сервисов, предоставляющих возможность использовать картографические данные и технологии Яндекса. К ключевым возможностям использования карт в системе можно отнести:

1. Встраивание интерактивных Яндекс.Карт в свое мобильное приложение на базе *Android*, доступ к базовым картографическим сервисам.
2. Получение деталей маршрута – геометрии и деталей по заданному набору точек.
3. Определение местоположения датчиков и смартфонов.
4. Расчет маршрутов с учетом текущей ситуации на дорогах и прогнозов по заданному времени.

Диаграмма жизненного цикла вкладки работы с клиентами представлена на рис. 1.

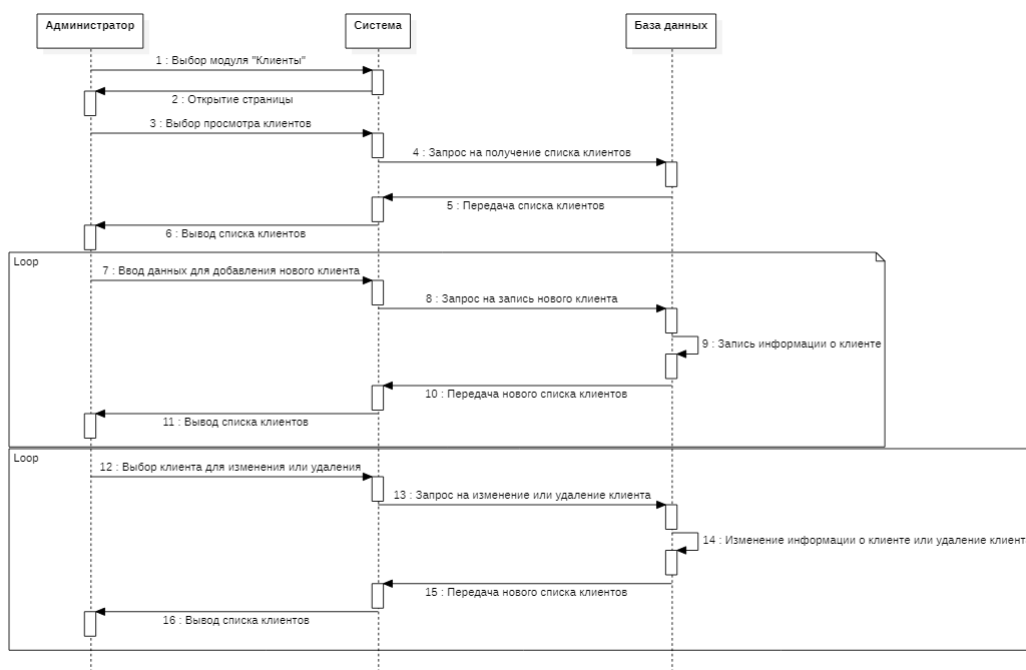


Рис. 1. Диаграмма жизненного цикла работы с клиентами

Администратор открывает модуль и при выборе просмотра клиентов система отправляет запрос в базу данных на получение списка. После того, как он был передан обратно и выведен на экран, администратор может внести изменения, добавить нового клиента или удалить его.

При добавлении система отправляет запрос на запись нового клиента в таблицу базы данных и выводит полученный новый список клиентов. При изменении или удалении информации система аналогично отправляет запрос в базу и либо изменяет нужные данные, либо полностью удаляет строку с клиентом [6].

Диаграмма жизненного цикла составления маршрута представлена на рис. 2.

После того, как администратор выбирает нужные ему точки доставки, система передает полученные из Яндекс.Карт координаты в модуль маршрутизации. Здесь происходит поиск наикратчайшего и оптимального пути, затем данные о нем передаются обратно в систему и отображаются на карте.

Диаграмма прецедентов и вариантов использования системы для водителя транспорта изображена на рис. 3.

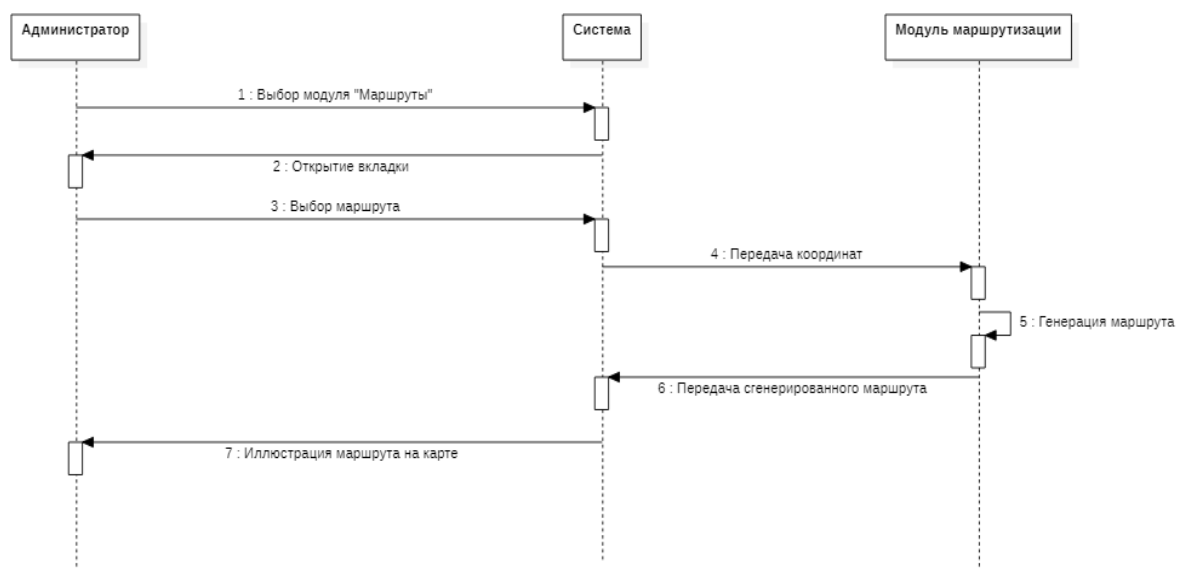


Рис. 2. Диаграмма жизненного цикла добавления маршрута

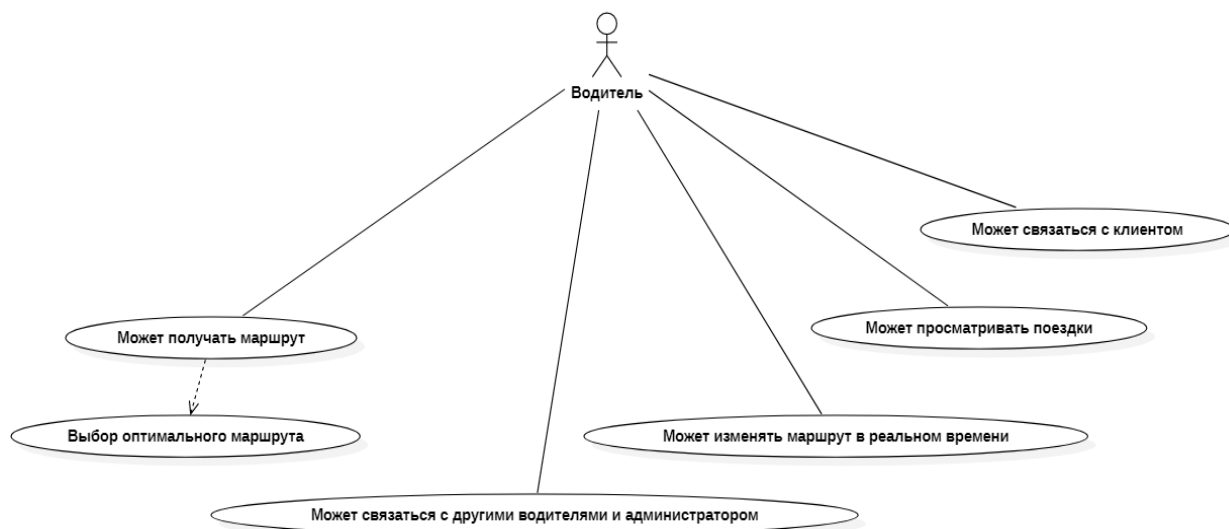


Рис. 3. Диаграмма прецедентов для водителя транспортного средства

Водитель может самостоятельно корректировать маршрут или задать свой, если вдруг возникнет необходимость отклониться от заданного маршрута, например, из-за поломки

транспортного средства другого водителя, чтобы переместить товар. Также он может получить маршрут от администратора системы, который заранее его скорректировал. Связь с водителем и администратором позволяет решать проблемы, возникшие в процессе доставки.

Основными ключевыми функциями администратора, при работе с системой, являются:

- выстраивание маршрута;
- изменение и добавление клиентов;
- изменение и добавление водителей;
- генерация нескольких маршрутов;
- редактирование конкретных маршрутов;
- связь с водителями транспортных средств.

Диаграмма состояний системы маршрутизации в мобильном приложении представлена на рис. 4 [7].

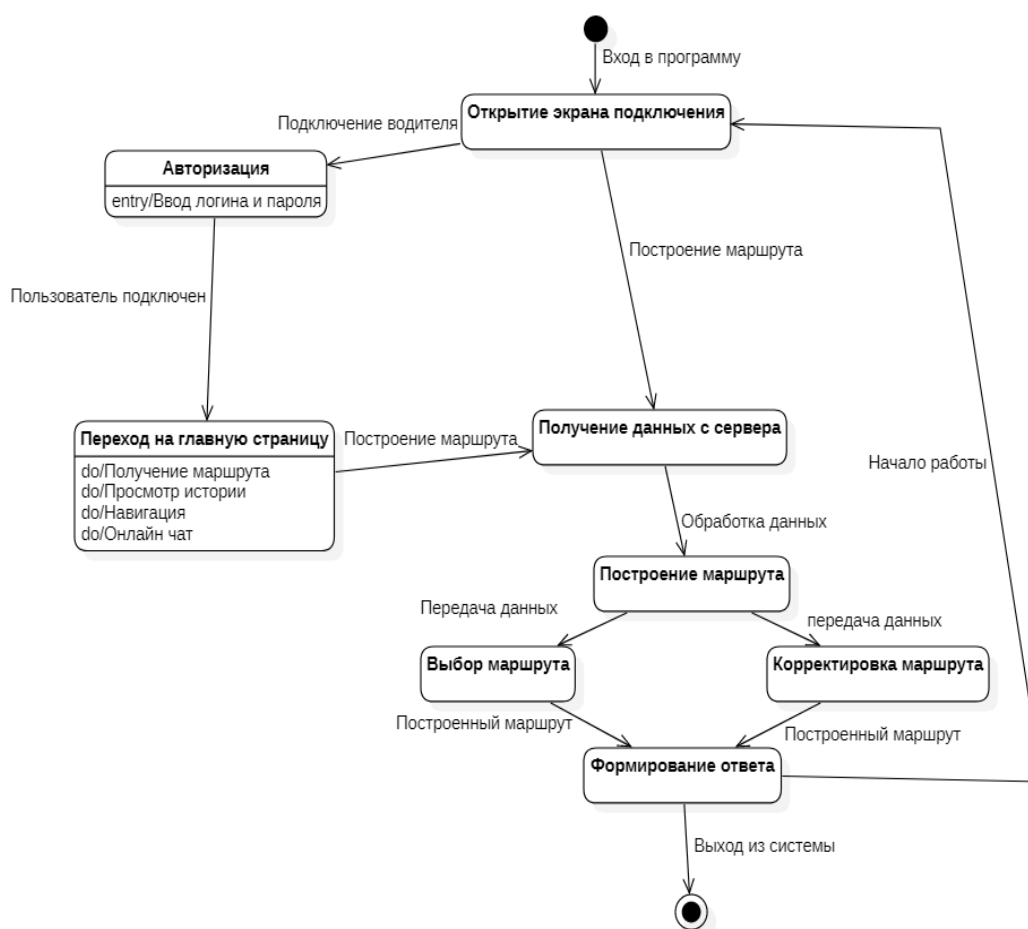


Рис. 4. Диаграмма состояний для мобильного приложения

Здесь можно увидеть процесс выбора маршрута водителем от начала его работы с программой до готового построенного маршрута. Водитель подключается к системе, если он готов к поездке, получает маршрут и после его выбора или корректировки может осуществить доставку.

Структура пользовательского интерфейса состоит из нескольких панелей: панель меню и поиска, панель работы с данными (клиентами, водителями и маршрутами), панель работы с картой, для просмотра и корректировки маршрута.

Пользовательский интерфейс веб-приложения в панели меню и поиска состоит из кнопок и компонент ввода текста. Основные действия кнопок: переход в личный кабинет администратора; настройка приложения (внешний вид, работа с сотрудниками); аналитика, которая позволяет получить достаточно точную информацию по доставке, отследить эффективность водителей и количество поездок; отображение на экране сервисов Яндекс.Карт;

справочная информация – действие по переходу на страницу с документацией, основной из которых является руководство пользователя.

Визуализация проекта программного обеспечения на этапе разработки системы изображена на рис. 5. Это одна из основных страниц веб-приложения, на ней – панель работы с клиентами. Администратор может добавить нового клиента, посмотреть или изменить информацию у текущих клиентов или удалить их.

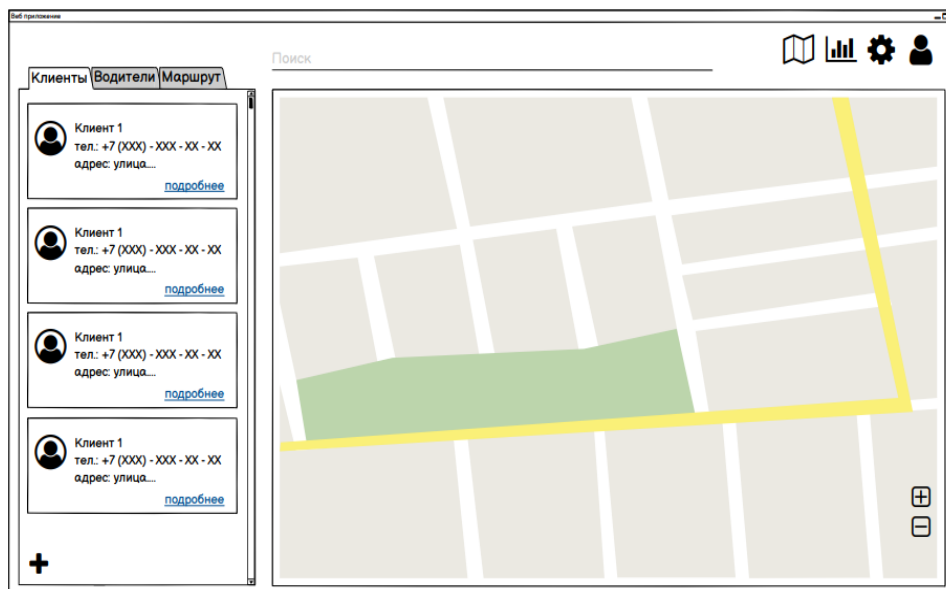


Рис. 5. Макет пользовательского интерфейса

На вкладке Водители ему доступно добавление и удаление сотрудников, просмотр основной информации: телефон для связи с ним, автомобиль, на котором он осуществляет перевозку, или, перейдя по кнопке «Подробнее», связаться с ним в онлайн-чате или отредактировать данные.

На вкладке Маршрут администратору доступна возможность создавать или изменять маршруты. Он выбирает точки, куда необходимо доставить продукцию, и система выстраивает маршрут, отображая его на карте. Каждый маршрут содержит информацию о водителе, который осуществляет перевозку, автомобиле и клиентах, которые относятся к данному маршруту. В случае необходимости можно отобразить маршрут на карте и скорректировать его.

Макет пользовательского интерфейса для мобильного приложения представлен на рис. 6. Основные страницы: аутентификация пользователя; главная страница; навигация; история поездок; получение маршрута; чат; информация о клиентах.

Пользовательский интерфейс страницы с аутентификацией должен состоять из элементов ввода имени пользователя и пароля, а также кнопки для подключения к серверу. Для подключения и входа в приложение пользователь должен ввести свое имя пользователя и пароль. Поля ввода обозначены соответствующими надписями, для корректного ввода данных пользователем.

Главная страница содержит в себе пункты меню и является основной, а также открывается сразу после подключения. Она состоит из кнопок, которые оформлены в виде списка и позволяют перейти на все необходимые для работы страницы. Пользователю доступна кнопка с настройками приложения, где он может изменить информацию профиля, настроить внешний вид приложения и отображение карты.



Рис. 6. Макет пользовательского интерфейса мобильного приложения

Страница навигации содержит в себе отображение карты Яндекс с возможностью построения маршрута, поиска организаций и определения местоположения. Интерфейс страницы истории поездок состоит из диалогового окна для выбора нужной даты и динамических кнопок, которые появятся в соответствии с установленной и обработанной слушателем даты. История позволит хранить и просматривать поездки, составлять необходимые отчеты.

Заключение

В статье были рассмотрены процессы логистики предприятия по производству хлебобулочных изделий, использование задачи маршрутизации, функции разрабатываемой информационной системы транспортной логистики предприятия. Создание информационной системы управления логистическими процессами предприятия позволяет более эффективно контролировать все логистические процессы, что значительно ускоряет их и повышает качество, предоставить клиентам более высокий уровень сервиса, снизить сроки поставок и оптимизировать расходы на логистику за счет сокращения затрат на транспортировку.

Список использованных источников и литературы

1. *Благодатский, Г. А.* Разработка программно-инструментальных средств для оптимизации процессов логистики производственного предприятия пищевой промышленности / Г. А. Благодатский, М. М. Горохов, Д. Е. Докучаев // Интеллектуальные системы в производстве. – 2023. – Т. 21. № 1. – С. 71–78. – DOI: 10.22213/2410-9304-2023-1-71-78
2. Модель информационной системы управления процессами логистики предприятий пищевой промышленности / Г. А. Благодатский [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2021. – Т. 19. № 3. – С. 65–73. – DOI: 10.22213/2410-9304-2021-3-65-73
3. *Благодатский, Г. А.* Разработка модели прецедентов предприятий пищевой промышленности по технологии OMG RUP / Г. А. Благодатский, Д. Е. Докучаев // Вестник ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2017. – Т. 20. № 2. – С. 153–156.
4. Information system UML-model development by OMG RUP technology for food industry enterprises / G. A. Blagodatky [et al] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International

Workshop “Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering – MIP: Engineering – 2019”. – Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2019. – P. 42037.

5. Чернышев, С. В. Модели, методы и алгоритмы эффективного решения задачи маршрутизации транспорта на графах больших размерностей : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук: 05.03.18. – Москва, 2011. – 22 с.

6. Благодатский, Г. А. Разработка UML-модели классов для предприятий пищевой промышленности по технологии OMG RUP / Г. А. Благодатский, М. М. Горохов, Д. Е. Докучаев // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2017. – Т. 20. № 4. – С. 86–90.

7. Enterprise architecture study using UML-diagrams / G. A. Blagodatsky [et al] // Всероссийской научно-технической конференции / отв. ред. К. Ю. Петухов. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2019. – С. 20–28.

E. I. Katyanov, Master’s Degree Student
Department of Information System
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Production system management based on minimum and maximum production plans

In this article, the logistics processes of the bakery production enterprise will be considered. A new method of joint application of the transport problem, the routing problem and the maximization plan is considered. The functionality of the system is presented in the form of layouts of user interfaces and diagrams with descriptions.

Keywords: routing task; modified algorithm; routing algorithm; Yen algorithm; user interface layout; development; mobile application; chart.

М. С. Воробьев, аспирант
Е. Н. Вахрушева, кандидат экономических наук, доцент
Кафедра «Защита информации в компьютеризированных системах»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Оптимизация выпуска продукции и прогнозирование объемов реализации продукции машиностроительного предприятия в условиях неопределенности спроса: обзор исследований

Проведен обзор методов оптимизации выпуска продукции и прогнозирования объемов реализации продукции машиностроительного предприятия в условиях неопределенности спроса, а также оценки риска невыполнения заказа. Представлен анализ факторов, влияющих на спрос продукции машиностроительного предприятия в условиях российского рынка. Рассмотрены различные подходы к оптимизации производства и прогнозированию продаж, учитывающие риск и неопределенность. Предложены запатентованные программы для ЭВМ, позволяющие решать поставленные задачи.

Ключевые слова: оптимизация; прогнозирование; неопределенность спроса; машиностроительное предприятие.

Оптимизация плана выпуска продукции в реальных условиях, учитывающих совокупность множества факторов, накладывающих ограничения как на производственные возможности машиностроительного предприятия, так и на возможности реализации продукции, является важнейшей составляющей экономической эффективности любого промышленного предприятия. Неопределенность спроса в этой ситуации накладывает некоторые риски на результат деятельности такого предприятия.

Анализ факторов, влияющих на спрос в условиях российского рынка, проведен в работе [5]. Очевидно, что на спрос, в первую очередь, влияет такой фактор, как цена. Однако существует множество неценовых факторов спроса. В результате использования таких статистических методов, как наблюдение, сводка и группировка, метод средних величин, в работе [5] было выявлено следующее: наиболее существенное влияние на спрос потребителей оказывают такие неценовые факторы, как тип товара, доходы покупателей, цены на дополняющие и заменяющие товары, ожидания относительно динамики цен в будущем, численность и возраст покупателей, привычки, вкус, традиции и предпочтения покупателей.

В рамках рассмотрения спроса на продукцию машиностроительного предприятия, производящего преимущественно оборудование для добычи нефти и комплектующие к нему, а также беспилотные летательные аппараты, можно выделить следующие наиболее значимые из неценовых факторов: тип товара, цены на дополняющие и заменяющие товары, численность покупателей. В данном случае доходы покупателей, их возраст, привычки, вкус, традиции и предпочтения, а также ожидания относительно динамики цен в будущем будут иметь косвенное значение.

Рассмотрим более подробно неценовые факторы спроса, играющие важную роль в формировании спроса на продукцию машиностроительного предприятия.

Заменяющие (или взаимозаменяемые) товары – это те товары, которые удовлетворяют одни и те же потребности, следовательно являются непосредственными конкурентами в борьбе за покупателя. Соотношение цен в данном случае играет определяющую роль, т. к. целесообразность покупки заменяющих товаров оценивается на основе соизмерения одной и той же полезности с ценами разных товаров [5]. Примером взаимозаменяемых товаров может служить пара «уголь – нефть».

Дополняющие товары решают задачу удовлетворения одной и той же потребности покупателей, так сказать, в одной связке. Поэтому изменение цен на один дополняющий товар приведет к изменению спроса на все товары этой группы [3]. Например, рост цен на запасные части к некоторым машинам (в широком понимании этого слова) может привести к падению величины спроса на них. Причиной этого является следующее: дополняющие товары потребляются в комбинации, а значит, рост цены одного из элементов этой комбинации ведет либо к подорожанию исходного товара, либо к подорожанию его обслуживания в процессе эксплуатации.

Численность покупателей очевидным образом оказывает влияние на величину спроса. Здесь имеет место прямая корреляция. Однако нужно учесть, что для продукции машиностроительного предприятия покупателями являются не физические, а юридические лица, либо государство. Таким образом, порядок величины этого фактора значительно ниже, чем для товаров народного потребления.

Стоит учитывать, что в условиях неопределенности спроса существует вероятность ошибки при прогнозировании спроса на выпускаемую продукцию производящего предприятия, даже с учетом выявленных существенных факторов, формирующих спрос на данную продукцию.

В работе [6] представлена экономико-математическая модель, учитывающая неопределенность спроса и позволяющая оценить риск невыполнения заказа клиента вследствие ошибочного прогнозирования объема продаж. Предложена следующая формула оценки риска:

$$R_i = W_{mi} R_{mi} + W_{bi} R_{bi} \quad (1)$$

где R_i – риск невыполнения заказа клиента по i -й товарной позиции; W_{mi} – вес (важность) маркетингового рынка по i -й товарной позиции; R_{mi} – уровень маркетингового риска по i -й товарной позиции; W_{bi} – вес (важность) коммерческого рынка по i -й товарной позиции; R_{bi} – уровень коммерческого риска по i -й товарной позиции.

В зависимости от полученного значения R_i предложена количественная оценка риска невыполнения заказа, представленная в таблице.

Количественная оценка риска невыполнения заказа клиента

Величина риска R_i	Величина маркетингового риска R_{mi}		Величина коммерческого риска R_{bi}	
	количественная оценка	качественная оценка	количественная оценка	качественная оценка
$R_i > 0,225$	$R_{mi} > 0,25$	Высокий	$0,2 < R_{bi} \leq 1$	Высокий
$0,1 \leq R_i \leq 0,225$	$0,1 \leq R_{mi} \leq 0,25$	Средний	$0,1 \leq R_{bi} \leq 0,2$	Средний
$0 \leq R_i < 0,1$	$0 \leq R_{mi} < 0,1$	Низкий	$0 \leq R_{bi} < 0,1$	Низкий

Таблица построена на основе результатов проведения *XYZ*- и *QRS*-анализа. Анализ *XYZ* позволяет оценить стабильность спроса на товар на основе изучения колебаний уровня спроса в результате воздействия внешних факторов. *QRS*-анализ позволяет осуществить обоснованный выбор поставщиков и стратегию работы с ними. В качестве критерия при составлении таблицы был использован коэффициент выполнения договорных обязательств, который характеризует надежность функционирования снабженческой системы предприятия. По результатам, полученным из таблицы, предлагается использовать прогнозные модели спроса, позволяющие определить текущие объемы готовой продукции и сформировать оперативный план производства.

В работе [7] предложена имитационная модель предприятия, спрос на продукцию которой носит циклический характер. Данная модель позволяет определить оптимальную производственную мощность промышленного предприятия в условиях неопределенности спроса. Поставленная задача решена посредством программы *Matlab/Simulink* [14]. Прогнозиро-

вание спроса при этом происходит с помощью наложения синусоидного сигнала на сигнал, генерирующего нормально распределенные случайные величины.

Для оптимизации выпуска продукции существует классическая модель, математически представляющая собой задачу линейного программирования. Однако на практике эффективность деятельности предприятия складывается не из одного, а из нескольких показателей, которые нужно одновременно привести к оптимальному значению. Таким образом, мы уже будем иметь дело с задачей многокритериальной оптимизации. Авторами работы [1] разработана модель оптимизации программы выпуска продукции, основанная на линейной модели и учитывающая наличие нескольких локальных целей, которые не могут одновременно достичь своего наилучшего значения. Для решения используются весовые коэффициенты f_j , определяющие вес каждого из производственных планов, полученных при решении задачи с единственным целевым критерием оптимальности. При оптимизации по единственному целевому критерию получается максимально возможное (в задаче на максимум) или минимально возможное (в задаче на минимум) его значение. При выборе любого другого допустимого производственного плана значение оптимального критерия сместиться в сторону ухудшения. Предлагается минимизировать максимальное из возможных отклонений:

$$\begin{aligned}
 & e \rightarrow \min \\
 & \left\{ \begin{array}{l} \sum_j F_j^p f_j + e \geq F_{\max}^p \\ \sum_j F_j^p f_j - e \leq F_{\min}^p \\ e \geq 0 \end{array} \right. , \\
 & \sum_j f_j = 1, f_j \geq 0 \\
 & p = \overline{1, \varphi}; \varphi \in \mathbb{N},
 \end{aligned} \tag{2}$$

где e – максимальное из возможных отклонений от наилучшего значения; φ – количество локальных критериев; $F_{\max}^p - \sum_j F_j^p f_j$ – отклонение от наибольшего значения целевой функции по локальному критерию p при его альтернативных j -х вариантах, полученное при решении задачи на максимум с единственной целевой функцией; $\sum_j F_j^p f_j - F_{\min}^p$ – отклонение от наименьшего значения целевой функции по локальному критерию p при его альтернативных j -х вариантах, полученное при решении задачи на минимум с единственной целевой функцией.

Таким образом, исходная задача многокритериальной оптимизации сводится к задаче линейного программирования, решаемой симплекс-методом.

В простейшем случае симплекс-метод может быть реализован посредством табличного процессора *MS Excel* при помощи надстройки «Поиск решения». Однако автором данной статьи опытным путем было выявлено, что для большого числа переменных в задаче линейного программирования (больше 10) *Excel* либо не находит решения, либо выдает неверный результат. Реализация симплекс-метода в программной среде *Microsoft Visual Studio* в данном случае позволяет найти более точное решение за меньшее время.

Существуют подходы, рассматривающие решение объединенной задачи планирования производства как оптимизацию технико-экономического и финансового планирования, анализа финансово-экономического состояния фирмы [12]. При этом составлены модели краткосрочного и долгосрочного планирования финансовых процессов на промышленном предприятии. Обозначена оптимизационная модель деятельности промышленного предприятия в составе корпорации. Представлен методический подход к решению задачи планирования объемов выпуска продукции предприятия в условиях неопределенности спроса на продук-

цию. Для решения оптимизационных задач используются методы линейного программирования и теории игр.

В работе [13] оптимизация планирования деятельности предприятия неотъемлемо связана с прогнозированием спроса на производимую продукцию [15], она представлена комплексом моделей для трех уровней управления: стратегического, тактического и оперативного планирования. При этом риск и неопределенность во внешней и внутренней среде являются основными условиями принятия решений. Один из этапов построения математической модели состоит в определении объема реализации продукции и объема выпуска продукции. Для прогнозирования объема продаж в условиях неопределенности спроса используется программа *Foresail*, в которой реализованы эконометрические методы прогнозирования. В статье представлен способ принятия решения относительно выпуска новой продукции, основанный на использовании стохастических графов с возвратами, теории массового обслуживания и оптимизационного планирования.

Для оптимизации производственного процесса может быть использована динамическая модель, в которой проводится последовательная оптимизация по подпериодам планового периода [4]. Такая модель позволяет определить план выпуска продукции, учитывая все стадии бизнес-процесса машиностроительного предприятия. Кроме того, данная модель учитывает неритмичность заказов, обоснованную неопределенностью спроса и сформированную на основе степенных регрессий.

Многие параметры моделей, описывающих экономические процессы, могут принимать только целые неотрицательные значения. Это те параметры, которые определяют количество чего-либо. Например, число станков на предприятии, число единиц выпускаемого продукта, количество упаковок товара для отгрузки. При оптимизации выпуска продукции могут появиться ограничения, связанные с целочисленностью переменных. Выше было сказано, что существуют методы моделирования задач оптимизации, которые сводятся к математической задаче линейного программирования. В случае, когда все или некоторые переменные в этой задаче должны быть целыми, получаем задачу целочисленного линейного программирования. Одним из способов решения такой задачи являются методы отсечения. В работе [2] рассмотрена модель оптимизации плана выпуска продукции, представляющая задачу целочисленного линейного программирования, предложено решение методами отсечения, а именно методами Гомори. Обозначены особенности использования этих методов на практике.

Таким образом, для решения задачи оптимизации выпуска продукции и прогнозирования объемов реализации продукции машиностроительного предприятия может быть использован довольно таки обширный математический аппарат. Существуют различные методологические подходы к решению такой задачи. Помимо этого разработаны программы для ЭВМ, позволяющие определить стратегию предприятия, имеющую целью оптимизировать производственно-хозяйственную деятельность.

Программа усовершенствования построения диаграммы Парето при статистическом исследовании с целью контроля качества продукции позволяет построить диаграмму Парето при статистическом исследовании с целью контроля качества продукции. Эта программа предназначена для решения всевозможных проблем, связанных с появлением брака, неполадками оборудования, увеличением времени производственного цикла, наличием на складе нереализованной продукции. Диаграмма Парето позволяет выявить наиболее весомые факторы, это дает возможность рационально распределить усилия для разрешения проблем, обусловленных негативным влиянием факторов [8].

Информационно-аналитическая платформа производственного контроля и управления «MES-СИБИНТЕК» предназначена для управления производственной деятельностью предприятия от поступления сырья до выпуска готовой продукции. Реализует динамическую оптимизацию производственных процессов; прогнозирование отклонений от норм технологического режима; анализ отклонений (повторяемости и воспроизводимости) процессов; расчет оптимальных динамических норм; поиск скрытых закономерностей в облаке промышленного интернета [9].

Система планирования производственных мощностей предприятия предназначена для автоматического расчета и оптимизации количественного и модельного состава технологического оборудования производственных подразделений предприятия. Программа позволяет оптимизировать годовой план выпуска продукции, произвести расчет необходимого технологического оборудования, составить график приобретения запланированного оборудования. Осуществляет выгрузку данных в формате *Excel* [10].

Программа прогнозирования необходимого выпуска продукции для региональной экономики на основе балансовой модели рассчитывает необходимый объем выпуска продукции производящими секторами региональной экономики, обеспечивающий ее сбалансированное состояние. Входные данные программы: таблица межотраслевого баланса региональной экономики и планируемый объем потребления в следующий расчетный период. Выходные данные: вектор, элементы которого соответствуют необходимым объемам выпуска продукции производящими секторами, позволяющими обеспечить планируемый спрос; диаграммы, отображающие планируемые изменения выпуска в течении нескольких периодов времени [11].

Список использованных источников и литературы

1. *Алферьев, Д. А.* Многоцелевая оптимизация программы выпуска продукции / Д. А. Алферьев, А. Е. Кремин // Вестник университета. – 2019. – № 12. – С. 92–101.
2. *Глухих, А. А.* Применение методов отсечения для оптимизации плана выпуска продукции / А. А. Глухих, М. Л. Логанчук // Информационные и измерительные системы и технологии : сб. науч. ст. по материалам еженед. науч.-техн. семинара. – Новочеркасск, 2017. – С. 83–85.
3. *Гукасьян, Г. М.* Экономическая теория: ключевые вопросы : учеб. пособие. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 224 с.
4. *Егорова, В. В.* Оптимизационное моделирование параметров системы заказов производственных ресурсов машиностроительного предприятия : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Самара, 2017. – 120 с.
5. *Магилева, Я. В.* Анализ факторов, влияющих на спрос в условиях российского рынка / Я. В. Магилева, М. О. Перушкина, И. А. Смирнова // Генезис экономических и социальных проблем субъектов рыночного хозяйства в России. – 2019. – № 13. – С. 53–56.
6. *Михалева, Е. П.* Управление производственной программой промышленного предприятия в условиях нестабильного рыночного спроса / Е. П. Михалева, И. В. Доможирова // Экономический анализ: теория и практика. – 2019. – Т. 18. № 6 (489). – С. 1057–1072.
7. *Рафиков, Д. А.* Повышение эффективности деятельности организации в условиях неопределённости спроса / Д. А. Рафиков, Е. П. Яшина // Новые информационные технологии как основа эффективного инновационного развития : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2020. – С. 109–112.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019617686 Российская Федерация. Программа усовершенствованного построения диаграммы Парето при статистическом исследовании с целью контроля качества продукции : № 2019616470 : заявл. 04.06.2019 : опубл. 18.06.2019 / А. В. Головкин, С. П. Петросов, А. Б. Михайлов, И. С. Шрайфель, К. А. Михайлов, В. Т. Прохоров; заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет» (ДГТУ).
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019614239 Российская Федерация. Информационно-аналитическая платформа производственного контроля и управления «MES-СИБИНТЕК» : № 2019612981 : заявл. 25.03.2019 : опубл. 01.04.2019 / заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Сибирская Интернет Компания».
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020664555 Российская Федерация. Система планирования производственных мощностей предприятия : № 2020663756 : заявл. 03.11.2020 : опубл. 13.11.2020 / Д. А. Ризванов, Е. С. Чернышёв; заявитель Д. А. Ризванов, Е. С. Чернышёв.
11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018616530 Российская Федерация. Программа прогнозирования необходимого выпуска продукции для региональной экономики на основе балансовой модели : № 2018613659 : заявл. 12.04.2018 : опубл. 01.06.2018 / А. Ю. Пучков, А. В. Леонов, Т. В. Какатунова; заявитель Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»).

12. *Титов, В. В.* Оптимизация планирования и прогнозный анализ функционирования промышленной корпорации // Оптимизация планирования и прогнозный анализ функционирования промышленной корпорации : учеб. пособие. – Новосибирск, 2018. – 458 с.

13. *Титов, В. В.* Оптимизация планирования деятельности предприятия в условиях риска и неопределенности внешней и внутренней среды / В. В. Титов, Д. А. Безмельницын, С. К. Напреева // Вестник НГУЭУ. – 2017. – № 3. – С. 37–50.

14. *Черных, И. В.* Simulink: Инструмент моделирования динамических систем. – URL: <http://matlab.exponenta.ru/simulink/book1/свободный>.

15. *Шувалов, А. А.* Управление производством в условиях неопределенности спроса на продукцию / А.А. Шувалов // Вестник науки. – 2020. Т. 4. – № 4 (25). – С. 63–67.

M. S. Vorobev, Post-graduate

E. N. Vakhrusheva, PhD in Economics, Associate Professor

Department of Software

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Optimization of output and forecasting of sales volumes of a machine-building enterprise in conditions of demand uncertainty: research review

A review of methods for optimizing output and forecasting sales volumes of a machine-building enterprise in conditions of uncertain demand, as well as assessing the risk of non-fulfillment of an order, is carried out. The analysis of the factors influencing the demand for the products of a machine-building enterprise in the conditions of the russian market is presented. Various approaches to production optimization and sales forecasting, taking into account risk and uncertainty, are considered. The patented computer programs allowing to solve the set tasks are offered.

Keywords: optimization; forecasting; uncertainty of demand; machine-building enterprise.

А. В. Барсуков, директор по цифровой трансформации ГК «Римера»

С. И. Великий, генеральный директор ГК «Римера»

М. М. Горохов, доктор физико-математических наук, профессор

А. В. Корепанов, кандидат физико-математических наук, доцент

Кафедра «Информационные системы»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Факторы развития систем управления предприятием в России

Рассматриваются современные тренды развития систем управления предприятием в России. Приведены события, оказавшие влияние на развитие систем за последние 8 лет. Описаны возможные изменения структуры систем управления предприятием.

Ключевые слова: системы управления предприятием; ERP; риски; факторы; тренды; микросервисы; большие данные; облачные сервисы.

Системы управления предприятием (ERP) используются в разных отраслях промышленности и коммерции и являются важным элементом в структуре предприятия. Наиболее часто ERP-системы встречаются в торговле, машиностроении, строительстве и пищевой промышленности. На развитие систем управления предприятием сильно повлияли ряд событий.

Начиная с 2014 возросли риски, связанные с уходом иностранных компаний с российского рынка, поэтому появилась необходимость развития отечественных аналогов в рамках импортозамещения. Причем уход мог произойти не только в сфере ERP-систем, но и в используемом техническом и программном обеспечении. Появилась необходимость запуска ERP-систем на отечественных операционных системах с поддержкой отечественных процессоров и использованием отечественных микросхем. Зачастую ERP-системы работают с СУБД иностранного производства с закрытым исходным кодом. В данном случае переход может быть осуществлен относительно безболезненно на программное обеспечение с открытым исходным кодом [1].

Исторически ERP-системы в большей степени играли роль учетной системы, поэтому со стороны руководителей предприятий существовало сопротивление комплексному долгому и дорогостоящему внедрению ERP-систем. В некоторых подразделениях действительно автоматизация увеличивает производительность до 80 %, но в других – не дает никакого ощутимого прироста.

Еще одним фактором, заставляющим ERP-системы постоянно меняться, является накопление огромного объема данных. За десятилетия использования систем на предприятиях объем данных вырос на порядки. Повысилась роль функций автоматизированного планирования и анализа. Произошло перераспределение весов существующих функций. ERP-системы действительно стали помогать в анализе стратегических целей предприятия. Повышение роли функций, связанных с вычислениями, потребовало повышения требований к производительности технического обеспечения [2].

Выросла необходимость в появлении новых функций, связанных с эффективным распределением и использованием ресурсов. Например, за счет добавления новых сценариев и алгоритмов расчета и добавления аналитических решений. Зачастую новые функции интегрируются с внешними системами, помогая извлекать дополнительную пользу из имеющихся данных.

В 2020 году в связи с ковидными ограничениями сильно возросла потребность использования удаленных рабочих мест. В большинстве случаев вопрос решается путем создания виртуальных частных сетей, однако, со стороны бизнеса увеличился запрос и на развер-

тывание облачной архитектуры ERP-системы. Очевидные достоинства облачного подхода состоят в изменении структуры платежей по сравнению с инфраструктурным решением. Во втором случае стоимость внедрения и поддержки состоит из стоимости лицензии и стоимости внедрения, превышающего стоимость лицензии в несколько раз. Также, инфраструктурное решение может сопровождаться заменой технического и программного обеспечения. Недостатки облачных решений заключаются прежде всего в разрыве защищенного контура данных. Не менее важным риском является обрыв связи с облачным сервисом.

С начала 2022 года в связи с большими рисками из-за неопределенности будущего предприятия ищут способы более быстрого внедрения ERP-систем и прежде всего просчитывают шкалу выгоды-затраты [3]. Трендовыми ERP становятся те системы, которые позволяют внедрить свои решения максимально быстро и дешево, поэтому популярными становятся не только хорошо известные решения, но и новые стартапы. Недостаток собственных денежных средств, высокая стоимость нововведений, высокий экономический риск – дополнительные ограничения, влияющие на выбор системы [4].

Не секрет, что внедрение ERP-системы сопряжено с крупными доработками программной функциональности из-за особенностей исполнения бизнес-процессов внутри предприятия. Помимо этой статьи расходов вендор или интегратор выполняют обучение персонала и стоимость расходов прямо пропорциональна количеству обучаемых сотрудников, поэтому более конкурентоспособными становятся системы, позволяющие более гибко подстраиваться под клиента.

Еще одним трендом развития современных ERP-систем является разделение монолитного приложения в сторону микросервисной архитектуры. Это вызвано уходом большинства иностранных организаций с российского рынка в 2022 году. Они более не могут вносить изменения в программный код в рамках поддержки или дополнительных соглашений с предприятием, поэтому некоторые модули требуется дописать или переписать заново с учетом новых реалий. Такие действия проще выполнить не трогая остальной программный код, т. е. при микросервисной архитектуре. Вообще, работа заказчика с клиентом часто выполняется на принципах, похожих на те, которые зафиксированы в манифесте agile, т.е. выполнение работ небольшими итерациями с большой вовлеченностью заказчика. Препятствием является неготовность работы сторон по такой схеме, а также, непонятно как составлять договор с неопределенными сроками и изменяющимися требованиями [1].

Все больше ERP-систем уделяют внимание внедрению искусственного интеллекта для автоматизации сложных бизнес-процессов. Искусственный интеллект может помочь в анализе данных, речевых технологиях, компьютерном зрении и др. Огромное значение стала играть обработка больших данных (big data), методы которой значительно отличаются от обычной обработки данных. Зачастую решение, получаемое при обработке больших данных, определяется подтверждением выдвинутых гипотез в результате выполнения итерационного цикла. Еще одна область действия искусственного интеллекта – использование программных роботов. Своё применение программные роботы нашли в исполнении рутинных, стандартизированных процессов. Роботы позволяют автоматизировать действия, исключив ошибки человека. Для уменьшения человеческого фактора ERP-системы начинают взаимодействовать с «умными» устройствами [2].

В итоге можно сказать, что перед ERP-системами бизнес ставит большое количество новых задач. В нескольких словах их можно описать как импортозамещение, снижение издержек и обработка больших данных.

Список использованных источников и литературы

1. Корпоративное программное обеспечение (рынок России) // TADVISER. Государство. Бизнес. Технологии. – URL: <https://www.tadviser.ru/a/604785> (дата обращения: 18.08.2023).
2. Пазина, Е. ERP. Основные тренды в 2022 году : статьи // IBRAIN. – URL: <https://ibrain.pro/ru/articles/erp-trend-2022> (дата обращения: 18.08.2023).

3. *Marshall, C.* Impact Analysis: The Initial Consequences of the Russia-Ukraine War on Asia/Pacific ICT Vendors and Technology Buyers // IDC. – URL: <https://blogs.idc.com/2022/03/21/impact-analysis-the-initial-consequences-of-the-russia-ukraine-war-on-asia-pacific-ict-vendors-and-technology-buyers> (дата обращения: 18.08.2023).

4. *Кудрявцева, С. С.* Тенденции развития цифровой экономики в России // Управление устойчивым развитием. – 2018. – № 2 (15). – С. 21–27.

A. V. Barsukov, Head of Digital Transformation, Rimera Group

S. I. Velikiy, General Director, Rimera Group

M. M. Gorokhov, Doctor in Engineering, Professor

A. V. Korepanov, PhD in Engineering, Associate Professor

Department of Information Systems

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Growth factors of enterprise resource planning in Russia

The modern trends in the development of enterprise resource planning systems in Russia are being considered. Here are the events that have influenced the development of systems over the past 8 years. Possible changes in the structure of enterprise resource planning systems are described.

Keywords: enterprise resource planning; ERP; risks; factors; trends; microservices; big data; cloud services.

П. П. Лугачев, старший преподаватель
Кафедра «Программное обеспечение»
Е. В. Шулакова, старший преподаватель
Кафедра «Менеджмент»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Комплекс сетей причинно-следственных связей факторов, деревьев или сетей решений, сетей целей как основа стратегического плана

В статье ставится цель кратко описать и выявить факторы для создания комплекса деревьев причинно-следственных связей факторов, деревьев решений, деревьев целей как основы стратегического плана. А также по новому посмотреть на казалось бы известные факты.

Ключевые слова: сочетание факторов; дерево причинно-следственных связей факторов; дерево решений; дерево целей; стратегический план; система показателей реализации стратегии; комплексный стратегический контроллинг; сценарии.

Выявление факторов, начало создания дерева причинно-следственных связей и дерева решений

Сформулированные факторы и их взаимосвязь – это основа дерева или сети причинно-следственных связей. Логическим следствием дерева причинно-следственных связей является дерево решений. Мы делаем акцент на том, что известная таблица *SWOT* или *СС А-В У* не просто матрица сравнений и специальная таблица решений. Это еще и методика, которая дает нам по определению альтернативные возможности, мы изначально в таблице начинаем формировать дерево решений. *О* – *opportunity* – можно перевести как альтернативность, обозначаемая *А-В*, а собственно сама таблица *СС А-В У* на втором месте, помогает созданию дерева решений. *У* – это не только угрозы, но и риски. Сформулируем наиболее важные факторы, влияющие на процесс планирования, создающее основу для него. Возможны классификация не только по *N-PEST*¹.

Фактор соотношения альтернативных целей и планов, их фактическая основа, дополнительные информационные измерения, неполнота информации, системность

Контролируемый фактор. Организации являются одними из самых сложных систем по своей структуре и жизни, по А. Ф. Кочневу, включают в себя решение слабо структурированных задач планирования и управления. Мы знаем по истории организаций, что это могут быть различного вида и типа организации – ордена, предпринимательские объединения. Определим организации как гибкие, дискретные системы открытого типа созданные человеком. Это соответствует системному подходу, определениям известных авторов, таких как Лео фон Берталанфи, ранее, в более простой форме, Н. Я. Данилевский, классик Н. Винер. Есть и более современные мнения по применению общей теории систем, формулировки А. Ф. Кочнева, Г. Б. Клейнера. Целеполагание ставим перед созданием стратегии, стратегического плана. Целеполагание, предназначение, видение – намерение. Это известные понятия при создании дерева решений и альтернативных целей. Следующий шаг – альтернативное целеполагание с показателями – как качественными значениями – таблицами Морозовского проекта [9], Вилсона, так и с количественными. Количественные показатели содержатся в комплексных таблицах М. В. Грачевой [1]. Эти таблицы – матрицы, содержащие как количественную информацию, коэффициенты эластичности, статистику, так и с качественные оценки – сравне-

ния, аналогичные матрице Вилсона. Пример дерева решений – дерева К. Омаэ – смотрите в книге С. А. Кузнецовой, В. Д. Мароковой «Стратегический менеджмент», в предлагаемой методике это дерево имеет дополнения. Кеничи Омаэ – всемирно известный специалист по стратегическому планированию. Дерево Омаэ – дерево сценариев. *Главный принцип* – сначала дерево или сеть целей как основа стратегического плана. Системность создается коммуникациями, зависимостью факторов, по смысловым измерениям аналогично тезисам А. Б. Широкограда и Н. М. Соломатина с применением ОЛАП-кубов.

Фактор дополнений к классическим методам планирования и принятия решения, их модернизации, которые являются отличиями предлагаемой методики от классических

Контролируемый фактор. Мы не можем назвать точные значения целей и показателей, необходимы диапазоны значений, учитывающие риски, которые задают альтернативность. Альтернативы включают в том числе и сценарии. Сценарий по М. В. Грачевой – это вариант, где несколько значимых показателей зависят друг от друга. По определению М. В. Грачевой и по М. Линдгрёну, сценарный подход и дерево К. Омаэ более конкретен и детализирует, каскадирует главную цель, предназначение компании. Он дополняет понятие *видение* и классическое каскадирование по системе сбалансированных показателей – ССП или *Tableau de bord*, дополняет методику многоуровневых ИЛС, по О. И. Ларичеву, делая дерево из ИЛС альтернативным. *Tableau de bord* – известная достаточно давно французская методика, в переводе с французского – таблицы на приборной доске. Но это не только просто таблицы, а методика именно исполнения стратегических планов. Еще пример: методики академика О. И. Ларичева. Он создал новые методики принятия решений, стратегического планирования, стратегического управления, более адекватные для современных условий. Одним из первых в мире, еще в начале XX века, начал создавать основы методов стратегического управления профессор В. И. Гриневецкий, ректор МВТУ им. Н. Э. Баумана. Надо отметить, что В. И. Гриневецкий создавал основы стратегического управления не для отдельной компании, а в целом по промышленности. Цели могут быть альтернативными по определению исходя из деревьев решений типа К. Омаэ и учитывают риски в коэффициентах эластичности, что отличает предлагаемую методику от ССП или ее аналогов. Не просто каскадирование, а задание альтернативных целей с учетом рисков, показываемых коэффициентами эластичности, т. е. показателями рисков. Коэффициенты эластичности могут показывать зависимость между несколькими синхронно, одновременно меняющимися показателями и главными показателями – тем самым задают основу сценария. Поскольку основное отличие стратегического плана от инвестиционного проекта – это скользящий период планирования, мы уделяем большое внимание дереву причинно-следственных связей как основы для создания дерева решений и дерева целей, собственно, это результат выявления фактов, тенденций, группировок фактов их связей, синхронности их изменений. Для лучшего учета рисков и неопределенности необходим постоянный скользящий план-факт-анализ по периодам. Намерения – аналог понятия «видения». Предназначение организации – аналог понятия «миссия». Как отмечалось выше, *модернизированный SWOT-анализ* или *СС А-В У с альтернативными возможностями* – А-В и с учетом рисков-угроз помогает нам создать начало дерева, учетом *угроз* – именно рисков – У с помощью коэффициентов эластичности. *SWOT* можно понимать как ОЛАП-куб, по осям дополнительная информация, в частности оппозиционные шкалы. Удачный пример дерева решений – К. Омаэ и его аналоги, оно четкое и предметное, а самое главное – оно подтверждается опытом создания инвестиционных проектов и стратегических планов авторов публикации. Индукция информации из фактов при создании инвестиционных проектов и стратегических планов нашла подтверждение в этом дереве К. Омаэ, само дерево – это одно из главных отличий инвестиционного проекта от стратегического плана. *Скользящий по периоду многовариантный долгосрочный план в сочетании с включенными в него фиксированными по периоду инвестиционными проектами в соответствии с деревом решений – это и есть стратегический план.* Сами отличия стратегического плана по пунктам даны на сайте *Iteam.ru* в соответствующем разделе. Описание

двух видов планирования – стратегическом, скользящим – дано в книге Я. Монден и др. «Как работают японские предприятия». Говорится о скользящем стратегическом плане и в книге А. Л. Кузнецова и Л. В. Васильевой «Стратегический менеджмент». *Это первое и главное дополнение* и отличие стратегического плана от проекта. *Второе отличие – комплексность целей*, и самого мероприятия. В стратегическом плане, как правило, несколько главных целей, а в инвестиционном проекте – обычно одна. Добавляем к классическим отличиям, изложенным на *Iteam.ru*, что цели могут быть альтернативными. Добавляем создание комплекса: деревья причинно-следственных связей, деревья решений, целей. Один из примеров указан выше – дерево К. Омаэ. *И третье* – стратегический план может закрывать одни проекты, добавлять другие. Инвестиционный проект, как правило, ориентирован на создание нового, что, конечно, не исключает в процессе создания нового отказ от каких-либо старых моделей, оборудования. Синхронность показывается просто сетью или сетью Петри. Принцип Ринго создает системность, объединяет – по этому принципу учитываются мнения множества ведущих специалистов и возможность каждого создать инициативу. Ринго или Ринги – это методика создания и исполнения стратегического плана, управленческая процедура, применяемая в японских компаниях. По словарю В. Конрада: «рин» – спрашивать нижестоящего, «ги» – совещаться. Ринги сочетается с Хосин – Канри. Хосин – Канри – японская методика планирования и управления на стратегическом, тактическом и оперативном уровнях. Хосин – Канри – переводится как управление по компасу. Альтернативные деревья, поиск большей информации с помощью дополнительных смысловых измерений, план-факт-анализ – это средства борьбы с неопределенностью, вариабельностью в системе. Соединив все выше указанное вместе, дополнив классические методы, мы получаем основу методика планирования и принятия решений для организаций. Системность проявляется во взаимосвязи факторов, смысловыми измерениями, аналогично тезисам А. Б. Широкограда и влиянием тех или иных отделов.

Фактор влияния тех или иных отделов организации, ЛПР, учета мнения заинтересованных сторон, коллективность при создании дерева решений, возможность проявления инициативы любым служащим

Аналогично принципу Ринго. Контролируемый фактор, но зависящий от соотношения влияний, необходимо учитывать внешние обстоятельства – например наличие ресурсов, технологий.

Фактор формализации деятельности персонала, следования регламентам

Контролируемый фактор. Методика Ринго или Ринги. Она не во всем применима в российской реальности, в нашей системе, по определению, должны быть принципы, отличающие наши организации от, например, тихоокеанских цивилизаций, в частности китайских, вьетнамских и японских. Примеры из истории Второй мировой войны и последующих войн.

Внешние факторы для компании, уникальные особенности нашей среды, нашего рынка, страновые риски

Неконтролируемый фактор. Существуют специальные исследования, в частности таких авторов, как Ф. Бродель, А. Тойнби, С. А. Нефедов. Мы кратко отметим, что это, прежде всего, множественность климатических условий, в том числе с низкой зимней температурой, очень большая территория, что влияет на издержки. Но данный фактор не стоит преувеличивать, юг России – очень большая территория даже по сопоставлению с ведущими цивилизациями мира. К тому же есть большое число крупных рек, коммуникации, энергетика.

Фактор соотношения, баланса индукции информации из фактов и концепций, теорий

Контролируемый фактор. Отметим, что нам необходим такой поиск, отбор и анализ фактов, при котором факты как бы сами выдают информацию о себе. Сопоставление этой информации необходимо выполнять так, чтобы не подгонять факты под теории. При этом те или иные теории также помогают выявлять информацию анализировать факты с тех сторон, для которых и создана теория. Звучит принцип просто, но, например, при анализе истории

цивилизаций, их экономик он не всегда соблюдается. Подробнее об этом информация и данные у М. И. Лугачева [8].

Система зависимых формул и показателей при целях, синхронность изменений, многокритериальность (важный фактор)

Контролируемый фактор. Поскольку у нас есть система показателей при целях, и чаще всего много – критериальность, система предполагает взаимосвязь между формулами, формула с виду простая, она собственно и должна быть наглядной и простой, но ее переменные в свою очередь зависят от других переменных. Формулы создаются на основе реальности, реализации стратегий и инвестиционных проектов.

Другие, классические факторы: контролируемые и неконтролируемые – объемы производства и продаж, виды издержек, наличие собственных технологий, управление качеством, страновые риски, инфляция, дисконтирование, риск-индексы *BERI. Business environment risk indices* – индексы риска среды бизнеса. Наличие собственных уникальных технологий – это конкурентное преимущество. Сгруппируем факторы в единое целое, покажем их возможность стать смысловыми измерениями на осях рис. 1. Примеры деревьев причинно-следственных связей экономических проблем компании смотрите у М. В. Грачевой [1]. Предполагается, что фактор-смысловое измерение оказывает влияние на большинство основных факторов. Сеть Петри в начальном состоянии. Применение сетей Петри обусловлено синхронным действием факторов. Из многолетнего опыта авторов по созданию инвестиционных проектов и стратегий для средних компаний известно, что не бывает или бывает очень редко обусловленность только одним фактором или действием факторов строго последовательно.

Моделирование процесса принятия решений с помощью сетей Петри возможно, о попытках моделирования с помощью сетей Петри говорилось в предыдущих публикациях авторов [5] (рис. 2).

Сеть Петри содержит множество позиций P , это виды работ, в том числе создание A – множество планируемых сценариев, альтернатив,

T – множество переходов.

Во множестве P :

$p1$ – начальная формулировка цели инвестиционного проекта, деловой стратегии альтернативных целей по возможным сценариям;

$p2$ – сбор информации, анализ фактов, выявление факторов влияния, начальное дерево причинно-следственных связей;

$p3$ – обоснование объемов реализации, согласование с заинтересованными отделами и службами;

$p4$ – разработка расчетной части инвестиционного проекта в первом приближении;

$p5$ – разработка текстовой части по разделам проекта;

$p6$ – расчет и задание в программе показателей внешней среды;

$p7$ – планирование работ – оценка существующего оборудования, производственный план, выбор и закупка нового оборудования;

$p8$ – организационный план и формулировка рисков, коэффициенты эластичности;

$p9$ – многовариантные расчеты и анализ имитационной модели, вычисление, создание производственно-экономических таблиц и показателей, гиперкубов;

$p10$ – выбор и группировка критериев-показателей;

$p11$ – построение сети или дерева решений с альтернативами, коэффициентами эластичности;

$p12$ – текст. Часть сценария $a1$;

$p13$ – текст. Часть сценария $a2$;

$p14$ – текст. Часть сценария a_i ;

$p15$ – разработка дерева или сети целей, многовариантной сетевой модели, объединяющей дерево целей и сетевую модель выполнения проекта;

$p16$ – выбор варианта проекта для реализации, экспертное заключение;

p17 – передача модели в программу управления проектом, реализация проекта;
p18 – выполнение инвестиционного проекта, контрольная точка при реализации проекта, план-факт-анализ;
p19 – выводы по реализации проекта и результатам анализа, построение нового варианта дерева причинно- следственных связей.

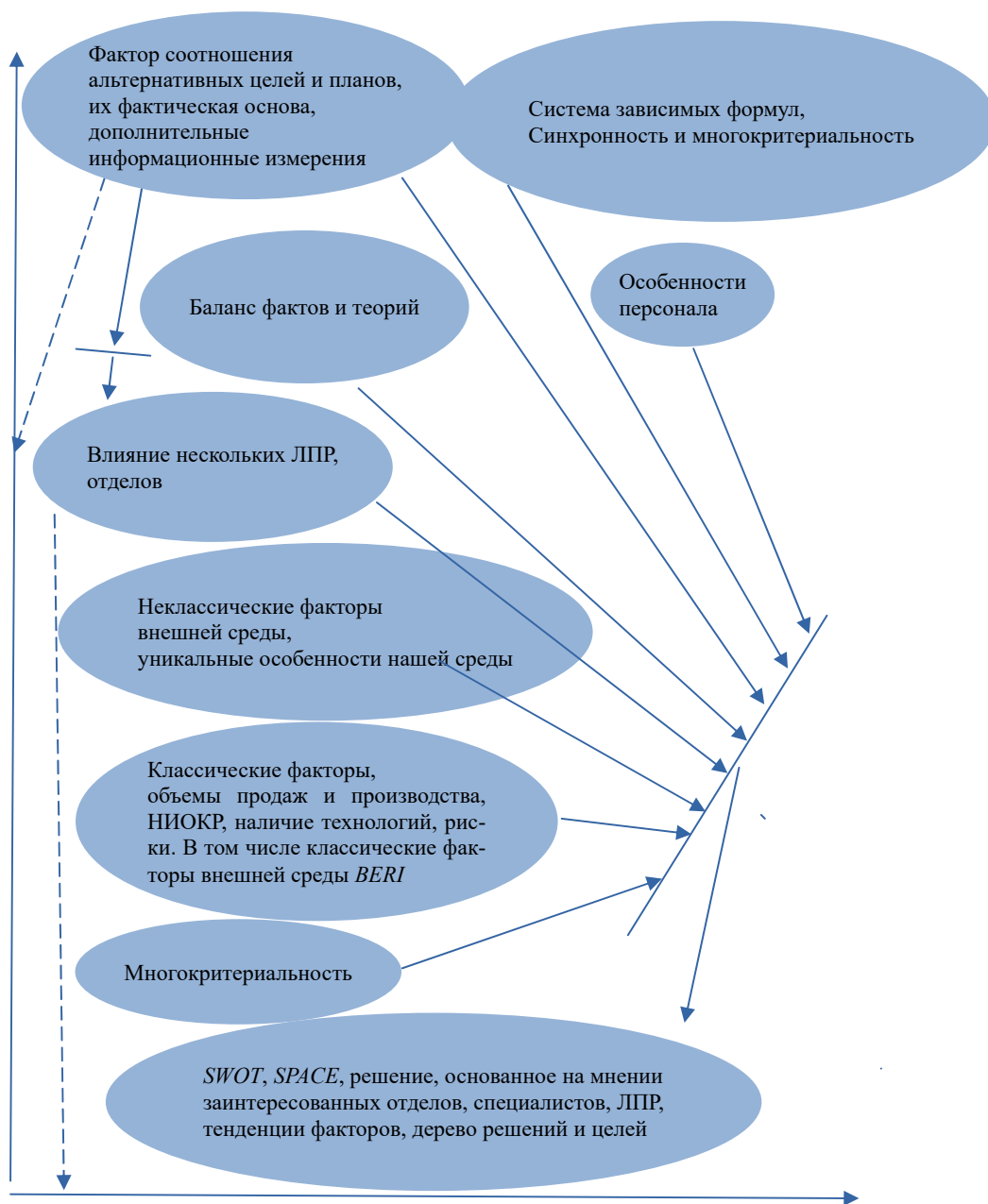


Рис. 1. Облако факторов влияния, сеть факторов, их зависимость: пунктирная стрелка – указание на возможность фактора стать смысловым измерением

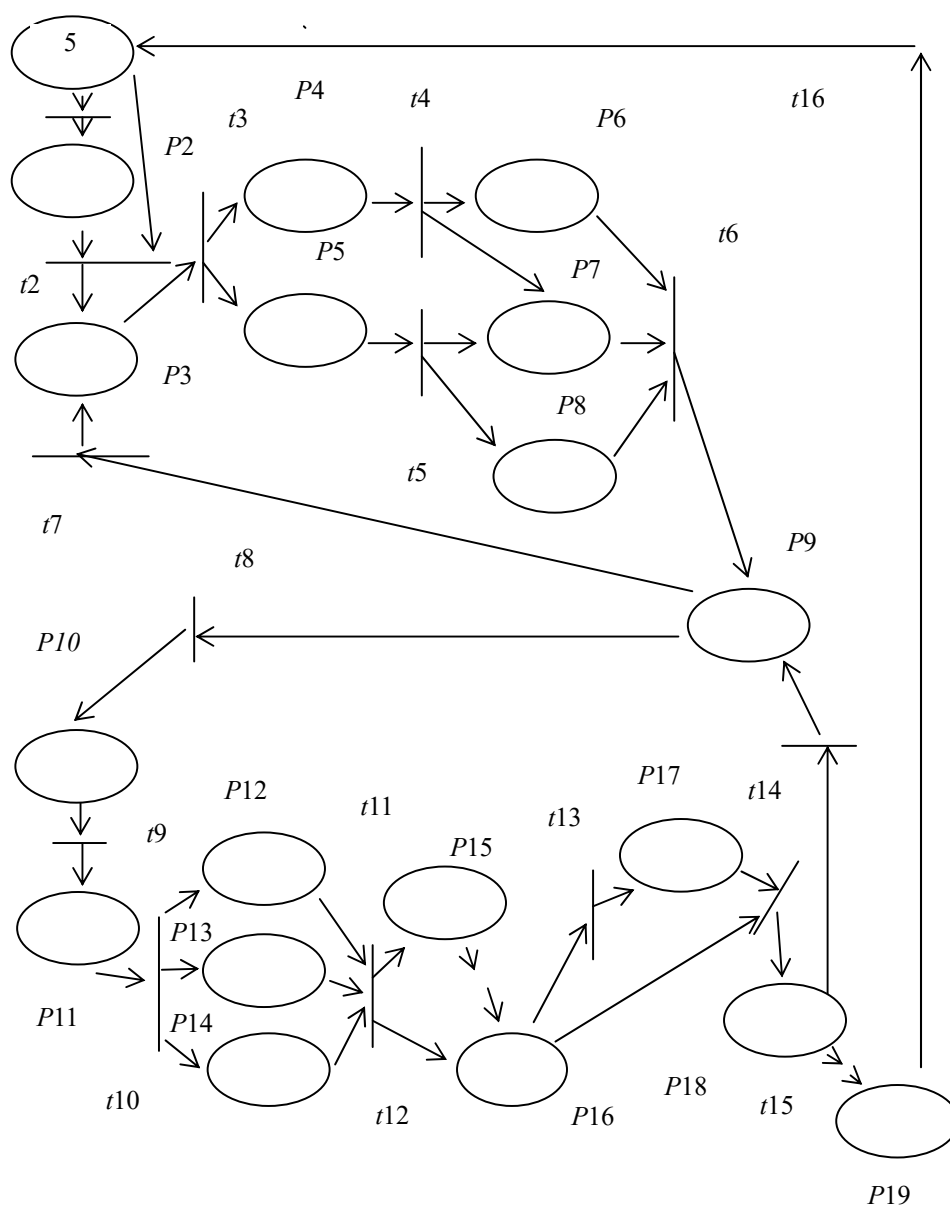


Рис. 2. Создание деловой стратегии и ее исполнение при синхронном выполнении отдельных видов деятельности с помощью сети Петри

Более сложные способы моделирования с помощью E-сетей, или миварных сетей возможны, но надо обосновать их применение, скажем, если задача очень сложная и сеть должна быть более комплексная.

Выводы

Приведенные совместно составные части методики позволяют создавать деревья решений в более ясной и наглядной форме, создавать логические блоки информации – чанки – для управленцев, чтобы эффективнее планировать и отслеживать исполнение стратегических планов с помощью существующих управленческих ИС и собственных дополнений к ним.

Список использованных источников и литературы

1. Грачева, М. В. Управление рисками в инновационной деятельности / М. В. Грачева, С. Ю. Ляпина. – Москва : ЮНИТИ, 2012. – С. 182–185.
2. Клейнер, Г. Б. Сущность и структура стратегии предприятия. – Москва : Синергия, 2008.
3. Кузнецова, С. А. Современный стратегический анализ : учеб.-метод. пособие. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2020.

4. Кузнецова Е. Ю. Современный стратегический анализ. – Екатеринбург : Изд-во Урал. федер. ун-та, 2016.
5. Лугачев, П. П. Методика принятия решения при разработке обоснований проектов с применением сетевой модели. – Ижевск, 2014.
6. Матвеев, А. А. Модели и методы управления портфелями проектов / А. А. Матвеев, Д. А. Новиков, А. В. Цветков. – Москва : ПМСОФТ, 2005. – 206 с.
7. Романов, А. Н. Информационные системы в экономике / А. Н. Романов, Б. Е. Одинцов. – Москва, 2007.
8. Скрипкин, К. Г. Влияние внешней среды на организационный дизайн образовательного учреждения: инструменты анализа // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2016. – Т. 12, № 3. – С. 225–236.
9. Ступакова, М. В. Девять шагов бизнес-планирования. – Москва : ОЛМА-пресс Инвест, 2003. – 160 с.

P. P. Lugachev, Senior Lecturer
Department of Software
E. V. Shulakova, Senior Lecturer
Department of Management
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**The complex of networks of causal relationships of factors, decision trees or networks,
goal networks as the basis of a strategic plan**

The purpose of the article is to briefly describe and identify the factors of creating a complex of trees of causal relationships of factors, decision trees, goal trees as the basis of a strategic plan. And also to take a fresh look at the seemingly known facts.

Keywords: combination of factors; tree of causal relationships of factors; decision tree; goal tree; strategic plan; system of indicators of strategy implementation; integrated strategic controlling; scenarios; narratives.

П. П. Лугачев, старший преподаватель
Кафедра «Программное обеспечение»
О. В. Абашева, кандидат экономических наук, доцент
Е. В. Шулакова, старший преподаватель
Кафедра «Менеджмент»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Методика, алгоритмы принятия решений и планирования,
реализуемые на внутренних языках управленческих информационных систем,
языках высокого уровня и табличных процессорах**

В статье ставится цель кратко описать методику и алгоритмы принятия решений и планирования, реализуемые на языках высокого уровня, внутренних языках управленческих информационных систем и табличных процессорах. Реализованы алгоритмы, которых нет в известном программном обеспечении.

Ключевые слова: сочетание факторов; дерево причинно-следственных связей факторов; дерево решений; стратегический план; система показателей реализации стратегии; комплексный стратегический контроллинг; сценарии.

При планировании и принятии решений нам необходимы более адекватные реальности методика и алгоритмы, которые не реализованы в таких информационных системах (ИС) как *Project-Expert*, Элма – *KPI*, Элма 365, Элма – управление проектами. Это методы и алгоритмы создания ОЛАП-кубов для задач планирования и сопоставления информации, построения деревьев решений с коэффициентами эластичности и деревьев причинно-следственных связей, сетей Петри, продукционных моделей, подсистем диагностики инвестиционных проектов, оценки альтернативных проектов, сценариев, вычисления комплекса нефинансовых показателей, качественных сопоставлений. *Собственные дополнения, методы и алгоритмы в основной части реализованы на языке высокого уровня (ЯВУ), в основном на внутреннем ЯВУ в системе Project-Expert.*

Один из вариантов методики планирования описан в публикациях авторов, в частности в [5].

Согласно предлагаемой методике, после выявления факторов и создания на их основе дерева причинно-следственных связей мы создаем на его основе дерево решений. Это аналог дерева Омаэ. Дерево известного в мире японского специалиста по планированию К. Омаэ – это дерево сценариев, альтернатив. Поскольку мы по определению создали программное обеспечение (ПО), в том числе на основе внутренних языков высокого уровня *Project-Expert*, то мы тем самым соединяем наши методы и алгоритмы со стандартным ПО, накапливаем базу знаний.

Информацию из *Project-Expert* соединяем с информацией в Элме – *KPI* и Элме – управление проектами, передавая в Элму – *KPI* инвестиционные проекты, а в Элму – управление проектами ленточные и сетевые модели проектов в стандартном формате.

Начинаем с создания дерева причинно-следственных связей и затем создаем дерево – аналог дерева К. Омаэ.

Создание дерева решений с коэффициентами эластичности как элемента имитационной модели

Это простейший пример, основа, все зависит от конкретных обстоятельств, проекта, стратегии (рис. 1).

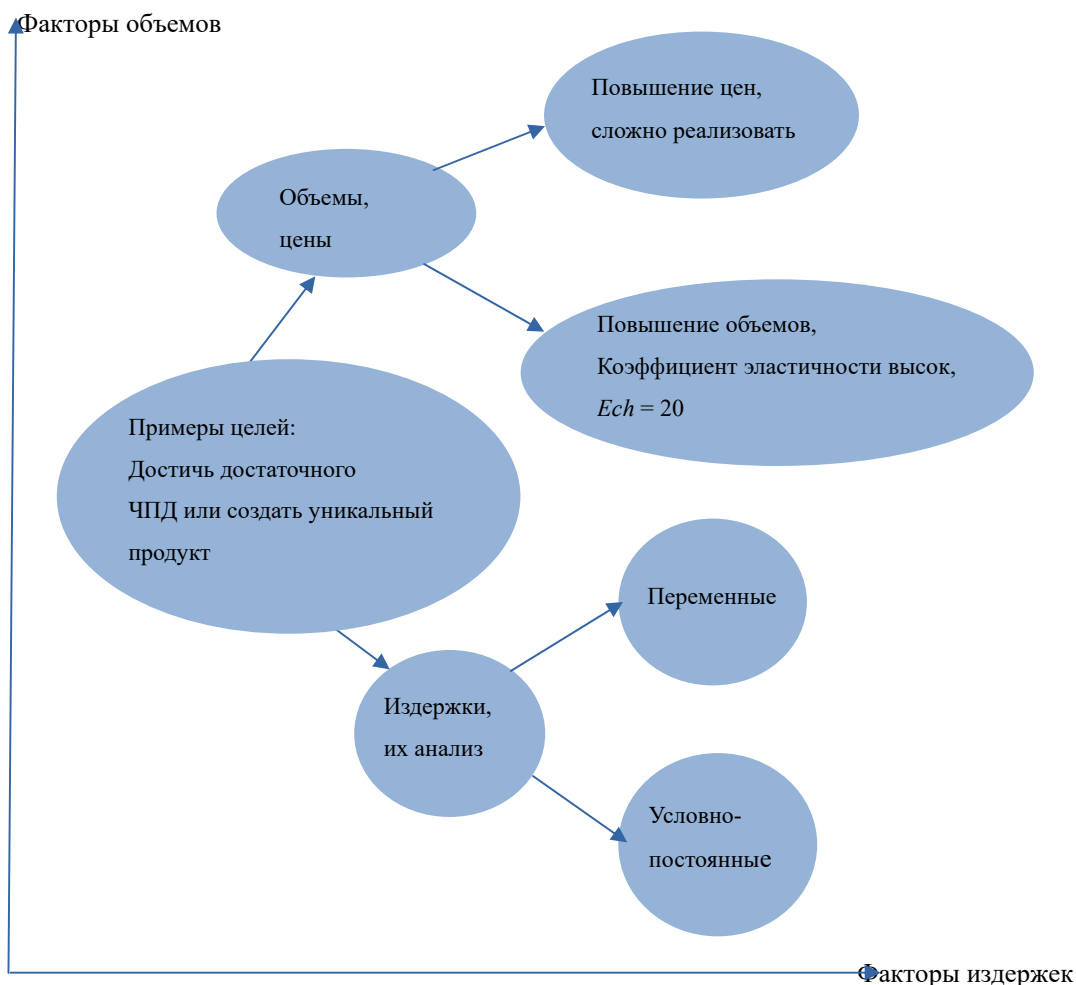


Рис. 1. Дерево решений Hso – аналог дерева К. Омаэ с коэффициентами эластичности в сочетании с измерениями на осях

Коэффициенты эластичности Ech задаются по зависимости главных показателей от нескольких входных показателей. Входные и главные показатели могут меняться синхронно

$$Ech = Dmin - cash / Dpi, \quad (1)$$

где $Dmin - cash$ – изменение минимального значения денежного потока в таблице движения денежных средств; $min - cash$ – один из главных показателей, это минимальный остаток на счете организации по месяцу или кварталу за весь период проекта; Dpi – одновременное изменение нескольких входных переменных, факторов; $i = 1, 2, \dots, k$.

$$min - cash \geq t, \quad (2)$$

где k – число входных показателей, оно не должно быть большим, должно быть наглядным, это несколько показателей; t определяется авторами проекта, исходя из величины рисков.

Могут быть и другие главные показатели в соответствии с деревом аналогом К. Омаэ, например, чистый приведенный доход (ЧПД) проекта.

Диапазон изменения коэффициентов эластичности:
20 – значение коэффициента эластичности большое,

5 и менее – значение коэффициента эластичности незначительное, возможно, входные показатели либо слабо, либо вообще не влияют. Это может означать, в том числе неточность данных.

Результат решения – дерево целей H_c (рис. 2). Оно может быть модернизировано в сетевую модель решений. По А. Ф. Кочневу, главных целей не должно быть слишком много.

$$C_s \leq 25, \quad (3)$$

где C_s – количество главных целей стратегии.

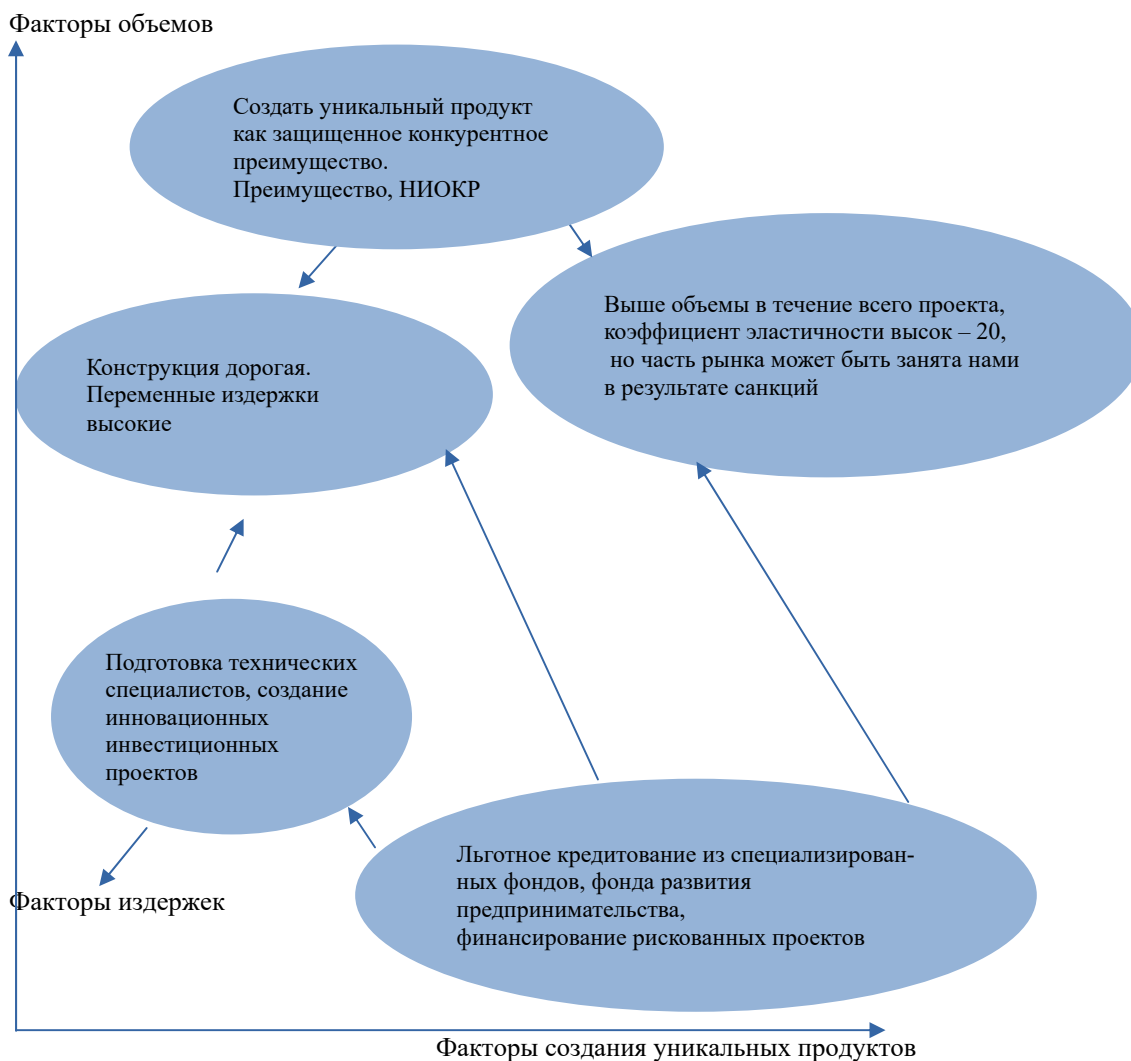


Рис. 2. Сеть целей H_c для исполнения плана в сочетании с измерениями на осях специального ОЛАП-куба

Необходимо отметить, что в дереве причинно-следственных связей проблем также не должно быть много, по А. Ф. Кочневу, до 50. Проекты соответствуют целям – по каждой цели инвестиционный проект. При цели может быть и простое мероприятие. Исполнение стратегического плана по проектам и дереву целей, объединяющему проекты.

Результат план-факт-анализа – дополненное дерево причинно-следственных связей, его новое создание, вычисление, согласно принципу скользящего планирования при создании стратегического плана.

В дереве К. Омаэ преобладают экспертные, качественные и расчетные показатели, не исключая и учета статистики, результатов имитационного моделирования в программах-бизнес-приложениях: комплексного контроллинга, более сложных – СРМ-системах, системах управления эффективностью бизнеса, системах стратегического планирования. Что касается имитационного моделирования в системах типа GPSS, или их аналогах, то это вопрос будущего.

Применение статистики не исключается и приветствуется. Проблема в том, что статистика и вероятность есть не всегда, и они не дают гарантий на будущее, например, по фактору объемам сбыта.

Пример стохастической сети и ее применения в стратегическом планировании – стохастическая сеть разработки Института экономики и организации производства Сибирского отделения академии наук России, г. Новосибирск. Результатом решения является дерево целей. Оно может быть частью дерева решений, а затем, при выполнении решений, достижении целей выделяться как отдельное дерево, как в многоуровневых информационно-логических структурах О. И. Ларичева.

Дерево причинно-следственных связей, дерево решений, дерево целей мы создаем сначала на бумаге, после обсуждения со всеми специалистами компании. Создание деревьев происходит по принципам, изложенным О. И. Ларичевым, А. Ф. Кочневым, а затем мы переносим их в управленческую систему *Elma-KPI*. Мы применяем известные ИС и собственные дополнения к ним для создания деревьев решений, стратегических планов, исполнения планов. Например, такие ИС как *Elma-KPI*. Смотрите далее на рис. 3 пример применения известной у нас управленческой системы *Elma-KPI*. Отметим, что мы назначаем каждой цели руководителя проекта или мероприятия. Далее создаем по каждой цели инвестиционный проект и проигрываем его в ИС *Project – Expert*. Диагностика проекта производится с применением собственного ПО, а также стандартного. Собственная часть экспертной подсистемы *Project – Expert* помогает дать качественную многокритериальную оценку каждой альтернативе дерева решений. Применяются производственные модели и отдельно, вне экспертной подсистемы – во взаимодействии с сетью Петри. Затем каждый проект переносим в *Элма-KPI*.

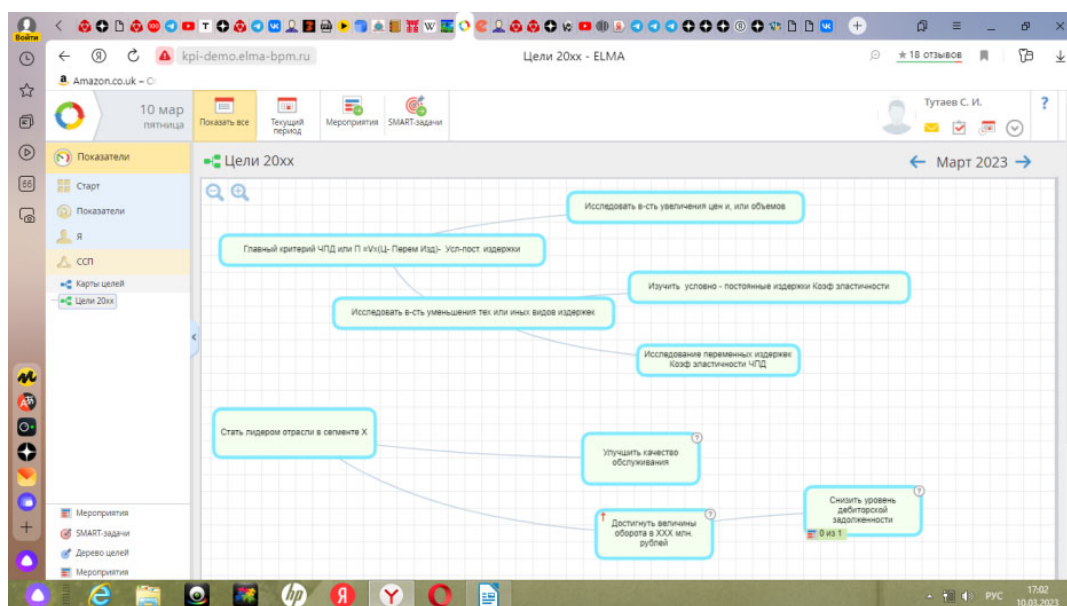


Рис. 3. Примеры деревьев целей, результатов прохождения по дереву решений, аналогу дерева К. Омаэ с добавлениями, коэффициентами эластичности

Elma-KPI предполагает обсуждение со всеми специалистами компании и любыми лицами, которые могут дать дельный совет, не только теми, кто участвует в проектах и внесен в списки.

К ключевым показателям результативности – КПР или *KPI*, мы относимся осторожно, иногда их применение может быть демотивирующим. Как сказано выше, инвестиционные проекты создаются в известной системе *Project-Expert*. Данные из *Project-Expert* предаются либо в *Elma* – управление проектами в стандартном формате данных, либо в аналогичную систему управления проектами, а также в *Elma-KPI*.

Поскольку в системе *Project-Expert* акцент делается именно на инвестиционные и финансовые показатели, критерии, мы дополняем эту систему расчетом и нефинансовых пока-

зателей, например, производственных, маркетинговых и иных качественно сформулированных факторов в дереве решений, дереве целей.

Гиперкубы или таблицы сопоставления изменений коэффициентов эластичности при решениях также смотрите в [1]. Добавим к [1], что изменения входных показателей, а значит, и изменений в системе и внешней среде может быть синхронным [5].

Цели соответствуют проектам, мероприятиям, и каждая цель, проект имеет своего ответственного за проект из персонала компании, что задается в системе *Elma-KPI*. Дерево целей связывается в системе *Elma-KPI* с организационной структурой и ответственными, а не просто создается для визуализации и наглядности. Коэффициенты эластичности задаются от нескольких входных показателей, которые, как отмечалось выше, могут меняться синхронно [5].

Выводы

Создание единой информационной базы, базы методов и алгоритмов, базы знаний для планирования и управления с применением собственного ПО, добавляет возможности *Project-Expert*, *Elma-KPI*, применение методики планирования повышает эффективность управления.

Список использованных источников и литературы

1. Грачева, М. В. Управление рисками в инновационной деятельности / М. В. Грачева, С. Ю. Ляпина. – Москва : ЮНИТИ, 2012. – С. 182–185.
2. Клейнер, Г. Б. Сущность и структура стратегии предприятия – Москва : Синергия, 2008.
3. Кузнецова, С. А. Современный стратегический анализ : учеб.-метод. пособие. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2020.
4. Кузнецова, Е. Ю. Современный стратегический анализ. – Екатеринбург : Изд-во Урал. федер. Ун-та, 2016.
5. Лугачев П. П. Качественные и количественные показатели, факторы, сценарии в слабо структурированных задачах принятия решений, планирования и управления / П. П. Лугачев, Е. В. Шулакова // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2022. – 304 с. – 978-5-7526-0986-2
6. Матвеев, А. А. Модели и методы управления портфелями проектов / А. А. Матвеев, Д. А. Новиков, А. В. Цветков. – Москва : ПМСОФТ, 2005. – 206 с. – 5-9900281-3-X
7. Романов, А. Н. Информационные системы в экономике : учеб. пособие / А. Н. Романов, Б. Е. Одинцов. – Москва : Вузовский учебник, 2007.
8. Скрипкин, К. Г. Влияние внешней среды на организационный дизайн образовательного учреждения: инструменты анализа // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2016. – Т. 12, № 3. – С. 225–236.
9. Ступакова, М. В. Девять шагов бизнес-планирования. – Москва : ОЛМА-пресс Инвест, 2003.

P. P. Lugachev, Senior Lecturer

Department of Software

O. V. Abasheva, PhD in Economics, Associate Professor

E. V. Shulakova, Senior Lecturer

Department of Management

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Methods and algorithms of decision-making and planning implemented in internal languages of management IS, high-level languages and tabular processors

The article aims to briefly describe the methods and algorithms of decision-making and planning implemented in high-level languages, internal languages of management - IS and tabular processors. Implemented, supplemented algorithms that are not available in the known software.

Keywords: combination of factors; tree of causal relationships of factors; decision tree; strategic plan; system of indicators of strategy implementation; integrated strategic controlling; scenarios.

А. К. Черных, студент
М. И. Владыкин, студент
А. С. Коротков, студент
А. С. Малькин, студент

Ю. Н. Черенков, ведущий инженер-конструктор – руководитель группы

М. А. Бояршинов, кандидат технических наук, доцент

Кафедра «Радиотехника»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Анализ процесса преобразования речевых сигналов в текстовый формат

Статья посвящена изучению процесса преобразования речевых сигналов в текстовый формат (в рамках технологии *Speech-to-Text*), а также возможностям различных программных библиотек и методик, реализующих данную технологию, оценке качества их работы и ресурсоемкости.

Ключевые слова: речь; текст; технология *Speech-to-Text*; программные библиотеки; ресурсоемкость.

В современном мире повсеместно используется технология распознавания и преобразования речи в текстовый формат. Технология распознавания речи (*Speech-to-Text*) упрощает процессы работы с информацией: например, вместо введения адреса в навигатор можно просто произнести его. Выгоду использования данного метода представления информации можно наблюдать и в аспекте радиовещания – при передаче речи по радиоканалу и дальнейшего ее преобразования в текст происходит снижение требований к скорости цифровой передачи данных в радиоканал и обеспечение ряда иных преимуществ передачи такого типа.

Технология *Speech-to-Text (STT)* обеспечивает перевод голоса в текст с помощью нейросети. Речь с помощью искусственного интеллекта преобразуется в буквы, слова, фразы и предложения, на выходе получается текстовая версия аудио.

В основе работы технологии *STT* – нейросети, которые на основе многоуровневого процесса анализа аудиосодержимого обрабатывают речь и возвращают распознанный текст. Речь состоит из звуков, а текст состоит из букв. Основная задача нейросети – распознать, какой букве соответствует рисунок на спектрограмме аудиозаписи, затем преобразовать отдельные буквы в слова, а слова – в полноценные предложения.

Чтобы научиться распознавать среди звуков буквы, инженеры обучают нейросеть на подготовленном наборе данных (*Dataset*). *Dataset* состоит из аудиозаписей с голосом, которые сопровождаются размеченным текстом. Таким образом, на вход нейросети подается пара аудио-текст, из которой она должна найти соответствие «рисунку» аудиодорожки определенных букв и слов.

Преобразование речи в текстовый формат, согласно источнику [1], происходит по следующему принципу:

1. Звуки, произносимые человеком, создает ряд вибраций. Технология преобразования речи в текст улавливает эти вибрации и переводит их на цифровой язык с помощью аналого-цифрового преобразователя.
2. Аналого-цифровой преобразователь извлекает звуки из аудиофайла, тщательно измеряет волны и фильтрует их, чтобы вычленить соответствующие звуки.
3. Звуки сегментируются на сотые или тысячные доли секунды, после чего сопоставляются с фонемами. Фонема – это звуковая единица, которая отличает одно слово от другого в любом используемом языке. Например, в английском языке около 40 фонем.

4. Фонемы пропускаются через сеть на основе математической модели, которая сравнивает их с хорошо известными предложениями, словами и фразами.

5. Текст представляется в виде текста или компьютерного запроса на основе наиболее вероятной версии аудио.

Область применения

Если говорить про сервисы (варианты реализации технологии преобразования речи в текст), то технологии распознавания голоса *STT* находят широкое применение в современном мире [2], например:

1. Использование функции голосового поиска в сервисах: геолокационных картах, такси, навигаторе.

2. Общение с виртуальными голосовыми помощниками, которые помогают найти информацию, узнать данные о счете, быстро сделать перевод.

3. Управление системой умный дом – с их помощью можно управлять светом, техникой в доме.

4. Голосовой ввод в заметках, мессенджерах и т. д. Системы становятся все более умными, могут писать текст со знаками препинания и разделять его на предложения.

5. Аналитика звонка и помощь операторам позволяет быстро извлекать полезную информацию из разговоров с клиентами, что усовершенствует взаимодействие и повышает производительность агентов.

6. Поиск медиаконтента позволяет преобразовать аудио- и видеоресурсы в доступные для поиска архивы. Кроме того, таким образом пользователи могут расширить охват и доступность контента за счет создания локализованных субтитров. Внедрение голосового поиска позволяет маркетологам получать информацию о поведении потребителей и тенденциях в данных.

7. Медиа-субтитры позволяет записывать встречи и беседы с помощью функции цифровой записи, повышая производительность, доступность и оптимизируя важные примечания.

8. Клинические документы сервисы используются для быстрой и эффективной записи разговоров с пациентами, чтобы анализировать или вносить данные в электронную карту здоровья. Например, в банковском деле преобразование речи в текст используется для голосового обслуживания клиентов. В сфере здравоохранения преобразование речи в текст помогает повысить эффективность, обеспечивая немедленный доступ к информации и вводу данных.

Распознавание голоса может быть полезно для текстового сопровождения аудиоматериалов. В этом случае распознавание может происходить по сохраненным файлам, которые будут обрабатываться в фоновом режиме.

Примеры:

- подготовка субтитров к видео;
- создание текстовой версии записи курса;
- распознавание;
- генерация текстовых материалов по результатам конференций.

Преимущества преобразования речи в текст

Как и многие виды технологий, преобразование речи в текст имеет ряд преимуществ, позволяющий оптимизировать рутинные процессы:

– экономия времени – технология автоматического распознавания речи позволяет экономить время путем предоставления точных расшифровок в режиме реального времени;

– рентабельность – большинство программ для преобразования речи в текст предусматривают плату за подписку, тогда как некоторые услуги предоставляются бесплатно, однако стоимость подписки гораздо более рентабельна, чем использование услуг ручной расшифровки;

– повышение качества аудио- и видеоконтента – возможности преобразования речи в текст означают, что аудио- и видеоданные могут быть преобразованы в режиме реального времени для субтитров и быстрой расшифровки видео.

Недостатки преобразования речи в текст

Технология преобразования речи в текст относится к достаточно новым и не лишена некоторых недостатков, которые определяют основные ограничения данной технологии:

- несовершенство процесса – хотя технология преобразования речи в текст является мощным инструментом, она все еще находится на ранней стадии развития, а это означает, что в общей производительности есть некоторые пробелы; в случаях, когда требуется абсолютное воспроизведение информации, расшифровка может быть неточной или неправильной, при этом некоторые части текста могут быть пропущены;

- требуется ручной ввод данных – поскольку преобразование речи в текст не является абсолютно точным, для оптимального использования требуется ручное редактирование речевых данных;

- необходимы чистые записи – чтобы получить качественную расшифровку с помощью ПО для распознавания речи, аудиозапись должна быть четкой и разборчивой; это означает отсутствие фонового шума и акцентов, обязательно правильное произношение, при этом говорить должен один человек, кроме того, необходимы голосовые команды для соблюдения пунктуации.

Библиотеки и методики для распознавания речи

Библиотека распознавания речи содержит набор готовых классов, объектов, функций, задач и т. д., необходимых для организации распознавания человеческого голоса. Подключение готовых библиотек ускоряет разработку программы в разы. Можно не подключать готовую библиотеку, но тогда распознавание речи нужно будет программировать с нуля. Несколько популярных библиотек и методик с учетом критериев из статьи [3] представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Критериальное сопоставление основных сервисов для обработки аудиофайлов

Показатель	Алиса	Siri	Google-ассистент
Экономичность (объем языковых моделей речевого тракта)	Малые модели ≈100 МБ	≈90 МБ	≈80 МБ
Объем затрачиваемой оперативной памяти	≈2 Гб оперативной памяти для малых моделей	≈2 Гб оперативной памяти	≈1-2 Гб оперативной памяти
Автономность	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Показатель	Microsoft Speech API	Speech Recognition	Deep Speech
Экономичность (объем языковых моделей речевого тракта)	Малые модели ≈70 МБ (базовый пакет сервиса). Более точные модели) ≈2 ГБ (полный пакет сервиса)	≈65 МБ	≈47 МБ
Объем затрачиваемой оперативной памяти	≈1 Гб оперативной памяти (базовый пакет сервиса). ≈5 Гб оперативной памяти (полный пакет сервиса)	≈1 Гб оперативной памяти	≈1 Гб оперативной памяти
Автономность	Присутствует	Присутствует	Присутствует
Показатель	Artyom.js	Vosk	CMU Sphinx
Экономичность (объем языковых моделей речевого тракта)	≈188 МБ	Малые модели≈50 МБ; Более точные модели ≈2 ГБ	≈49 МБ
Объем затрачиваемой оперативной памяти	≈2 Гб оперативной памяти	≈1 Гб оперативной памяти для малых моделей. ≈4 Гб оперативной памяти для более точных моделей	≈1 Гб оперативной памяти
Автономность	Присутствует	Присутствует	Присутствует

Таблица 2. Значимые преимущества и недостатки основных сервисов для обработки аудиофайлов

Показатель	Алиса	Siri	Google-ассистент
Преимущества	Поддержка русского языка, нет необходимости заранее обучать систему	Частичная поддержка русского языка	Поддержка русского языка, нет необходимости заранее обучать систему
Недостатки	Отсутствие возможности интеграции в сторонние программы, нет возможности постоянного распознавания речи	Отсутствие возможности интеграции в сторонние программы, нет возможности постоянного распознавания речи, необходимость заранее обучать систему, языковая ограниченность	Отсутствие возможности интеграции в сторонние программы, нет возможности постоянного распознавания речи
Показатель	Microsoft Speech API	Speech Recognition	Deep Speech
Преимущества	Поддержка русского языка, возможность постоянного распознавания речи, нет необходимости заранее обучать систему	Поддержка русского языка, возможность постоянного распознавания речи, нет необходимости заранее обучать систему, содержит внутри себя механизм поддержки нескольких API распознавания речи	Поддержка русского языка, возможность постоянного распознавания речи, нет необходимости заранее обучать систему, библиотекой, возможность использования собственных моделей
Недостатки	Необходимость приобретения полного пакета для реализации всех функций сервиса	Низкая точность распознавания при интеграции (чувствительность к шумам, требовательность к акустическим и языковым моделям)	Проект «заморожен»
Показатель	Artyom.js	Vosk	CMU Sphinx
Преимущества	Поддержка русского языка, возможность постоянного распознавания речи, нет необходимости заранее обучать систему	Поддержка русского языка, возможность постоянного распознавания речи и интегрирования в различные языки программирования, нет необходимости заранее обучать систему, наибольшая изученность эффективности и допустимых скоростей обработки	Поддержка русского языка, возможность постоянного распознавания речи, нет необходимости заранее обучать систему, наибольшая совместимость с другими проектами и корпусами
Недостатки	Сервис еще находится в стадии разработки и проходит дополнительные тестирования для улучшения оптимизированности	Малые модели не всегда позволяют добиться необходимого качества итогового сообщения	Низкая точность распознавания (чувствительность к шумам, требовательность к акустическим и языковым моделям)

Вывод

В работе был проведен анализ технологии преобразования речи в текст (*Speech-to-Text*) и вариантов реализации данной технологии (сервисов) различными производителями. С учетом множества критериев были определены сильные и слабые стороны каждого сервиса.

На основании полученной информации можно сделать вывод о том, что именно *встроенные программные библиотеки*, реализующие технологию *Speech-to-Text*, обладают наибольшим предпочтением как среди пользователей данных сервисов, так и в аспекте возможности их применения, в том числе в специализированных условиях – при конструировании радиостанций, поскольку данные библиотеки обладают большей автономностью по сравнению удаленными программными библиотеками и не требуют постоянного подключения к сети Интернет. Большой интерес со стороны пользователей обусловлен меньшей требовательностью к аппаратным ресурсам и перспективностью развития данных программных библиотек, в том числе, при участии самих пользователей. Стоит отметить, что одним из наиболее значимых сервисов, реализующих данную технологию, является *Vosk*, столь широко известный в программной среде разработки, поскольку именно для него наиболее точно определена эффективность реализации преобразований (вплоть до обработок 4-часовых аудиозаписей за 20 минут).

Список использованных источников и литературы

1. Что такое преобразование речи в текст? // AWS – URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/speech-to-text/> (дата обращения: 15.04.2023).
2. Как работает преобразование речи. – URL: <https://developers.sber.ru/help/salutespeech/how-speech-recognition-works> (дата обращения 15.04.2023).
3. Обоснование актуальности проектирования информационно-аналитической системы управления голосом в медиапроектах / М. Д. Черепанов [и др.] // Технические науки. – 2023. – № 3. – С. 47–48. – URL: <https://s.top-technologies.ru/pdf/2023/3/39554.pdf> (дата обращения: 15.04.2023).

A. K. Chernyh, Student

M. I. Vladykin, Student

A. S. Korotkov, Student

A. S. Malkin, Student

U. N. Cherenkov, Leading Design Engineer – Group Leader

M. A. Boyarshinov, PhD in Technical, Associate Professor

Department of Radio Engineering

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Analysis of the process of converting speech signals into text format

This article is devoted to the study of the process of converting speech signals into a text format (within the framework of Speech-to-Text technology), as well as the capabilities of various software libraries and techniques implementing this technology, assessing the quality of their work and resource intensity.

Keywords: Speech; text; Speech-to-Text technology; program libraries; resource intensity.

К. А. Кулаков, магистрант
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Анализ разговорных тем для активных пользователей Twitch-каналов

Рассматривается польза тематического моделирования при анализе коротких сообщений в интернете; особенности коротких сообщений и их отличия от длинных текстов. Проводится обзор популярных методов тематического моделирования, обзор уже проведенных анализов для различных социальных сетей.

Ключевые слова: тематическое моделирование; twitch; короткие сообщения.

Введение

В современном мире объем коротких сообщений, таких как тексты в социальных сетях, мессенджерах, чатах, электронной почте, продолжает увеличиваться, из-за чего возникает необходимость в разработке методов и инструментов для обработки и анализа такого типа данных. Одним из таких методов является тематическое моделирование, которое позволяет автоматически выделять темы, обсуждаемые в коротких сообщениях, и анализировать их содержание.

Определить тему одной большой статьи на Википедии – это не то же самое, что определить тему короткого сообщения из десяти слов. Основное отличие заключается в специфических особенностях коротких сообщений, которые могут затруднять применение стандартных методов тематического моделирования. Среди специфических особенностей можно выделить низкое качество текста, ограниченную длину сообщений, использование аббревиатур, сокращений, текстовых конструкций, которые на самом деле являются не словами, а эмоутами (от англ. *emote* или сокр. от «эмотикон» – пиктограмма, изображающая эмоцию; чаще всего составляется из типографских знаков).

Тематическое моделирование может быть использовано для различных целей, таких как анализ социальной активности (как группы людей, так и одного пользователя), мониторинг общественного мнения, выявление трендов и популярных тем.

Кроме известных социальных сетей, таких как *VK* и *Twitter*, короткие сообщения используются на стриминговой площадке *Twitch*. *Twitch* – это популярная онлайн-платформа для стриминга видеоигр, разговорных эфиров и другого контента в реальном времени. На *Twitch* люди могут общаться между собой в чате. Чат на *Twitch* является важной составляющей платформы, т. к. он позволяет зрителям общаться друг с другом и со стримером в реальном времени. В чате могут обсуждаться различные темы, связанные с трансляцией, игрой или просто общаться на любые другие темы.

Применение тематического моделирования для чата *Twitch* может быть полезно по нескольким причинам. Во-первых, с помощью тематического моделирования стример может анализировать, что его зрителей интересует больше всего, изучить интересующие темы по каждому из зрителей. Имея эту информацию, ведущий трансляции может более грамотно выбирать темы для общения. Во-вторых, это может быть интересно самой платформе и рекламодателям. Изучив основные темы для общения на каждом из стримов, можно сделать вывод, какую рекламу стоит показывать на трансляции, какие рекламные заказы предлагать стримерам.

Тематическое моделирование

Тематическое моделирование является одним из направлений обработки естественного языка и активно развивается с конца 90-х годов. Его основная функция – описание тематики коллекции текстовых документов и определение, к каким темам относится каждый документ и какие слова входят в каждую тему. С помощью данной модели текст преобразуется в векторное представление, в котором можно узнать, какая доля каждой темы содержится в данном тексте. Тематическое моделирование похоже на кластеризацию, но отличие состоит в том, что тематическая модель осуществляет мягкую кластеризацию, разделяя документ между несколькими кластерами-темами. Тематические модели позволяют разнести слова по темам. Таким образом, синонимы группируются в одних и тех же темах. А омонимы наоборот – распределяются по отдаленным темам.

LDA

Latent Dirichlet Allocation (LDA) – одна из самых популярных тематических моделей, используемых в обработке естественного языка. Была предложена в 2003 г. Дэвидом Блеем, Эндрю Ёном и Майклом Джорданом в работе *Latent Dirichlet Allocation* [1]. *LDA*-модель используется для нахождения скрытых тем в коллекции документов. Каждый документ в коллекции считается смесью различных тем, а каждая тема представляет собой распределение вероятностей слов в коллекции.

Эта модель используется во многих работах по нахождению скрытых тем в текстах [2–11, 13]. Авторы статей отмечают, что модель хорошо справляется с длинными текстами, но с короткими сообщениями модель начинает показывать себя хуже других алгоритмов. К примеру, в одной из статей проводится анализ сообщений из социальной сети *VK* [3]. В сравнении с другими моделями *LDA* показала наименьшую степень перплексии, что является хорошим результатом (3444.700 против 4166.408 и 4031.688). Однако если посмотреть на список топ-слов, можно заметить, что не все слова хорошо интерпретируют тему (рис. 1). Первая тема явно относится к здоровью. Но среди топ-слов имеются слова «который», «день», они не очень хорошо сочетаются со «здоровьем». В других темах тоже можно выделить подобные инциденты.

Модель	Тема	Топ-слова
LDA	topic_1	который, организм, врач, мочь, день, рука, тело, мышца, болезнь, здоровье
	topic_8	год, который, фильм, жизнь, история, становится, время, жить, самый, мир
	topic_9	год, россия, который, страна, человек, власть, российский, область, народ, город

Рис. 1. Топ-слова для *LDA* алгоритма анализа сообщений из *VK*

Для улучшения работы *LDA* над короткими текстами предлагается анализировать сообщения не по отдельности, а соединяя их в группы [6]. Этот подход может сработать при анализе социальных сетей. Например, комментарии к постам в *VK* или цепочка твитов в *Twitter*. В этих случаях можно сделать предположение, что обсуждение будет происходить в тематических рамках родительского поста. Но при анализе сообщений чатов, в особенности чатов *Twitch*, данный подход будет работать не очень хорошо по той причине, что граница между началом какой-то темы и концом другой не определена явно. Вероятно, можно сделать эмпирическое предположение, что в среднем обсуждение одной

темы на стриме длится 5–30 минут, и соединять сообщения в рамках этого временного промежутка.

ARTM

Аддитивная регуляризация тематических моделей – многокритериальный подход к построению вероятностных тематических моделей коллекций текстовых документов [12]. Охватывает наиболее известные тематические модели *PLSA*, *LDA* и многие байесовские модели. Является альтернативой байесовскому обучению тематических моделей. Ее преимущество заключается в том, что в отличие от *LDA*, регуляризаторы не обязаны иметь вероятностную интерпретацию. «Аддитивность» заключается в том, что данный подход позволяет комбинировать регуляризаторы из разных моделей, что позволяет строить многофункциональные тематические модели.

ARTM довольно часто используют в русскоязычных статьях по тематическому моделированию [3, 4]. Отмечается, что данный метод имеет оценку перплексии достаточно близкую к перплексии метода *LDA*. В статье по анализу постов из *VK*, *ARTM*-метод показал хороший результат по интерпретируемости тем по топ-словам [3].

Данный метод лучше работает с длинными текстами, поэтому к нему тоже можно применить метод «склеивания» сообщений, как и для *LDA*

WNTM

Word Network Topic Model (WNTM) была создана в 2014 г. Юань Цзуо, Цзичан Чжао и Ке Сюй [6]. Основная идея состоит в том, что эта модель изучает не темы документов полностью, а темы слов из этих документов. Данная особенность позволяет менее сильно зависеть от длины текстов, что идеально подходит для коротких сообщений.

Модель *WNTM* часто используется в англоязычных статьях по анализу коротких сообщений [8, 10, 11]. В оригинальной статье про *WNTM* описано, что данная модель показывает лучшие результаты как на коротких текстах, так и на длинных, в сравнении с *LDA* [6]. В статье про исследование методов улучшения данных для тематического моделирования [10] показано, что модель *WNTM* тоже превосходит модель *LDA*, как бы ни менялось качество начального датасета.

Dirichlet Multinomial Mixture

Dirichlet Multinomial Mixture (DMM) похож на *LDA*-метод, но он предполагает, что каждый документ (или каждое короткое сообщение) относится только к одной единой теме [19]. Это отличает данный алгоритм от обычных методов тематического моделирования. В отличие от них, он проводит жесткую кластеризацию. Еще одним его преимуществом является то, что данный метод работает намного быстрее, чем другие методы тематического моделирования.

Модель *DMM* рассматривается в нескольких статьях. В статье с изучением твитов о биткойне данная модель показала результат, превосходящий *LDA* как по оценкам согласованности тем, так и по экспертному анализу топ-слов [7]. В другой статье проводится сравнение методов тематического моделирования при анализе датасетов, собранных с различных источников (вопросы на *Stack Overflow*, *Tweeter* и т. д.) [20]. В двух из шести тестах *DMM*-метод показал наилучший результат. В оставшихся четырех тестах данный метод показал результат, чуть уступающий другим методам (рис. 2).

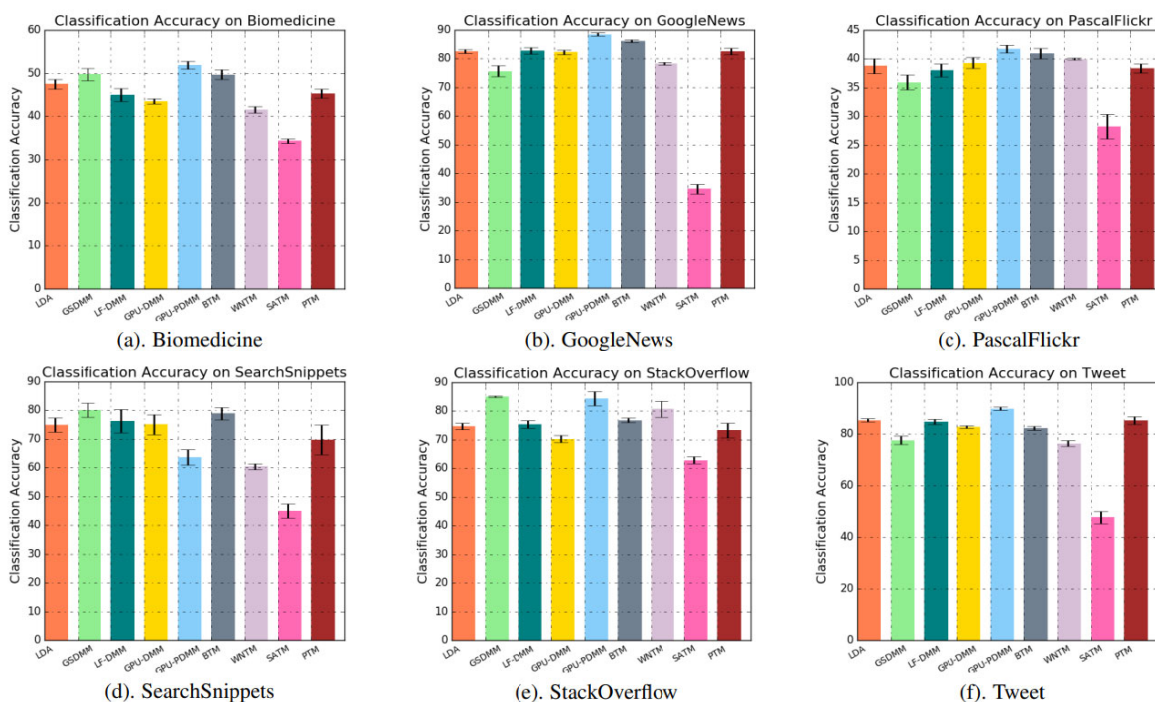


Рис. 2. Сравнение алгоритмов тематического моделирования при использовании различных датасетов

Существующие библиотеки и другие методы тематического моделирования

Поскольку *LDA* является одним из самых популярных методов тематического моделирования, его реализация имеется во многих библиотеках машинного обучения на различных языках программирования. Для реализации анализа на языке *Python* можно использовать `sklearn.decomposition.LatentDirichletAllocation` из пакета *sklearn* [14]. При разработке на *Java* существует реализация *LDA* в фреймворке *Apache Spark* [15].

Для использования *ARTM* была создана библиотека *BigARTM* для *Python* [16]. Как заявляет разработчик библиотеки, *BigARTM* – это «ЛЕГО-конструктор» тематических моделей» [17], что подчеркивает «аддитивность» регуляризаторов.

Методы *WNTM* и *DMM* реализованы в библиотеке *STTM (Short Text Topic Modeling)* [18]. Данная библиотека написана на *Java* и реализует множество других алгоритмов, как для коротких текстов, так и для длинных

Заключение

По результатам исследования можно сделать вывод, что базовые методы тематического моделирования не очень хорошо подходят для анализа коротких текстовых сообщений. Стоит отметить, что имеются способы улучшить результаты работы этих методов, преобразовав начальные данные. В нашем случае лучшим решением будет использовать методы, созданные специально для анализа коротких сообщений. Лучший метод будет зависеть от характера коротких сообщений. Если предполагается, что документы могут содержать несколько тем сразу (например, небольшие посты в социальных сетях), в этом случае можно использовать *WNTM*. На площадке *Twitch* сообщения в чатах имеют крайне малые размеры (вплоть до одного слова), что сильно исключает вероятность отнесения их к различным темам. Связано это с реактивностью и «живым» общением. В таком случае лучше сделать предположение, что сообщение относится максимум к одной теме, и лучшим выбором будет *DMM*-метод.

Список использованных источников и литературы

1. David, M. Blei. Latent Dirichlet Allocation / David M. Blei, Andrew Y. Ng, Michael I. Jordan // Journal of Machine Learning Research. – 2003. – № 3. – С. 993–1022.

2. *Напрасникова, М. А.* Сравнение методов обнаружения скрытых тем в потоке твитов из социальной сети twitter / М. А. Напрасникова, А. В. Сычев // Сборник студенческих научных работ факультета компьютерных наук ВГУ. – Воронеж : Издат. дом ВГУ, 2017. – С. 233–236.
3. *Черкасов, Е. И.* Сравнение алгоритмов тематического моделирования при определении тематик постов людей в социальной сети ВКонтакте // Евразийский союз ученых. – 2020. – № 6-2 (75). – С. 45–49.
4. *Беляев, М. Ю.* Оптимальные методы тематического моделирования новостного потока для обнаружения статей, влияющих на кредитные риски // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. – 2020. – № 5. – С. 25–28.
5. *Косарева, Е. В.* Применение тематического моделирования для интеллектуального анализа отзывов на русском языке / Е. В. Косарева, Н. В. Давыдик // Дистанционные образовательные технологии. – Симферополь : Ариал, 2020. – С. 228–231.
6. Word Network Topic Model: A Simple but General Solution for Short and Imbalanced Texts // arXiv. – URL: <https://arxiv.org/abs/1412.5404> (дата обращения: 14.05.2023).
7. Short Text Topic Modeling: Application to tweets about Bitcoin // arXiv. – URL: <https://arxiv.org/abs/2203.11152> (дата обращения: 14.05.2023).
8. A Rare Topic Discovery Model for Short Texts Based on Co-occurrence word Network // arXiv. – URL: <https://arxiv.org/abs/2207.00432> (дата обращения: 14.05.2023).
9. A Comparison of Different Topic Modeling Methods through a Real Case Study of Italian Customer Care // MDPI. – URL: <https://www.mdpi.com/1999-4893/16/2/94> (дата обращения: 14.05.2023).
10. Enhancing Big Social Media Data Quality for Use in Short-Text Topic Modeling // IEEE Xplore. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9906976> (дата обращения: 14.05.2023).
11. Probabilistic topic modeling for short text based on word embedding networks // Springer Link. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10489-022-03388-5> (дата обращения: 14.05.2023).
12. *Воронцов, К. В.* Аддитивная регуляризация тематических моделей коллекций текстовых документов // Доклады Академии наук. – 2014. – № 3. – С. 268.
13. Using Topic Modeling Methods for Short-Text Data: A Comparative Analysis // frontiers. – URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2020.00042/full> (дата обращения: 14.05.2023).
14. sklearn.decomposition.LatentDirichletAllocation // scikit-learn. – URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.decomposition.LatentDirichletAllocation.html> (дата обращения: 14.05.2023).
15. LDA // spark apache. – URL: <https://spark.apache.org/docs/1.6.2/api/java/org/apache/spark/mllib/clustering/LDA.html> (дата обращения: 14.05.2023).
16. BigARTM // GitHub. – URL: <https://github.com/bigartm/bigartm> (дата обращения: 14.05.2023).
17. BigARTM // MachineLearning.ru. – URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=BigARTM> (дата обращения: 14.05.2023).
18. STTM: A Library of Short Text Topic Modeling // GitHub. – URL: <https://github.com/qiang2100/STTM> (дата обращения: 14.05.2023).
19. A Dirichlet Multinomial Mixture Model-based Approach for Short Text Clustering // Tsinghua University. – URL: <http://dbgroup.cs.tsinghua.edu.cn/wangjy/papers/KDD14-GSDMM.pdf> (дата обращения: 14.05.2023).
20. Short Text Topic Modeling Techniques, Applications, and Performance: A Survey // arXiv URL: <https://arxiv.org/abs/1904.07695> (дата обращения: 14.05.2023).

K. A. Kulakov, Master's Degree Student
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Analysis of conversational topics for active users of Twitch channels

The usefulness of topic modeling in the analysis of short messages on the Internet is discussed. The features of short messages and their differences from long texts are discussed. A review of popular methods of topic modeling is given, as well as a review of already conducted analyses for various social networks.

Keywords: topic modeling; twitch; short messages.

Е. О. Овсейко, магистрант
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Обзор подходов к распознаванию именованных сущностей

Приведен обзор подходов к распознаванию именованных сущностей, а также для каждого подхода указаны статьи, в которых исследуются методы из каждого подхода, с кратким их описанием. Рассмотрены такие подходы, как статистический, нерасчетный, подход на основе правил, подход с обозначением семантических ролей и гибридный.

Статья содержит краткую информацию о некоторых нейросетевых методах распознавания именованных сущностей, а именно описание моделей LSTM, GRU, Bi-LSTM и информацию о CRF, в контексте способов использования информации из соседнего тега для прогнозирования тега текущего слова.

Ключевые слова: распознавание именованных сущностей; подходы к распознаванию; нейронные сети; сети с долговременной краткосрочной памятью; сети с управляемым рекуррентным блоком; двунаправленные сети с долговременной краткосрочной памятью; условные случайные поля; скрытые марковские модели; машины опорных векторов; обозначение семантических ролей.

Введение

Распознавание именованных сущностей (*Named Entity Recognition (NER)*) – это процесс автоматического определения и классификации именованных сущностей в текстах, таких как имена людей, наименования организаций, локаций, дат и другие. Распознавание именованных объектов можно использовать для сбора важных данных для базы данных или извлекать важную информацию, позволяющую понять, о чем документ.

Основные задачи *NER*:

- обнаружить, что какая-то последовательность слов – это именованная сущность;
- классифицировать найденную именованную сущность (имя человека, наименование организации, локация и др.).

NER определяет важные аспекты в тексте: имена людей, местоположение, бренды, денежные ценности и многое другое. Извлечение основных объектов из текста помогает сортировать неструктурированные данные и обнаруживать важную информацию, что крайне важно при работе с большими наборами данных. Например, *NER* может использоваться для анализа социальных сетей, медиамониторинга и анализа новостей.

Подходы к *NER*

1. Системы, основанные на правилах, обычно основаны на созданных вручную правилах, написанных людьми с опытом работы в предметной области. Эти правила могут быть основаны на шаблонах в тексте, лексической информации или синтаксической структуре. Хотя правила могут быть очень эффективными в некоторых областях, их сложно разрабатывать и поддерживать, и они часто плохо обобщаются на новые области или языки.

2. Статистические модели основаны на идее, что именованные сущности можно отличить от других слов в тексте по составу, который они составляют, т. е. по тем словам, которые имеют тенденцию встречаться вокруг них. Для *NER* было разработано несколько статистических моделей, включая скрытые марковские модели (*HMM*), модели максимальной энтропии и машины опорных векторов (*SVM*). Эти модели могут быть эффективными, но они часто требуют для обучения больших объемов обучающих данных, что не всегда возможно.

3. Нейронные сети – это подмножество алгоритмов машинного обучения, которые можно использовать для *NER*. Нейронные сети хорошо подходят для этого типа анализа, потому что они могут изучать сложные закономерности в данных. Однако нейронным сетям, подобно статистическим моделям, требуется большой объем обучающих данных для изучения этих шаблонов.

4. Гибридные системы – это системы, сочетающие несколько подходов к *NER*. Например, система может использовать подход, основанный на правилах, для идентификации имен людей и статистический подход для идентификации организаций. Гибридные системы могут быть эффективными, поскольку они могут использовать сильные стороны каждого подхода.

5. Обозначение семантических ролей. Обозначение семантических ролей (*SRL*) представляет собой родственную задачу, которая направлена на определение роли каждого слова в предложении. Обычно это делается путем анализа синтаксической структуры предложения и контекста сущности в предложении. *SRL* можно использовать для улучшения *NER*, предоставляя дополнительный контекст для именованных сущностей.

Обзор статей по подходам

1) Статьи подхода: системы, основанные на правилах

В статье [1] представлен метод, который помогает поддерживать основанную на правилах систему распознавания и классификации именованных объектов. Используются две системы, где обучающие данные для нее, построенной с использованием машинного обучения, генерируются с использованием системы, основанной на правилах.

В статье [2] описана система извлечения информации о лекарствах с помощью сопоставления с лингвистическим шаблоном и семантических правил. Реализуется методология, основанная на правилах, она использует типичные морфологические, лексические, синтаксические и семантические особенности целевой информации.

В статье [3] рассматривается распознавание именованных объектов с помощью автоматически генерируемых списков справочников на основе неразмеченных данных.

В статье [4] предлагается алгоритм распознавания именованных объектов на основе правил для статей на малайском языке. Предлагаемый редактор малайского языка разработан на основе функций пометки частей речи на малайском языке и контекстных функций, которые были реализованы для обработки статей на малайском языке.

В статье [5] исследуются различные подходы и методы, например, гибридная классификация машинного обучения, обобщенные методы на основе правил и частичное дерево решений для распознавания биомедицинских именованных объектов. При комбинировании двух классификаторов, лучший результат F1, равный 0.876 и точностью 0.878, дает сочетание наивного байесовского классификатора и наивной байесовской таблицы решений. В то время как при использовании четырех методов: наивный байесовский классификатор, байесовская сеть, наивная байесовская таблица решений, не вложенные обобщенные образцы и частичные деревья решений, показатель F1 составил 88.7 %. Однако такой же показатель был получен и без использования наивной байесовской таблицы решений.

В статье [6] сравниваются подходы *NER*: на основе правил, на основе машинного обучения и гибридный. Предлагается новый метод под названием *Fuzzy Support Vector Machine (FSVM)*, который основан на машинном обучении с использованием машины опорных векторов и функции нечеткой принадлежности. Среди систем на основе правил, лучший результат F1 91.6 %, дает система *Iso Quest*. При использовании машинного обучения, лучший результат F1 94.5 %, дает система *Nymble*. Среди гибридных систем, лучший результат F1 93.39 %, дает система *LTG*.

2) Статьи подхода: статистические модели

В статье [7] представлен повышающий производительность, подход к *NER* с максимальной энтропией, в котором используется не только локальный контекст внутри предложения, но и другие вхождения каждого слова в том же документе для извлечения глобальных функций.

В статье [8] рассматривается активное машинное обучение на основе максимальной предельной релевантности (*MMR*), которое учитывает не только неопределенность классификатора, но и разнообразие корпуса.

В статье [9] используется машинное обучение на основе *CRF* с последующей постобработкой, которая включает в себя использование некоторых эвристик или правил.

В статье [6] сравниваются подходы *NER*: на основе правил, на основе машинного обучения и гибридный. А также предлагается новый метод под названием *Fuzzy Support Vector Machine (FSVM)*, который основан на машинном обучении с использованием машины опорных векторов и функции нечеткой принадлежности. Среди систем на основе правил, лучший результат F1 91.6 %, дает система *Iso Quest*. При использовании машинного обучения, лучший результат F1 94.5 %, дает система *Nymble*. Среди гибридных систем, лучший результат F1 93.39 %, дает система *LTG*.

В статье [10] описывается подход машинного обучения, основанный на скрытой марковской модели (*HMM*), для распознавания именованных объектов.

В статье [11] представлен основанный на иерархической скрытой марковской модели (*HHMM*) подход к распознаванию объектов.

В статье [12] представлена многоязычная система распознавания именованных объектов, которая использует алгоритм машинного обучения *AdaBoostM1* и алгоритм обучения дерева решений *C4.5*.

В статье [13] производится сравнительный анализ производительности *CRF*, *HMM* и *Maximum Entropy* для тегирования частей речи, разбиения на фрагменты и распознавания именованных объектов для морфологически богатого языка. Лучшие результаты достигаются при использовании *POS*-маркировки. При *CRF* лучший результат F1 93.7 %. При *HMM* лучший результат F1 92.88 %. При *Maximum Entropy*, лучший результат F1 92.96 %.

В статье [14] сравниваются несколько моделей: *LSTM+CRF*, *CRF*, *CNN+CRF*, *RNN+CRF*, *GRU+CRF*, *Bi-GRU+CRF*, *Bi-GRU+CNN+CRF* для интеллектуального распознавания именованных объектов кибербезопасности. Лучший результат F1 93.4 %, показывает модель *Bidirectional GRU+CNN-CRF*.

В статье [15] предлагает модель для целенаправленного распознавания именованных объектов путем преобразования ее в задачу классификации. В ней изучается влияние различных лингвистических особенностей и сравнивается ряд алгоритмов классификации.

3) Нейросетевые методы

Статьи по нейросетевым моделям

В статье [16] исследуются модели *LSTM* разной конфигурации с использованием: списков слов, поиска по одному слову, векторов лексического пространства, единиц измерения для тегов *POS* с интеграцией по времени, интеграции по времени для обеих единиц измерения для *POS*-тегов, единиц измерения для тегов блоков, элементов забвения, разных размеров скрытого уровня сети и разным количеством весов. Лучший результат F1 70,27 %, достигается при модели сети с использованием: списка слов; векторов лексического пространства; интеграции времени, как для тегов *POS*, так и для тегов фрагментов; фильтра забывания; скрытого слоя в 8 блоков по 5 ячеек; количества весов 1562; списка именованных сущностей.

В статье [17] предлагаются две новые архитектуры нейронных сетей. Первая, основана на *Bi-LSTM+CRF* и вторая, которая конструирует и помечает сегменты, используя основанный на переходах подход, вдохновленный анализаторами *shift-reduce*. Также сравниваются различные архитектуры с *LSTM*. Лучший результат F1 91.2 %, при тестировании на английском наборе *CoNLL-2003*, дает модель *Luo et al. (2015)* + gaz + linking*, обученная с использованием внешних размеченных данных.

В статье [18] эмпирически исследуются эффективные методы легкой адаптации существующей, хорошо обученной нейронной модели *NER* для новой предметной области и предлагается новый метод.

В статье [19] исследуются модели LSTM, BI-LSTM, CRF, LSTM+CRF и BI-LSTM+CRF на нескольких датасетах. Лучший результат F1 97.55 % (для POS), 94.46 % (для CoNLL2000), 88.83 % (90.10 %) (для CoNLL2003), получается при использовании модели BI-LSTM-CRF с инициализацией встраивания слов Senna.

В статье [14] сравниваются несколько моделей: LSTM+CRF, CRF, CNN+CRF, RNN+CRF, GRU+CRF, Bi-GRU+CRF, Bi-GRU+CNN+CRF для интеллектуального распознавания именованных объектов кибербезопасности. Лучший результат F1 93.4 %, показывает модель Bidirectional GRU+CNN-CRF.

Описание нейросетевых методов

Сети с долговременной краткосрочной памятью (Long Short Term Memory networks)

Сети с долговременной краткосрочной памятью – это особый вид *RNN*, способный изучать долгосрочные зависимости. Сеть спроектирована таким образом, чтобы избежать проблемы исчезающего градиента. Проблема исчезающего градиента заключается в том, что градиент уменьшается по мере его обратного распространения во времени. Если значение градиента становится чрезвычайно малым, это не слишком способствует обучению [20].

Модуль *LSTM* имеет различные фильтры для определения того, какие данные в последовательности важно сохранить или выбросить. Внутри модуля используют сигмоидальные функции активации в сочетании с тремя фильтрами:

- входной фильтр (*Input Gate*) – определяет, какую информацию необходимо добавить с текущего шага; использует функцию активации \tanh ;
- фильтр забывания (*Forget Gate*) – решает, что уместно сохранить из предыдущих шагов;
- выходной фильтр (*Output Gate*) – определяет, каким должно быть следующее скрытое состояние; использует функцию активации \tanh .; функция активации \tanh используется для того, чтобы помочь регулировать значения, передаваемые по сети. Функция \tanh сжимает значения так, чтобы они всегда находились в диапазоне от -1 до 1 .

Сигмоидальная функция активации сжимает значения между 0 и 1 . Это полезно для обновления или «забывания» данных, потому что любое число, умноженное на 0 , равно 0 , в результате чего значения исчезают или «забываются». Любое число, умноженное на 1 , является одним и тем же значением, следовательно, это значение остается неизменным или «сохраняется».

В статье [37] подробно рассказывается об основах рекуррентной нейронной сети (*RNN*) и сети долговременной краткосрочной памяти (*LSTM*).

На сайте [20] наглядно показано как работают сети долговременной краткосрочной памяти (*LSTM*).

Двунаправленные сети с долговременной краткосрочной памятью

(Bi-directional LSTM)

В двунаправленной сети входные данные поступают в двух направлениях, что делает *Bi-LSTM* отличным от обычного *LSTM*. С помощью обычного *LSTM* мы можем направлять поток входных данных в одном направлении, либо назад, либо вперед. Однако в двунаправленном режиме мы можем обеспечить поток входных данных в обоих направлениях, чтобы сохранить информацию о будущем и прошлом [21].

Способы использования информации из соседнего тега

для прогнозирования тега текущего слова

Для прогнозирования тега текущего слова используется информация из соседнего тега, есть несколько способов:

Прогнозирование распределения тегов для каждого временного шага, а затем в использовании лучевого декодирования для поиска оптимальных последовательностей тегов. Например, классификатор максимальной энтропии и марковские модели максимальной энтропии (*MEMMS*).

В статье [22] описывается принцип максимальной энтропии, а также его обобщение на неопределенные данные.

В статье [23] рассматриваются марковские модели с максимальной энтропией для извлечения и сегментации информации.

На уровне предложения, а не на отдельных позициях, что приводит к моделям условных случайных полей (*CRF*). Входы и выходы подключены напрямую, в отличие от *LSTM* и двунаправленных сетей *LSTM*, где используются ячейки памяти – повторяющиеся компоненты.

В статье [24] рассказывается о модели с использованием *CRF* и приводится ее описание, предлагается модель с использованием *Masked CRF*, что при исследовании показывает лучшие результаты.

Сеть с управляемым рекуррентным блоком (Gated Recurrent Unit)

GRU – это тип рекуррентной нейронной сети (*RNN*), который имеет особый механизм фильтров, является более простой альтернативой *LSTM*. Как и *LSTM*, *GRU* может обрабатывать последовательные данные, такие как текст, речь и данные временных рядов.

Основная идея *GRU* заключается в использовании механизмов фильтрации для выборочного обновления скрытого состояния сети на каждом временном шаге. Механизмы фильтрации используются для управления потоком информации в сети и из нее. *GRU* имеет два механизма фильтрации, называемые фильтром сброса и фильтром обновления.

Фильтры сброса определяют, какую часть предыдущего скрытого состояния следует забыть, а фильтры обновления определяют, какую часть нового ввода следует использовать для обновления скрытого состояния. Выход *GRU* рассчитывается на основе обновленного скрытого состояния. Таким образом, сети *GRU* представляют собой тип *RNN*, в котором используются механизмы фильтрации для выборочного обновления скрытого состояния на каждом временном шаге, что позволяет им эффективно моделировать последовательные данные.

В отличие от *LSTM*, *GRU* состоит из фильтров, которые не поддерживают внутреннее состояние ячейки. Информация, которая хранится во внутреннем состоянии ячейки в рекуррентном блоке *LSTM*, включается в скрытое состояние *GRU*. Эта коллективная информация передается следующему закрытому рекуррентному блоку. Фильтры *GRU*:

1. Фильтр обновления: аналогичен выходному фильтру в рекуррентном блоке *LSTM*.
2. Фильтр сброса: определяет, какую часть прошлых знаний следует забыть. Аналогичен комбинации входного фильтра и фильтра забывания в рекуррентном блоке *LSTM*.
3. Текущий шлюз памяти: встроен в фильтр сброса точно и используется для внесения некоторой нелинейности на вход, а также для приведения его к нулевому среднему значению. Еще одна причина сделать его составной частью фильтра сброса – уменьшение влияния предыдущей информации на текущую информацию, которая передается в будущее.

Ячейки *GRU* проще и экономичнее, чем *LSTM*, при схожих результатах.

В статье [25] описан механизм фильтров *GRU*.

В источнике [26] описан механизм *GRU* с визуализацией.

4) Статьи подхода: гибридные системы

В статье [27] рассматривается несколько моделей глубоких нейронных сетей, начиная с двунаправленной долговременной краткосрочной памяти (*Bi-LSTM*), затем дополняются ее условные случайные поля (*CRF*), а также сети магистралей и, наконец, внешние вложения слов. Все модели оценены по трем наборам данных.

В статье [28] для кодирования вложенных меток используется линейризованная схема, и предлагаются два подхода. *Первый*: вложенные метки моделируются как мультиметки, соответствующие декартову произведению вложенных меток в стандартной архитектуре *LSTM+CRF*. *Второй*: вложенный *NER* рассматривается как задача от последовательности к последовательности, в которой входная последовательность состоит из токенов и выходной последовательности меток, с использованием пристального внимания к слову, метка которого предсказывается. Архитектуры дополняются контекстным встраиванием: *ELMo*, *BERT* и *Flair*. Лучшие результаты F1 84.40 % (для ACE-2004), 84.33 % (для ACE-2005), 78.31 %

(для GENIA), 86.88 % (для CNEC1.0), показывает модель seq2seq+BERT+Flair. Для CoNLL-2002 и CoNLL-2003, лучшие результаты: для английского F1 93.38 %, получен на модели LSTM-CRF+ELMo+BERT+Flair; для немецкого F1 88.32 %, на модели Flair (Akbik et al., 2018); для голландского F1 92.69 %, на модели LSTM-CRF+BERT+Flair; для испанского F1 88.81 %, на модели seq2seq+BERT.

В статье [5] исследуются различные подходы и методы, например, гибридная классификация машинного обучения, обобщенные методы на основе правил и частичное дерево решений для распознавания биомедицинских именованных объектов. При комбинировании двух классификаторов, лучший результат F1, равный 0.876 и точностью 0.878, дает сочетание наивного байесовского классификатора и наивной байесовской таблицы решений. При использовании четырех методов: наивный байесовский классификатор, байесовская сеть, наивная байесовская таблица решений, не вложенные обобщенные образцы и частичные деревья решений, показатель F1 составил 88,7 %. Однако такой же показатель был получен и без использования наивной байесовской таблицы решений.

В статье [14] сравниваются несколько моделей: LSTM+CRF, CRF, CNN+CRF, RNN+CRF, GRU+CRF, Bi-GRU+CRF, Bi-GRU+CNN+CRF для интеллектуального распознавания именованных объектов кибербезопасности. Лучший результат F1 93.4 %, показывает модель Bidirectional GRU+CNN-CRF.

В статье [6] сравниваются подходы NER: на основе правил, на основе машинного обучения и гибридный. Предлагается новый метод под названием Fuzzy Support Vector Machine (FSVM), который основан на машинном обучении с использованием машины опорных векторов и функции нечеткой принадлежности. Среди систем на основе правил, лучший результат F1 91.6 %, дает система IsoQuest. При использовании машинного обучения лучший результат F1 94.5 %, дает система Nymble. Среди гибридных систем, лучший результат F1 93.39 %, дает система LTG.

В статье [29] разрабатывается двуязычный словарь именованных объектов для повышения производительности систем, основанных на правилах. Предложенный подход полностью автоматизирован и гибриден, он сочетает лингвистические и статистические методы.

В статье [30] рассматривается гибридная модель, основанная на правилах и марковской модели с максимальной энтропией (MEMM).

В статье [31] описывается решение задачи идентификации, категоризации и лемматизации именованных объектов. Рассматривается подход с использованием моделей, основанных на популярных архитектурах моделей BERT и T5. Модель pT5_{large} показывает лучшие результаты, F1 95.36 %, при тестах на датасете COVID-19 для польского языка. Модель pT5_{large} + Lexicon показывает лучшие результаты, F1 95.36 %, при тестах на датасете COVID-19 для польского языка. Для чешского языка лучший результат F1 91.62 %, при тестировании на датасете USA 2020 Elections, показывает модель XLM-RoBERTa_{LARGE}. Для русского языка, лучший результат F1 82.86 %, при тестировании на датасете USA 2020 Elections, показывает модель mT5_{large}. С использованием лемматизации: модель XLM-RoBERTa_{LARGE}, обученная только на данных, предоставленных организаторами, дает лучшие результаты для распознавания 85.37 % (для польского), 89.70 % (для чешского), 86.16 % (для русского). Для нормализации: XLM-RoBERTa_{LARGE}, обученная только на данных, предоставленных организаторами, дает лучшие результаты для польского (82.3 %) и чешского (76.89 %) языков; XLM-RoBERTa_{LARGE}, обученная на всех доступных данных, дает лучшие результаты для русского языка (81.47 %).

В статье [32] предлагается система, которая интегрирует лингвистические функции в структуру CRF и использует банк предложений для обучения биомедицинской системы SRL, которая использует модель машинного обучения с максимальной энтропией (ME).

5) Статьи подхода: обозначение семантических ролей

В статье [33] исследуется использование семантических функций (семантических ролей) для задачи открытого извлечения данных. Сравнивается TextRunner с предлагающимся

в статье новым экстрактором *SRL-IE*, который основан на системе *SRL UIUC*. *SRL-IE*, он превосходит *TextRunner* как по полноте, так и по точности, но требует в 2,5 большее времени для обработки.

В статье [34] сравниваются открытые экстракторы на базе *SRL*, которые выполняют дорогостоящий в вычислительном отношении глубокий синтаксический анализ, с открытым экстрактором *TextRunner*, который использует поверхностный синтаксический анализ. *SRL-IE-Lund* имеет самую высокую точность. Объединение систем *SRL* и *TextRunner* позволяет лучших значений F1. Однако системы на основе *SRL* требуют на порядок больше времени для обработки.

В статье [35] в качестве сквозной системы для *SRL* используется глубокая двунаправленная рекуррентная сеть.

В статье [36] предлагается архитектура для обозначения семантических ролей, представляющая собой адаптацию архитектуры системы *SENNa*.

Заключение

Один из самых перспективных подходов к именованному распознаванию сущностей в настоящее время – это использование машинного обучения (статистический подход) и нейронных сетей.

В частности, рекуррентные нейронные сети, такие как *LSTM* (*Long Short-Term Memory*) и *GRU* (*Gated Recurrent Unit*), глубокие нейронные сети, такие как *CNN* (*Convolutional Neural Networks*), а также совместные архитектуры, такие как *Bi-LSTM+CRF* показывают высокую точность в задаче *NER*.

Кроме того, для повышения точности и улучшения эффективности моделей *NER* возможно использование различных методов обработки исходных данных, такие как стемминг, лемматизация, удаление стоп-слов и нормализация текста. Также эффективно использование предварительно обученных языковых моделей, таких как *GloVe* и *Word2Vec*, для извлечения признаков из текста и увеличения размера корпуса обучающих данных.

Для учета контекста и семантической информации перспективно использовать и высокоуровневые классификаторы, такие как *SVM* (*Support Vector Machines*) и *Random Forests* (статистические подходы), для создания гибридных систем для дополнительной обработки признаков и извлечения информации из текстовых данных.

Список использованных источников и литературы

1. Using Machine Learning to Maintain Rule-based Named-Entity Recognition and Classification Systems / Petasis G., Vichot F., Wolinski F., Paliouras G., Karkaletsis V., Constantine D. Spyropoulos. – Available at: <https://aclanthology.org/P01-1055.pdf> (accessed 02.05.2023).
2. Medication information extraction with linguistic pattern matching and semantic rules / Irena Spasic, Farzaneh Sarafranz, John A Keane, Goran Nenadic // Journal of the American Medical Informatics Association. – 2010 Sep-Oct, 17 (5): 532-5. – DOI: 10.1136/jamia.2010.003657
3. Kozareva Z. Bootstrapping Named Entity Recognition with Automatically Generated Gazetteer Lists. – Available at: <https://aclanthology.org/E06-3004.pdf> (accessed 02.05.2023).
4. Malay Named Entity Recognition Based on Rule-Based Approach / Alfred R., Leow Chin Leong, Chin Kim On, Patricia Anthony // International Journal of Machine Learning and Computing. – June 2014. – Vol. 4. – No. 3.
5. Bio-NER: Biomedical Named Entity Recognition using Rule-Based and Statistical Learners / Pir Dino Soomro, Sanotsh Kumar, Banbhani, Arsalan Ali Shaikh, Hans Raj // (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2017. – Vol. 8, no. 12.
6. Mansouri A., Lilly Suriani Affendey, Ali Mamat. Named Entity Recognition Approaches // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. – February 2008. – Vol. 8, no. 2.
7. Hai Leong Chieu, Hwee Tou Ng. Named Entity Recognition with a Maximum Entropy Approach. – Available at: <https://aclanthology.org/W03-0423.pdf> (accessed 02.05.2023).
8. MMR-based Active Machine Learning for Bio Named Entity Recognition / Seokhwan Kim, Yu Song, Kyungduk Kim, Jeong-Won Cha, Gary Geunbae Lee. – Available at: <https://aclanthology.org/N06-2018.pdf> (accessed 02.05.2023).

9. Aggregating Machine Learning and Rule Based Heuristics for Named Entity Recognition / Gali K., Surana H., Vaidya A., Shishtla P., Dipti Misra Sharma. – Available at: <https://aclanthology.org/I08-5005.pdf> (accessed 02.05.2023).
10. *Sudha Morwal, Nusrat Jahan, Deepti Chopra*. Named Entity Recognition using Hidden Markov Model (HMM) // International Journal on Natural Language Computing (IJNLC). – December 2012. – Vol. 1, no.4.
11. Product Named Entity Recognition Based on Hierarchical Hidden Markov Model / Feifan Liu, Jun Zhao, Bibo Lv, Bo Xu, Hao Yu. – Available at: <https://aclanthology.org/I05-3006.pdf> (accessed 02.05.2023).
12. *György Szarvas, Richárd Farkas, András Kocsor*. A Multilingual Named Entity Recognition System Using Boosting and C4.5 Decision Tree Learning Algorithms // International Conference on Discovery Science 2006. – Discovery Science, 2006. – Pp. 267–278.
13. Comparative Analysis of the Performance of CRF, HMM and MaxEnt for Part-of-Speech Tagging, Chunking and Named Entity Recognition for a Morphologically rich language / Agarwal M., Goutam R., Jain A., Sruthilaya Reddy Kesidi, Kosaraju P., Shashikant Muktyar, Ambati B., Sangal R. Available at: https://www.researchgate.net/publication/267963395_Comparative_Analysis_of_the_Performance_of_CRF_HMM_and_MaxEnt_for_Part-of-Speech_Tagging_Chunking_and_Named_Entity_Recognition_for_a_Morphologically_rich_language (accessed 02.05.2023).
14. Deep Learning Approach for Intelligent Named Entity Recognition of Cyber Security arXiv:2004.00502 / Simran K., Sriram S., Vinayakumar R., Soman KP. – March 2020.
15. *Li Zhang, Yue Pan, Tong Zhang*. Focused named entity recognition using machine learning. SIGIR '04: Proceedings of the 27th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. – July 2004. – Pp. 281–288.
16. *Hammerton J*. Named Entity Recognition with Long Short-Term Memory. – Available at: <https://aclanthology.org/W03-0426.pdf> (accessed 02.05.2023).
17. Neural Architectures for Named Entity Recognition arXiv:1603.01360 / G. Lample, M. Ballesteros, S. Subramanian, K. Kawakami, C. Dyer. – March 2016.
18. *Bill Yuchen Lin, Wei Lu*. Neural Adaptation Layers for Cross-domain Named Entity Recognition arXiv:1810.06368. – October 2018.
19. *Zhiheng Huang, Wei Xu, Kai Yu*. Bidirectional LSTM-CRF Models for Sequence Tagging arXiv:1508.01991. – August 2015.
20. *Michael Phi*. Illustrated Guide to LSTM's and GRU's: A step by step explanation. – Available at: <https://towardsdatascience.com/illustrated-guide-to-lstms-and-gru-s-a-step-by-step-explanation-44e9eb85bf21> (accessed 02.05.2023).
21. *Yugesh Verma*. Complete Guide To Bidirectional LSTM (With Python Codes). – Available at: <https://analyticsindiamag.com/complete-guide-to-bidirectional-lstm-with-python-codes/> (accessed 02.05.2023).
22. *Bogert K*. Notes on Generalizing the Maximum Entropy Principle to Uncertain Data arXiv:2109.04530. – September 2021.
23. *McCallum A., Freitag D., Pereira F*. Maximum Entropy Markov Models for Information Extraction and Segmentation. – Available at: <http://www.ai.mit.edu/courses/6.891-nlp/READINGS/maxent.pdf> (accessed 02.05.2023).
24. Masked Conditional Random Fields for Sequence Labeling arXiv:2103.10682 / Tianwen Wei, Jianwei Qi, Shenghuan He, Songtao Sun. – March 2021.
25. On the Properties of Neural Machine Translation: Encoder-Decoder Approaches arXiv:1409.1259 / Kyunghyun Cho, Bart van Merriënboer, Dzmitry Bahdanau, Yoshua Bengio Y. – September 2014.
26. Gated Recurrent Unit Networks. – Available at: <https://www.geeksforgeeks.org/gated-recurrent-unit-networks/> (accessed 02.05.2023).
27. *Anh Le, Mikhail Y. Arkipov, Mikhail S. Burtsev*. Application of a Hybrid Bi-LSTM-CRF Model to the Task of Russian Named Entity Recognition // Conference on Artificial Intelligence and Natural Language 2017: Artificial Intelligence and Natural Language. – Pp. 91–103.
28. *Jana Straková, Milan Straka, Jan Hajič*. Neural Architectures for Nested NER through Linearization arXiv:1908.06926. – August 2019.
29. *Hkiri E., Mallat S., Zrigui M*. Improving coverage of rule based NER systems // 5th International Conference on Information & Communication Technology and Accessibility (ICTA). – December 2015, IEEE March 2016. – DOI: 10.1109/ICTA.2015.7426925
30. *Moshe Fresko, Rosenfeld B., Feldman R*. A hybrid approach to NER by MEMM and manual rules. CIKM '05: Proceedings of the 14th ACM international conference on Information and knowledge management. – October 2005. – Pp. 361–362.

31. *Gabriela Palka, Artur Nowakowski*. Exploring the Use of Foundation Models for Named Entity Recognition and Lemmatization Tasks in Slavic Languages arXiv:2304.05336. – April 2023.
32. *Richard Tzong-Han Tsai*. A Hybrid Approach to Biomedical Named Entity Recognition and Semantic Role Labeling. – Available at: <https://aclanthology.org/N06-3009.pdf> (accessed 02.05.2023).
33. Semantic Role Labeling for Open Information Extraction / Christensen J., Mausam, Stephen Soderland, Etzioni O. – Available at: <https://aclanthology.org/W10-0907.pdf> (accessed 02.05.2023).
34. An Analysis of Open Information Extraction based on Semantic Role Labeling / Christensen J., Mausam, Stephen Soderland, Etzioni O. – Available at: <http://turing.cs.washington.edu/papers/janarackcap2011.pdf> (accessed 02.05.2023).
35. *Jie Zhou and Wei Xu*. End-to-end Learning of Semantic Role Labeling Using Recurrent Neural Networks. – Available at: <https://aclanthology.org/P15-1109.pdf> (accessed 02.05.2023).
36. Erick Rocha Fonseca, João Luís G. Rosa. An Architecture for Semantic Role Labeling on Portuguese. International Conference on Computational Processing of the Portuguese Language 2012: Computational Processing of the Portuguese Language. – Pp. 204–209.
37. Sherstinsky A. Fundamentals of Recurrent Neural Network (RNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) Network // Elsevier journal “Physica D: Nonlinear Phenomena”. – March 2020. – Vol. 404. – Special Issue on Machine Learning and Dynamical Systems.

E. O. Ovseyko, Master’s Degree Student
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Overview of Named Entity Recognition approaches

An overview of named entity recognition approaches is given, and for each approach, articles are indicated that explore methods from each approach, with a brief description of them. Such approaches are considered as: statistical, neural networks, rule-based, semantic role labeling and hybrid approach.

The article also contains a summary of some neural network methods for named entity recognition, namely a description of the LSTM, GRU, Bi-LSTM models and information about CRF, in the context of how information from a neighboring tag is used to predict the tag of the current word.

Keywords: named entity recognition; approaches to recognition; neural networks; LSTM; GRU; Bi-LSTM; CRF; HMM; SVM; SRL.

В. А. Писаревский, магистрант
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Обзор архитектур мобильных приложений

В работе проводится анализ существующих архитектурных подходов к организации кодовой базы мобильных приложений. Описываются основные архитектуры, используемые при разработке приложений для платформ iOS и Android, такие как Model-View-Controller (MVC), Model-View-Presenter (MVP), Model-View-ViewModel (MVVM), View-Interactor-Presenter-Entity-RouterModel (VIPER), Redux и Model-View-Intent (MVI).

Ключевые слова: архитектура; мобильные приложения; iOS; Android; MVC; MVP; MVVM; VIPER; Redux; MVI.

Введение

Современные мобильные устройства стали незаменимыми помощниками в повседневной жизни. Они позволяют пользователям получать доступ к информации, развлекаться, общаться, покупать товары и услуги и многое другое. Чтобы создать качественное мобильное приложение, необходимо учитывать множество факторов, включая выбор подходящей архитектуры. Архитектура приложения определяет его структуру, организацию компонентов и взаимодействие между ними. Мы рассмотрим основные архитектуры мобильных приложений, их преимущества и недостатки.

Выбор архитектуры – это важный этап, который в дальнейшем может существенно повлиять на процесс разработки, поддержку и масштабирование приложения. Существует множество архитектур, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки, а также может быть более или менее подходящей для конкретного проекта. Рассмотрим наиболее популярные на сегодняшний день.

MVC

Архитектура *Model-View-Controller (MVC)* [7] является одной из самых распространенных архитектур для разработки мобильных приложений. В этой архитектуре приложение разделено на три компонента: модель (*Model*), представление (*View*) и контроллер (*Controller*).

Модель представляет собой данные, с которыми работает приложение. Представление отвечает за отображение данных пользователю, а контроллер управляет взаимодействием между моделью и представлением.

Преимущества:

- легкость тестирования: благодаря разделению на три компонента, каждый из них может быть протестирован отдельно;
- легкость сопровождения: благодаря разделению на три компонента, приложение становится более модульным и удобным для сопровождения;
- скорость разработки – MVC является наиболее простой в реализации архитектурой, не требующей больших знаний для начала использования в проекте;
- четкая структура: MVC имеет четкую структуру, что облегчает понимание и разработку приложения.

Недостатки:

- жесткость: изменение одного из компонентов может потребовать изменения других компонентов;

– неэффективность: приложение может выполнять лишние операции из-за частого обновления представления.

Схема компонентов архитектуры *MVC* представлена на рис. 1.

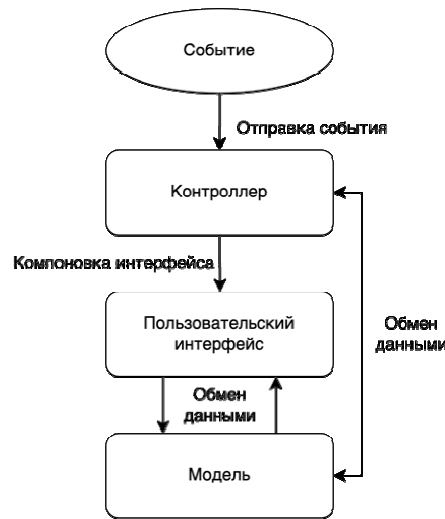


Рис. 1. Схема архитектуры *MVC*

MVP

Архитектура *Model-View-Presenter (MVP)* [3] является вариацией на тему *MVC*. В этой архитектуре модель и представление остаются теми же, а контроллер заменяется на презентер (*Presenter*).

Презентер отвечает за управление взаимодействием между моделью и представлением. Он получает запросы от представления, обрабатывает их и обновляет модель, после чего обновляет представление.

Преимущества:

- легкость тестирования: благодаря разделению на три компонента, каждый из них может быть протестирован отдельно;
- легкость сопровождения: благодаря разделению на три компонента, приложение становится более модульным и удобным для сопровождения;
- отсутствуют тесные взаимосвязи, как в случае *MVC*;
- четкая структура: *MVP*, как и *MVC* имеет четкую структуру, что облегчает понимание и разработку приложения.

Недостатки:

- неэффективность: приложение может выполнять лишние операции из-за частого обновления представления.
- сложность: *MVP* может быть сложнее в реализации, чем *MVC*.

Схема компонентов архитектуры *MVP* представлена на рис. 2.



Рис. 2. Схема архитектуры *MVP*

MVVM

Архитектура *Model-View-ViewModel (MVVM)* [8] является еще одной вариацией на тему *MVC*. В этой архитектуре модель и представление остаются теми же, а контроллер заменяется на *ViewModel*.

ViewModel отвечает за управление данными и бизнес-логикой приложения. Он получает данные из модели, обрабатывает их и предоставляет представлению.

Преимущества:

- легкость тестирования: благодаря разделению на три компонента, каждый из них может быть протестирован отдельно;
- легкость сопровождения: благодаря разделению на три компонента, приложение становится более модульным и удобным для сопровождения. Достаточно легко переиспользовать модули приложения в других проектах;
- независимость компонентов за счет связи через механизм привязок;
- эффективность: *MVVM* позволяет избежать лишних операций, связанных с обновлением представления.

Недостатки:

- сложность: *MVVM* сложнее в реализации, чем *MVC* и *MVP*.
- необходимость дополнительных библиотек: для реализации *MVVM* может потребоваться использование дополнительных библиотек. Например, для привязки данных к модели отображения.

Схема компонентов архитектуры *MVVM* представлена на рис. 3.

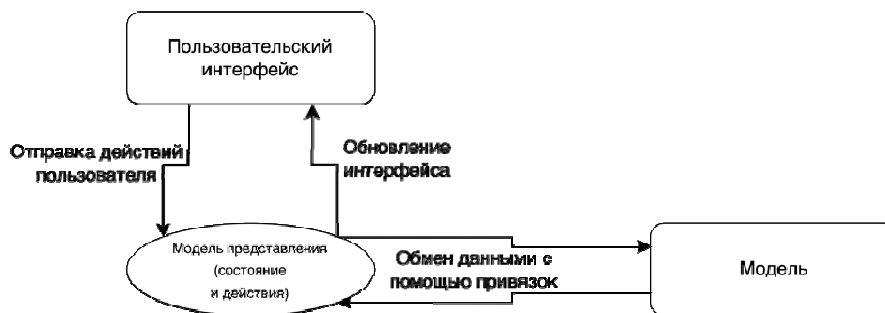


Рис. 3. Схема архитектуры *MVVM*

VIPER

Архитектура *VIPER* [4] является новой и относительно недавно появившейся архитектурой. Она представляет собой разделение приложения на пять компонентов: визуальную часть (*View*), интерактор (*Interactor*), презентер (*Presenter*), сущность (*Entity*) и маршрутизатор (*Router*).

Визуальная часть отвечает за отображение данных пользователю, интерактор обрабатывает пользовательские запросы, презентер управляет взаимодействием между интерактором и визуальной частью, сущность представляет собой данные, а маршрутизатор отвечает за навигацию в приложении.

Преимущества:

- высокая масштабируемость: благодаря разделению на пять компонентов приложение становится более масштабируемым и гибким;
- четкая структура: *VIPER* имеет четкую структуру, что облегчает понимание и разработку приложения;
- легкость сопровождения: благодаря разделению на пять компонентов, приложение становится более модульным и удобным для сопровождения.

Недостатки:

- сложность: *VIPER* является наиболее сложной в реализации архитектурой из всех рассматриваемых;

– необходимость дополнительных библиотек: реализовать архитектуру *VIPER* не так просто; для компонентов вроде роутера может потребоваться использование дополнительных библиотек.

Схема компонентов архитектуры *VIPER* представлена на рис. 4.



Рис. 4. Схема архитектуры *VIPER*

Redux

Архитектура *Redux* [5] является реализацией паттерна *Flux* и широко используется в *React Native*-приложениях. *Redux* основывается на идее однонаправленного потока данных и предлагает хранить все состояние приложения в одном объекте, называемом *Store*. Все изменения состояния происходят только через действия (*Actions*), которые отправляются в *Store* и обрабатываются редьюсерами (*Reducers*).

Store – это объект, который хранит все состояние приложения. В *Redux*, *Store* является неизменяемым, что означает, что его состояние нельзя изменить напрямую. Вместо этого все изменения происходят через действия.

Действия – это объекты, которые описывают, что произошло в приложении. Каждое действие имеет тип (*Type*) и необязательные данные (*Payload*), которые описывают, что именно произошло. Действия создаются с помощью специальных функций, называемых *Action Creators*.

Редьюсеры – это функции, которые обрабатывают действия и изменяют состояние приложения. Редьюсеры являются чистыми функциями, т. е. они должны возвращать новое состояние, а не изменять старое. Каждый редьюсер отвечает за часть состояния приложения и может быть объединен с помощью функции *combineReducers*.

Преимущества:

- предсказуемость: *Redux* основывается на идее однонаправленного потока данных, что делает приложение более предсказуемым и стабильным;
- легкость сопровождения: благодаря хранению всего состояния приложения в одном объекте приложение становится более модульным и удобным для сопровождения;
- строгая неизменяемость: *Store* является неизменяемым, что позволяет избежать состояния гонки и сделать приложение более стабильным;
- удобство отладки: *Redux* предлагает удобный инструмент для отслеживания изменений состояния и отладки.

Однако использование *Redux* может потребовать больше усилий для начала разработки, чем другие архитектуры, такие как *MVP* или *MVVM*. Кроме того, *Redux* не является универсальным решением и может быть не подходящим для всех проектов. Однако он позволяет добиться предсказуемой и стабильной архитектуры.

Схема компонентов архитектуры *Redux* представлена на рис. 5.

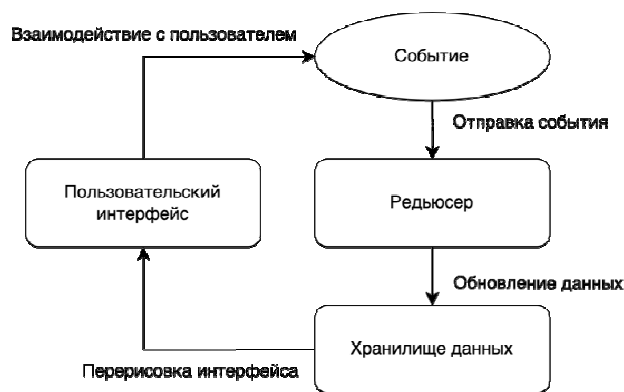


Рис. 5. Схема архитектуры Redux

MVI

Model View Intent (MVI) [6] – это архитектура, которая используется в *Jetpack Compose* – новой декларативной библиотеке для разработки пользовательских интерфейсов на платформе *Android*. *MVI* предлагает разделить приложение на три компонента: модель (*Model*), представление (*View*) и намерение (*Intent*).

Модель представляет собой данные, с которыми работает приложение. В *MVI* модель является неизменяемой и обновляется только через намерения. Это позволяет избежать состояния гонки и сделать приложение более стабильным.

Представление отвечает за отображение данных пользователю. В *MVI* представление является чистой функцией, которая принимает модель в качестве аргумента и возвращает пользовательский интерфейс. Это позволяет избежать побочных эффектов и упрощает тестирование.

Намерение отвечает за пользовательские действия, которые приводят к изменению состояния модели. В *MVI* намерение представляет собой событие, которое генерируется пользователем и передается в модель. Модель обрабатывает намерение и возвращает новое состояние.

В *MVI* все изменения состояния происходят только через намерения, что делает приложение более предсказуемым и стабильным. Кроме того, такой подход упрощает отладку и тестирование.

Преимущества:

- предсказуемость: все изменения состояния происходят только через намерения, что приводит к более предсказуемому и стабильному поведению приложения;
- легкость сопровождения: благодаря разделению на три компонента, приложение становится более модульным и удобным для сопровождения;
- чистые функции: представление является чистой функцией, что упрощает тестирование и делает приложение более стабильным;
- избежание состояния гонки: модель является неизменяемой и обновляется только через намерения, что позволяет избежать состояния гонки и сделать приложение более стабильным.

Однако использование *MVI* может потребовать больше усилий для начала разработки, чем другие архитектуры, такие как *MVP* или *MVVM*, к примеру. Кроме того, *MVI* не является универсальным решением и может не покрыть все нужды проекта. Однако, как и в случае с *Redux*, *MVI* может быть хорошим выбором, если есть необходимость в однонаправленном потоке исполнения и предсказуемого поведения.

Схема компонентов архитектуры *MVI* представлена на рис. 6.

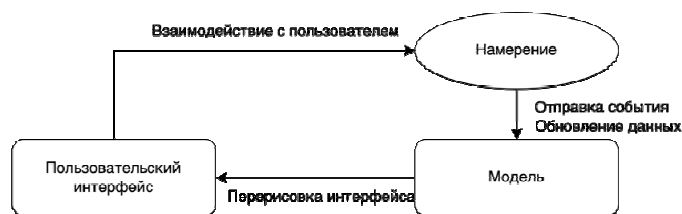


Рис. 6. Схема архитектуры MVI

Какую архитектуру выбрать?

На вопрос выбора архитектуры приложения ответить не так просто, ведь нужно учесть множество нюансов разрабатываемого продукта. Однако можно дать общую рекомендацию, для тех, кто еще плохо разбирается в этой области.

Для разработки прототипа или простого приложения с минимальными затратами на изучение и реализацию лучше всего выбрать *Model-View-Controller (MVC)*, т. к. она является наиболее простой и широко используется в различных технологиях. Она позволит быстро создать работающий прототип и легко изменять его в дальнейшем.

Если есть необходимость разработать сложное масштабируемое приложение, где нужна относительно простая и в тоже время гибкая архитектура, стоит остановить свой выбор на *Model-View-ViewModel (MVVM)*. *MVVM* обеспечивает хорошее разделение ответственности между компонентами приложения и облегчает тестирование. Кроме того, *MVVM* используется во многих современных технологиях, таких как *Xamarin* и *Angular*, что делает ее более перспективной и привлекательной для разработчиков.

Заключение

Мы рассмотрели основные архитектуры мобильных приложений: *MVC*, *MVP*, *MVVM*, *VIPER*, *Redux* и *MVI*. Каждая из этих архитектур имеет свои преимущества и недостатки.

Архитектура *MVC* хорошо подходит для небольших проектов с простой логикой и небольшим количеством экранов. *MVP* и *MVVM* обеспечивают более явное разделение ответственности между компонентами приложения, что делает их более подходящими для крупных проектов. *MVVM* лучше всего подходит для проектов, где необходимо сильная связь между данными и интерфейсом, а *MVP* – для проектов, где важно управление состоянием представлений.

Архитектура *VIPER* предлагает еще более строгую разбивку на компоненты и явное определение ответственности, по сравнению с *MVVM*, что делает ее наиболее подходящей для крупных проектов с большой командой разработчиков.

Redux и *MVI* являются более новыми подходами к построению архитектуры приложений и основаны на принципах функционального программирования. *Redux* хорошо подходит для проектов, где необходимо управление глобальным состоянием приложения, а *MVI* – для проектов, где важна однонаправленная потоковая обработка данных.

В целом выбор архитектуры зависит от конкретных требований проекта и опыта команды разработчиков. Не стоит забывать о возможности комбинирования различных подходов для достижения наилучшего результата.

Список использованных источников и литературы

1. Сравнение архитектур Vipер и MVVM Как применить ту и другую Хабр : [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/440904> (дата обращения: 11.02.2023).
2. Common Architecture for Mobile Application : [сайт]. – URL: <https://triare.net/insights/common-architecture-for-mobile-application> (дата обращения: 05.03.2023).
3. MVC vs MVVM vs MVP vs VIPER: Which design architecture is suitable for iOS? : [сайт]. – URL: <https://www.techaheadcorp.com/blog/mvc-vs-mvvm-vs-mvp-vs-viper> (дата обращения: 06.03.2023).
4. Разбор архитектуры VIPER на примере небольшого iOS приложения на Swift 4 : [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/358412> (дата обращения: 10.03.2023).

5. Redux Architecture in React JS : [сайт]. – URL: <https://ordinarycoders.com/blog/article/redux-architecture-react> (дата обращения: 15.03.2023).
6. MVI Architecture with Android : [сайт]. – URL: <https://medium.com/swlh/mvi-architecture-with-android-fcde123e3c4a> (дата обращения: 21.03.2023).
7. Everything you need to know about MVC architecture : [сайт]. – URL: <https://towardsdatascience.com/everything-you-need-to-know-about-mvc-architecture-3c827930b4c1> (дата обращения: 09.04.2023).
8. MVVM (Model View ViewModel) Architecture Pattern in Android : [сайт]. – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/mvvm-model-view-viewmodel-architecture-pattern-in-android> (дата обращения: 10.04.2023).

V. A. Pisarevskiy, Master's Degree Student
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Overview of mobile application architectures

This paper analyses existing architectural approaches for organizing code base of mobile applications. The main architectures used in developing applications for iOS and Android platforms such as Model-View-Controller (MVC), Model-View-Presenter (MVP), Model-View-ViewModel (MVVM), View-Interactor-Presenter-Entity-RouterModel (VIPER), Redux and Model-View-Intent (MVI) are described.

Keywords: architecture; mobile apps; iOS; Android; MVC; MVP; MVVM; VIPER; Redux; MVI.

Microsoft Excel – программа для работы с электронными таблицами. Имеет хорошую поддержку разных формул и значений, отлично подходит для больших объемов данных и их анализа, имеет обширный функционал. Минусами являются ограниченность онлайн-версии, неудобное совместное использование и стоимость программы. Интерфейс сервиса представлен на рис. 2.

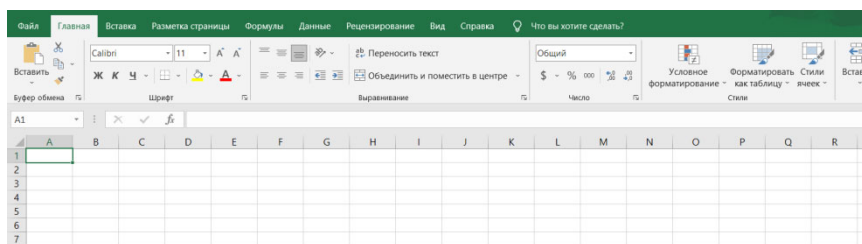


Рис. 2. Интерфейс сервиса *Microsoft Excel*

AirTable [4] – облачная служба для хранения данных. Позволяет отображать данные не только в виде таблиц, но и в других удобных форматах. Из минусов: отсутствие поддержки формул и разного вида значений и бесплатный доступ лишь первые недели. Интерфейс сервиса представлен на рис. 3.

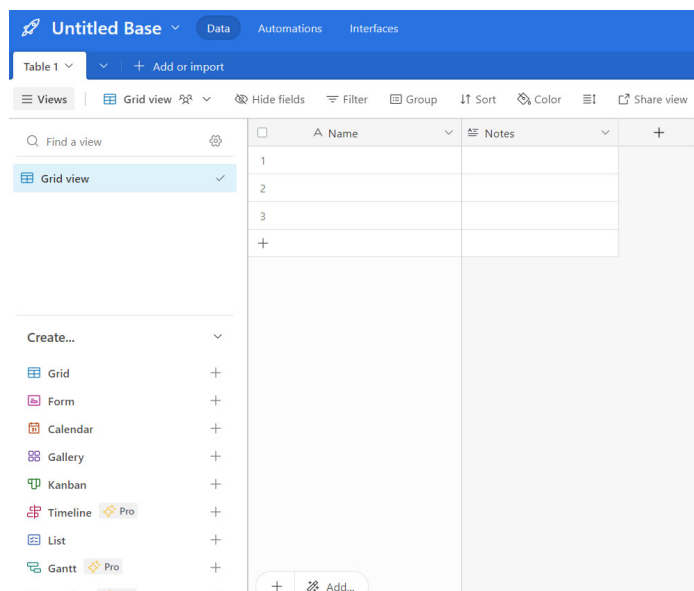


Рис. 3. Интерфейс сервиса *AirTable*

Numbers [5] – приложение для работы с электронными таблицами, разработанное для устройств *Apple*. Представляет собой не бесконечную таблицу, а чистый лист, которые нужно настроить под себя. Дает возможность составлять диаграммы и визуализировать данные, а также предоставляет совместный доступ. Минусом сервиса является неинтуитивный интерфейс, поддержка не всех значений и недоступность для других видов устройств. Интерфейс сервиса представлен на рис. 4.

Сравнительный анализ всех этих сервисов представлен в таблице.

Поскольку процесс составления и учета ИПР в разных учреждениях отличается друг от друга, учреждения используют для своей работы разные сервисы. В ИжГТУ для составления табличной части используется *Microsoft Excel*.

Однако минусом табличных сервисов является то, что в них можно заполнить табличную часть, а не оформить весь документ в целом и не отправить его на подпись. Заполнение такой таблицы происходит вручную, без автоматического заполнения некоторых полей. Для оформления документа преподавателям приходится использовать еще один инструмент – *Microsoft Word*.

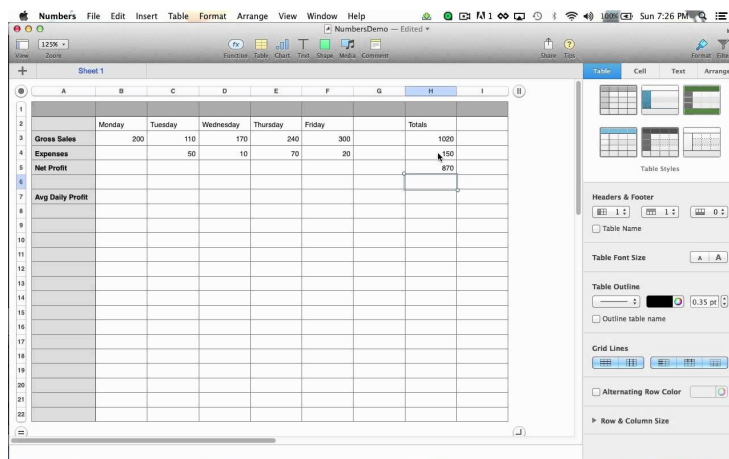


Рис. 4. Интерфейс сервиса Numbers

Сравнительный анализ некоторых табличных сервисов

Критерий	Google Sheets	Excel	AirTable	Numbers
Совместное использование	+	-	+	+
Простой интерфейс	+	+	-	-
Анализ данных	-	+	-	-
Разные виды отображения (Канбан доска и др.)	-	-	+	-
Поддержка формул	+	+	-	+
Многофункциональность формул	+	+	-	-
Поддержка логических значений	+	+	-	+
Поддержка ошибочных значений	+	+	-	-
Поддержка формата csv	+	+	+	-

Помимо минусов, описанных выше, этот подход неудобен еще и тем, что не всегда получается быстро и просто перенести всю информацию из одного инструмента в другой. Поэтому некоторые образовательные учреждения разрабатывают собственные программные решения этих проблем. Например, в Костанайском региональном университете разработали систему, в которую преподаватели вносят запланированные часы, а система сама формирует отчет на основе из заполненных данных. Преподаватели вносят часы по заранее прописанным неизменяемым пунктам, однако какие-то поля они могут оставить пустыми. На рис. 5 представлен интерфейс этой системы.

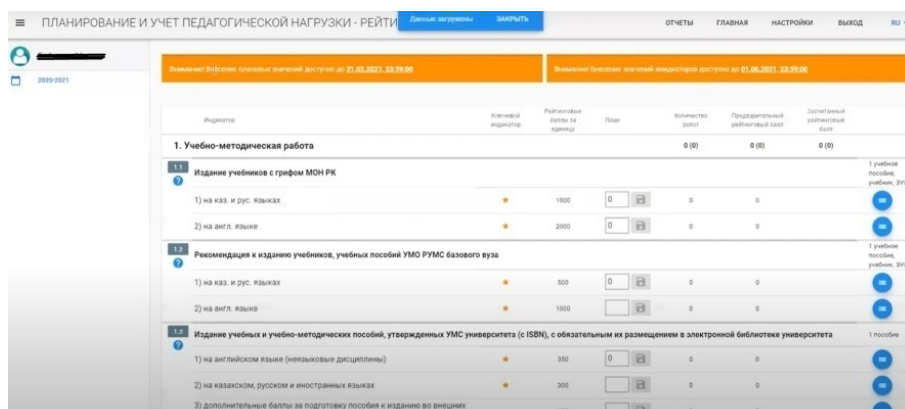


Рис. 5. Система-аналог по составлению и учету ИПР преподавателей

В данной система доступно лишь заполнение ИПР, в ней нет функции учета и подписания ИПР. Эта система, возможно, оптимальна именно для Костанайского регионального университета, но она не является адаптируемой и доступной для каких-либо других университетов.

На основе анализа существующих решений мы видим, что вопрос автоматизации процессов их составления и учета, а также вопрос уменьшения трудозатрат при их заполнении и подписании, актуальны на сегодняшний день. В ИжГТУ в данный момент не существует программных средств, в полной мере покрывающих все потребности работы преподавателей, а именно: удобное заполнение ИПР, автоматическое оформление ИПР и удобная организация процесса подписания ИПР.

Следовательно, необходимо реализовать систему, в которой будут присутствовать следующие функции:

- автоматическое заполнение некоторых полей ИПР;
- возможность выбора данных из выпадающих списков при заполнении определенных полей ИПР;
- автоматическое оформление ИПР;
- отправление ИПР на подписание по одному нажатию кнопки;
- подписание ИПР по одному нажатию кнопки;
- скачивание ИПР по одному нажатию кнопки.

Такая система заинтересует преподавателей ИжГТУ, т. к. они ежегодно заполняют индивидуальные планы работы. Система будет интересна заведующим кафедрой, поскольку обеспечит облегченный процесс подписания и учета ИПР.

Список используемых источников и литературы

1. Инструкция по формированию индивидуального плана преподавателя // Pandia : сайт. – URL: <https://pandia.ru/text/78/360/842.php> (дата обращения: 04.04.2023).
2. Сервисы электронных таблиц // WeChoose : сайт. – URL: <https://wechoose.pro/services/spreadsheets> (дата обращения: 05.04.2023).
3. Google Sheets : сайт. – URL: <https://www.google.ru/intl/ru/sheets/about/> (дата обращения: 07.04.2023).
4. Airtable : сайт. – URL: <https://airtable.com/> (дата обращения: 07.04.2023).
5. Numbers : сайт. – URL: <https://www.apple.com/ru/numbers/> (дата обращения: 07.04.2023).

A. S. Mokretsova, Student
Automated Information Processing and Management Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

On the importance of automating the process of drawing up and accounting for individual work plans

The article discusses a comparative analysis of tabular services and other solutions. During the analysis, the solutions that exist on the Internet were considered. In the course of the work, the functions with which it is possible to achieve a certain goal were identified.

Keywords: individual work plan; teachers; filling; convenience.

К. Ю. Петухов, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Вычислительная техника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Некоторая статистика 61-й редакции списка TOP-500 наиболее производительных супер-ЭВМ мира¹

В статье приводятся статистические данные о наиболее производительных ЭВМ мира, областях их применения, фирм производителей, практической реализации и их локации.

Ключевые слова: супер-ЭВМ, производительность, индекс цифровизации

В статье предыдущего сборника трудов конференции были приведены характеристики наиболее производительных супер-ЭВМ из списка топ-500 [1]. Новостью явилось появление в списке супер-ЭВМ с эксафлопсной производительностью (10^{18} операций с плавающей точкой).

В статье рассмотрим, какие изменения произошли в списке топ-500, и как представлена Россия в данном списке (напомним, что список формируется два раза в год). Рассмотрим также, области применения супер-ЭВМ, кто является основным поставщиком, географию размещения и др.

Приведем некоторые суперкомпьютеры из списка топ-500 супер-ЭВМ мира, соответствующего состоянию на 22 мая 2023 г., 61-й редакции списка [2]. Со списком топ-500 в русскоязычном интернете можно ознакомиться по ссылке, приведенной в источнике [3]. Рейтинги суперкомпьютеров составляется на основе бенчмарка Linpack's Highly Parallel Computing (HPLinpack, язык разработки Си), автором которого является Джек Донгарра (табл. 1).

Здесь применяются следующие обозначения:

Rank – порядковый номер в списке топ-500;

System – название (тип) компьютера, указанное поставщиком, и организация, в которой установлен компьютер;

Cores – количество вычислительных ядер;

Rmax (TFlop/s) – максимальная полученная производительность по LINPACK (TFlop/s);

Rpeak (TFlop/s) – теоретическая пиковая производительность (TFlop/s);

Power (kW) – электропотребление системы, кВт.

Напомним единицы измерения производительности ЭВМ:

FLOP/s – Floating-point Operations Per Second – число операций с плавающей точкой в секунду (оп.п.т./с),

GFlop/s (GigaFlop/s, миллиард оп.п.т./с) – 10^9 Flop/s. Производительность ПЭВМ составляет 10–50 GFlop/s.

TFlop/s (TeraFlop/s, триллион оп.п.т./с) – 10^{12} Flop/s.

PFlop/s (PetaFlop/s, квадрилион оп.п.т./с) – 10^{15} Flop/s.

EFlop/s (ExaFlop/s, квинтиллион оп.п.т./с) – 10^{18} Flop/s.

Таблица 1

Rank	System	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)	Power (kW)
1	Frontier – HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3rd Generation EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, HPE DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	8,699,904	1,194.00	1,679.82	22,703
2	Supercomputer Fugaku – Supercomputer Fugaku, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu interconnect D, Fujitsu RIKEN Center for Computational Science Japan	7,630,848	442.01	537.21	29,899
3	LUMI – HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3rd Generation EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, HPE EuroHPC/CSC Finland	2,220,288	309.10	428.70	6,016
7	Sunway TaihuLight – Sunway MPP, Sunway SW26010 260C 1.45GHz, Sunway, NRCPC National Supercomputing Center in Wuxi China	10,649,600	93.01	125.44	15,371
27	Chervonenkis – YANDEX Y4N-GA1-TY25-ZB0, AMD EPYC 7702 64C 2GHz, NVIDIA A100 80GB, Infiniband, YANDEX, NVIDIA Yandex Russia	193,440	21.53	29.42	
46	Galushkin – YANDEX Y4N-GA1-TY25-ZB0, AMD EPYC 7702 64C 2GHz, NVIDIA A100 80GB, Infiniband, YANDEX, NVIDIA Yandex Russia	134,912	16.02	20.64	
52	Lyapunov – Inspur NF5488A5, AMD EPYC 7662 64C 2GHz, NVIDIA A100 40GB, Infiniband, NVIDIA, Inspur Yandex Russia	130,944	12.81	20.03	
55	Christofari Neo – NVIDIA DGX A100, AMD EPYC 7742 64C 2.25GHz, NVIDIA A100 80GB, Infiniband, Nvidia SberCloud Russia	98,208	11.95	14.91	
96	Christofari – NVIDIA DGX-2, Xeon Platinum 8168 24C 2.7GHz, Mellanox InfiniBand EDR, NVIDIA Tesla V100, Nvidia SberCloud Russia	99,600	6.67	8.79	
329	Lomonosov 2 – T-Platform A-Class Cluster, Xeon E5-2697v3 14C 2.6GHz, Intel Xeon Gold 6126, Infiniband FDR, Nvidia K40m/P-100, T-Platforms Moscow State University – Research Computing Center Russia	64,384	2.48	4.95	
391	MTS GROM – NVIDIA DGX A100, AMD EPYC 7742 64C 2.25GHz, NVIDIA A100 40GB, Infiniband, Nvidia #CloudMTS Russia	19,840	2.26	3.01	
500	Inspur TS10000, Xeon Gold 6130 16C 2.1GHz, NVIDIA Tesla V100, 25G Ethernet, Inspur Internet Service P China	40,320	1.87	3.52	

На первом месте списка находится суперкомпьютер Frontier производства HPE Cray на базе процессоров AMD EPYC 64C и графических ускорителей AMD Instinct 250X, установленный в Oak Ridge National Laboratory (ORNL), чья пиковая производительность составляет 1679.82 PFlop/s, а производительность на тесте Linpack – 1194 PFlop/s (т. е., 1,194 EFlop/s).

На втором месте списка японский суперкомпьютер Fugaku производства Fujitsu на базе процессоров ARM A64FX, установленный в RIKEN Center for Computational Science (R-CCS), чья пиковая производительность составляет 537.2 PFlop/s, а производительность на тесте Linpack – 442 PFlop/s.

На третьем месте списка остался суперкомпьютер LUMI производства HPE Cray на базе процессоров AMD EPYC 64C и графических ускорителей AMD Instinct 250X, установлен-

ный в EuroHPC/CSC (Финляндия), чья пиковая производительность составляет 428.7 PFlop/s, а производительность на тесте Linpack – 309.1 PFlop/s.

Интерес также представляет суперкомпьютер Sunway TaihuLight, занимающий в текущем рейтинге 7-ю строку, который, напомним, с июня 2016 по июнь 2018 занимал первое место в списке ТОП-500. Суперкомпьютер был построен на базе собственных 260-ядерных процессоров четвертого поколения **SW26010**. Данная система стала первым в мире суперкомпьютером с пиковой производительностью свыше 100 PFlop/s.

Что касается отечественных суперкомпьютеров, то в данном списке Россия, по-прежнему, представлена 7 суперкомпьютерами.

Наиболее производительный отечественный суперкомпьютер «Червоненкис» занял 27-ю строчку рейтинга, в предыдущей редакции занимал 25-ю строчку рейтинга суперкомпьютеров ТОП-500. Его пиковая производительность составляет 29.4 PFlop/s, производительность на тесте Linpack – 21.5 PFlop/s. Место размещения – российская транснациональная компания «Яндекс».

На 46-е место списка с 44-го опустился суперкомпьютер Galushkin производства IPE, Nvidia и Туан, установленный также в Яндекс, чья пиковая производительность составляет 20.6 PFlop/s, производительность на тесте Linpack – 16 PFlop/s.

На 52-е место списка с 47-го опустился суперкомпьютер Lyapunov производства NUDT и Inspur, установленный в Yandex, чья пиковая производительность составляет 20 PFlop/s, производительность на тесте Linpack – 12.8 PFlop/s (Яндекс).

На 55-е место списка с 50-го опустился суперкомпьютер «Кристофари Нео» производства NVIDIA, установленный в Сбербанке, чья пиковая производительность составляет 14.9 PFlop/s, производительность на тесте Linpack – 12 PFlop/s.

На 96-е место списка с 86-го опустился суперкомпьютер «Кристофари» производства NVIDIA, установленный также в Сбербанке, чья пиковая производительность составляет 8.79 PFlop/s, производительность на тесте Linpack – 6.67 PFlop/s.

На 329-е место списка со 290-го опустился суперкомпьютер «Ломоносов-2» производства компании «Т-Платформы», установленный в Научно-исследовательском вычислительном центре МГУ имени М. В. Ломоносова, чья пиковая производительность составляет 4.95 PFlop/s, производительность на тесте Linpack – 2.48 PFlop/s.

На 391-ое место списка с 352-го опустился суперкомпьютер MTS GROM производства NVIDIA, установленный в #CloudMTS, чья пиковая производительность составляет 3.01 PFlop/s, производительность на тесте Linpack – 2.26 PFlop/s.

Суммарная производительность систем в списке составляет 5.24 EFlop/s (4.86 EFlop/s полгода назад, 60-я редакция). Последняя, 500-я система в новой редакции списка была бы полгода назад на 456-м месте. Для того чтобы попасть в текущий список, потребовалась производительность на тесте Linpack 1.87 PFlop/s (в ноябре – 1.73 PFlop/s).

Приведем выборочную статистику 61-й редакции списка топ-500 и для большей наглядности представим ее в табличном виде (табл. 2).

Таблица 2. Области применения Супер-ЭВМ

№ п/п	Область	Количество систем в списке	Доля в списке, %	Rmax (GFlop/s)	Rpeak (GFlop/s)	Ядра
1	Промышленность	231	46,2	862,359,500	1,606,333,916	21,069,224
2	Исследования	119	23,8	3,178,668,778	4,411,796,608	57,546,312
3	Академическая	94	18,8	723,024,268	1,080,524,270	10,160,356
4	Правительство	25	5	139,948,160	206,199,375	3,422,060
...						

Как видно из табл. 2, наибольшее число систем применяется в реальной экономике. В статье сборника [1] были приведены области приложения супер-ЭВМ.

Лидирует в списке поставщиков по числу систем (табл. 3), представленных в списке топ-500, фирма Lenovo Group Limited-Китайская транснациональная корпорация. Вторая фирма в списке Hewlett Packard Enterprise – американская ИТ-компания. Третья в списке Atos – французская корпорация. В таблице приведена Российская фирма производитель супер-ЭВМ «Т-платформы», которая на протяжении 16 лет находится в списке топ-500. Всего в списке топ-500 представлено 39 производителей супер-ЭВМ.

Таблица 3. Поставщики

№ п/п	Поставщик	Количество систем в списке	Доля в списке, %	Rmax (GFlop/s)	Rpeak (GFlop/s)	Ядра
1	Lenovo	168	33,6	532,046,848	1,005,232,220	13,874,272
2	HPE	100	20	2,279,237,514	3,199,996,338	27,601,624
3	Atos	43	8,6	516,852,490	737,156,702	7,946,016
..						
22	Т-платформы	1	0,2	2,478,000	4,946,790	64,384
...						
24	Intel	1	0,2	5,612,830	9,793,536	127,520

Страны, владеющие супер-ЭВМ и их доля систем из списка ТОП-500, приведены в табл. 4. Всего в списке представлено 34 страны.

Таблица 4. Выборка стран, имеющих Супер-ЭВМ

№ п/п	Страна	Количество систем в списке	Доля систем в списке, %	Rmax (GFlop/s)	Rpeak (GFlop/s)	Ядра
1	США	150	30	2,400,757,320	3,527,842,131	31,248,740
2	Китай	134	26,8	465,824,474	941,041,056	25,006,176
3	Германия	36	7,2	231,822,060	354,786,306	4,092,324
4	Япония	33	6,6	654,147,240	851,617,520	12,458,572
5	Франция	24	4,8	175,206,530	252,565,603	4,009,304
6	Великобритания	14	2,8	62,248,784	88,233,824	1,891,248
7	Канада	10	2	41,208,360	71,911,529	845,984
..						
11	Италия	7	1,4	317,229,000	418,977,448	3,272,304
12	Россия	7	1,4	73,715,000	101,737,460	741,328
13	Швеция	6	1,2	26,710,470	37,640,216	383,360
...						

Наиболее предпочтительной системой связи в Супер-ЭВМ является Ethernet (табл. 5).

Таблица 5. Коммуникационные технологии

№ п/п	Соединение	Количество в списке	Доля системы, %	Rmax (GFlop/s)	Rpeak (GFlop/s)	Ядра
1	100G Ethernet	86	17,2	245,316,590	493,457,802	7,184,896
2	25G Ethernet	64	12,8	157,549,000	357,813,281	3,737,100
3	10G Ethernet	44	8,8	102,928,230	280,322,604	3,797,280
4	Infiniband HDR	37	7,4	309,119,940	470,352,244	3,685,652
..						

В целом количество систем, построенных на процессорах Intel-360, на процессорах AMD-121 система. Кроме того, 6 систем построены на базе процессоров Arm, 185 систем используют ускорители или сопроцессоры (табл. 6).

Таблица 6. Процессоры Супер-ЭВМ

№ п/п	Процессор	Количество в списке	Доля системы, %	Rmax (GFlop/s)	Rpeak (GFlop/s)	Ядра
1	Xeon Gold (Skylake)	99	19,8	274,450,880	617,763,429	7,367,372
2	Xeon Gold 62xx (Cascade Lake)	91	18,2	311,472,860	593,439,504	7,752,568
3	AMD Zen-2 (Rome)	63	12,6	655,886,610	924,638,792	11,681,336
...						
10	IBM POWER9	7	1,4	311,567,000	417,833,327	5,081,600
...						
23	Sunway	1	0,2	93,014,594	125,435,904	10,649,600

Большую производительность показывают системы, построенные на 64 ядерных процессорах, что ожидаемо (табл. 7).

Таблица 7. Количество ядер/сокет

№ п/п	Количество ядер на сокет	Количество систем в списке	Доля систем, %	Rmax (GFlop/s)	Rpeak (GFlop/s)	Ядра
1	24	108	21,6	433,124,478	801,621,624	8,883,876
2	64	94	18,8	2,261,717,020	3,142,437,493	26,701,856
3	20	60	12	221,795,400	457,984,465	5,582,968
4	16	36	7,2	112,011,200	186,538,195	2,911,436
5	32	36	7,2	456,410,930	657,328,466	4,991,200
..						
23	260	1	0,2	93,014,594	125,435,904	10,649,600

Определим один из показателей развития компьютерных вычислений страны «индекс цифровизации», который определяется отношением:

$$K_{ц} = \frac{\text{Сделано вычислений}}{\text{Выпущено продукции}} = \frac{\text{Доля страны в } \sum R_{\max}}{\text{Доля страны в } \sum \text{ВВП}},$$

где $\sum R_{\max}$ – суммарная максимальная производительность списка ТОП-500, $\sum \text{ВВП}$ – суммарное мировое значение ВВП, (по данным за 2022 г.) (табл. 8).

Таблица 8. Индекс цифровизации

Страна	Доля страны в $\sum R_{\max}$, %	Доля страны в $\sum \text{ВВП}$, %	$K_{ц}$ страны	Отношение $K_{ц}$ страны к $K_{ц}$ России
США	45,8	24,6	1,86	2,81
Китай	8,9	18,0	0,49	0,74
Германия	4,42	3,9	1,13	1,71
Япония	12,5	4,2	2,97	4,5
Франция	3,34	2,8	1,19	1,80
Великобритания	1,18	3,2	0,36	0,54
Италия	6,05	2,0	3,02	4,57
Швеция	0,50	0,65	0,76	1,15
Индия	0,37	3,4	0,10	0,15
Россия	1,40	2,1	0,66	–

По индексу цифровизации, в данной редакции топ-500, Россия уступает по коэффициенту цифровизации (табл. 8). Этот показатель больше корпоративный, чем государственный, поскольку из семи машин шесть – корпоративные, на которых решаются не государствен-

ные, а в большей степени, корпоративные задачи. Совокупная производительность супер-ЭВМ в России не прирастает за последние полтора года.

Список использованных источников и литературы

1. Петухов, К. Ю. Некоторая статистика списка Top500 наиболее производительных Супер-ЭВМ мира // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2022. – 304 с. – 12,9 МБ (PDF). – С. 158–166.
2. Top500 : [сайт]. – URL: <https://top500.org> (дата обращения: 22.05.2023).
3. Список 500 самых мощных компьютеров мира. 61-я редакция. – URL: <https://parallel.ru/computers/top500.list61.html> (дата обращения: 22.05.2023).

K. Y. Petukhov, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Computer Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Some statistics of the 61st edition of the TOP-500 list the most productive supercomputers in the world

The article provides statistical data on the most productive computers in the world, their areas of application, manufacturers, practical implementation and their location

Keywords: supercomputer; performance; digitalization index.

УДК 004.942
ГРНТИ 59.01.11

С. М. Молин, кандидат технических наук, доцент
Руководитель Физико-технического института
Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН, г. Ижевск

Информационно-измерительные системы в задачах создания цифровых двойников

В статье обсуждается роль и место информационно-измерительных систем в процессах создания цифровых двойников изделий в контексте традиционного и синтетического подходов. Делается вывод о том, что информационно-измерительная система (ИИС) для создания цифровых двойников должна быть переопределена и перенацелена с решения частной задачи получения измерительной информации на более общую задачу создания цифрового двойника. Приведены практические примеры созданных ИИС.

Ключевые слова: информационно-измерительная система; аналитический цифровой двойник; модельный цифровой двойник.

Директивными документами государства научно-технологическое развитие России и цифровизация экономики тесно увязаны друг с другом [1]. Для инженеров и научных работников наиболее интересной с профессиональной точки зрения является цифровая трансформация процессов разработки, производства и функционирования изделий. Цифровая трансформация указанных процессов включает в себя множество процедур, но для целей настоящей статьи рассмотрим задачу создания цифровых двойников (ЦД).

С 2016 г. в мире наблюдается взрывной рост интереса к теме цифровых двойников. В самом общем виде цифровой двойник – это некоторое виртуальное представление реального объекта [2]. В российской нормативной документации (по ГОСТ Р 57700.37–2021, п. 3.24): цифровой двойник изделия – «система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями» [3]. Таким образом, основой цифрового двойника изделия является его *цифровая модель*, связанная с самим изделием *информационными связями*, а это уже задача информационно-измерительной системы (ИИС).

В подавляющем большинстве актуальных определений ИИС присутствует довольно ограниченный (с точки зрения задачи создания цифрового двойника) круг решаемых задач: получение измерительной информации, ее обработка и первичное преобразование до требуемого вида (рис. 1).

Для комплексной задачи создания цифрового двойника этого явно недостаточно. «Идеальным конечным результатом» [4, с. 114] функционирования ИИС предлагается считать *полноценный валидный цифровой двойник*. Как и всякий «идеальный» результат, он не может быть достигнут, но можно стремиться максимально приблизиться к нему. Если исходить из терминологии концепции «Индустрия 4.0» (INDUSRY 4.0), то нужно перейти к полностью цифровому системному проектированию «по всей цепочке создания ценности» [5].



Рис. 1. Традиционное место ИИС в процессе создания цифрового двойника на основе использования данных – аналитический подход [6, 7]

При такой постановке вопроса функционал ИИС переопределяется, происходит трансформация содержания отдельных функций, не говоря уже о расширенных требованиях к аппаратным и программным компонентам системы (рис. 2).



Рис. 2. Предлагаемый функционал ИИС при создании цифрового двойника на основе использования данных – аналитический подход

Разумеется, этот подход потребует от системотехников, которым будет поручено решение задачи, более широкого взгляда на проблему, соответствующего набора компетенций, которые, к тому же, будут модифицированы и в содержательной части. Но одновременно такой вариант структурирования задачи позволяет более четко сформулировать требования к системе (в том числе – к персоналу), вычлнить ключевые проблемы и, самое главное, ближе подойти к получению «идеального конечного результата». Разумеется, по-видимому, придется смириться и с некоторыми ограничениями при реализации такого подхода.

IoT-платформы – особенно те, которые «уходят в облака», – не всегда применимы для изделий, информация о которых не должна попадать в публичное пространство. Отсюда можно сделать вывод о необходимости передачи ИИС и части IoT-платформенных функций. Немалую роль играет и экономическая составляющая системных решений в этом вопросе. Поэтому создание полнофункциональной надежной ИИС для реализации предлагаемого подхода в создании ЦД является не только важной, но и сложной задачей.

Опишем коротко основные функции ИИС в рамках предлагаемого функционала (список открытый): формирование сенсорных сетей (в том числе – интеллектуальных), обработка информации (в том числе – цифровая обработка сигналов), верификация полученных результатов, защита измерительной информации от несанкционированной модификации, монито-

ринг параметров физического объекта в процессе валидации цифровых моделей и развития ЦД, создание баз данных и управление ими (в том числе – актуализация), защита баз данных от несанкционированной модификации, увязка совокупности цифровых моделей в цифровой двойник, форматирование валидной и актуальной информации для передачи лицам, принимающим решения (ЛПР).

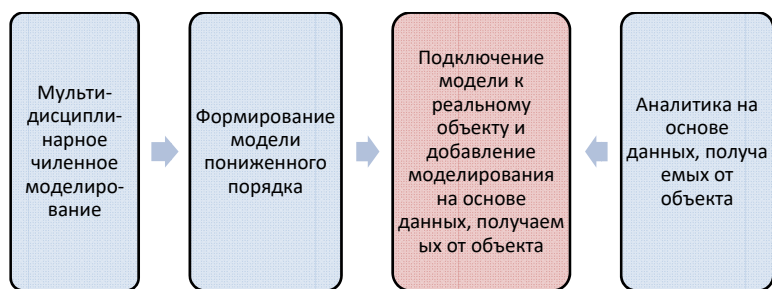
Цифровой двойник на основе результатов измерений и больших данных (аналитический подход) имеет ограниченные предсказательные возможности и повышенные требования к качеству данных. Есть и второй путь создания ЦД – на основе моделирования физических процессов [6, с. 72]. Этот вариант требует глубоких знаний в области физических процессов, больших вычислительных ресурсов и большого времени для расчета.

Важно:

1) наиболее надежное решение, очевидно, состоит в разумном сочетании обоих вариантов;

2) оба варианта нуждаются в ИИС, хотя и на разных стадиях процесса и с разным функционалом. Например, компания ANSYS® использует два отдельных понятия: цифровой двойник, основанный на данных (*Analytics based Digital Twin*), и цифровой двойник, основанный на численном моделировании физических процессов (*Simulation based Digital Twin*) [6, с. 75–76]. Существует также гибридный ЦД (*Hybrid Digital Twin*), отличающийся сочетанием характерных черт аналитического и моделирующего подходов в разной степени использования [6, с. 77].

Добавим, что ряд физических процессов вообще не подлежит моделированию. Речь идет, в первую очередь, о нелинейной области поведения материала: трещины, сверхбольшие деформации и пр. И государственные стандарты, регламентирующие процедуры численного моделирования, говорят об этом прямо. Так, в ГОСТ Р 57700.7, регламентирующем процедуры численного моделирования физических процессов при ударном взаимодействии, указывается на отсутствие возможности верифицировать цифровые модели при существенно нелинейных процессах, в частности при локальном разрушении материала в результате ударных воздействий критического уровня. Обратим особое внимание на то, что в рамках указанного стандарта процедура верификации модели вообще исключается и заменяется процедурой валидации [8]. Кроме того, практически не поддается моделированию мезоразмерный уровень поведения материала. В этих условиях возможна только валидация математической модели объекта с использованием надежной ИИС. Результатом совместной реализации аналитического подхода и подхода, основанного на численном моделировании физических процессов, является эволюция цифровой модели объекта (рис. 3).



Источник: [6, с. 74, рис. 1.28]

Рис. 3. Эволюция цифровой модели. Источник: [6, с. 74, рис. 1.28]

Здесь активное вовлечение ИИС в процесс формирования все более адекватного объекту ЦД начинается на стадии «Подключение модели к реальному объекту» (рис. 3). Таким образом, в [6, с. 74] делается вывод о том, что полноценный ЦД получается тогда, когда оптимальным образом гармонизированы моделирование физических процессов и аналитическая модель, полученная на основе данных, поступающих от реального физического объекта.

Для ИИС это означает, что она будет востребована в любом из вариантов, причем концептуальный подход, показанный на рис. 2, является одним из путей развития функционала ИИС в процессе решения задачи создания ЦД и кибер-физических систем в целом.

Практическая часть изложенных подходов иллюстрируется созданием системы измерений, находящейся по функционалу между сенсорными сетями и системами обработки измерительной информации (рис. 4). Системная задача – обеспечить максимально достоверное преобразование информации, поступающей от первичных измерительных преобразователей, в цифровой код. Этот сегмент имеет первостепенное значение для всего процесса создания цифрового двойника, поскольку именно здесь формируется тот массив информации, который будет в последующем курсировать по всей системе вплоть до упаковки в цифровой двойник и при последующей его [двойника] актуализации.

Специалисты понимают, что любое основательное занятие проблемой приводит к постепенному углублению в проблематику и выявлению большого количества нерешенных задач даже в вопросах, ставших уже (как иногда кажется) общим местом. Поскольку речь идет не просто об использовании известных всем АЦП, а о решении некоей системной задачи, пришлось приложить немало усилий, пока был достигнут приемлемый для заказчика работ результат. Созданная функционально объединенная совокупность аппаратуры и программного продукта, обозначенная как «Система измерений», относится к классу информационно-измерительных систем, поскольку обладает всеми признаками ИИС: получает измерительную информацию, преобразует ее, обрабатывает и представляет потребителю в требуемом формате. Такая реализация соответствует традиционному, принятому на сегодня, месту ИИС (рис. 1) или может быть элементом комплексной ИИС (рис. 2).

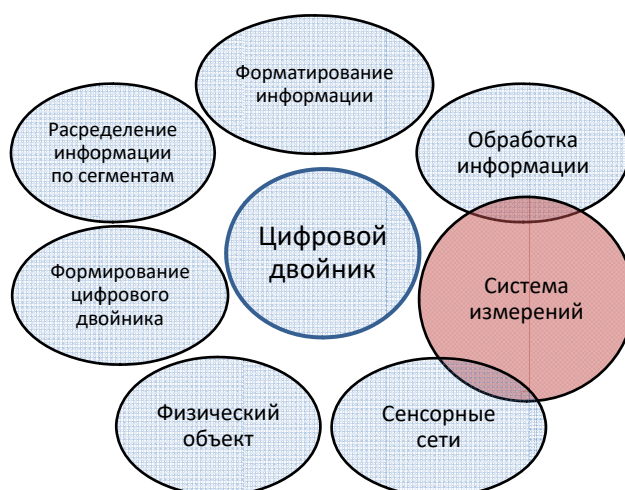


Рис. 4. Деятельностные и функциональные сегменты процесса создания цифрового двойника

На диаграмме рис. 4 цветом выделен тот сегмент, в котором получены практические результаты. Первоначально задача по обеспечению создания цифровых двойников не ставилась – только измерительное обеспечение ударных и вибрационных испытаний изделий – но, в силу особенностей поставленной задачи, «Система измерений» частично перекрывает функционалы «Обработка информации» и «Сенсорные сети», что и относит ее к классу ИИС. Особые требования состоят в том, что приборы должны обеспечивать проведение высококачественных измерений в условия воздействия на измерительную систему высокоинтенсивных ударных нагрузок, т.е. должна быть обеспечена ударная стойкость. Следует обратить внимание – именно «стойкость», а не «устойчивость» или «прочность», прибор должен обеспечивать качество измерений до начала испытательного воздействия, во время воздействия и после его окончания.

За период 2002–2014 гг. выполнен ряд опытно-конструкторских работ по созданию ударостойких автономных приборов для измерения ударных ускорений, динамических деформаций и линейной скорости. Это цифровые автономные регистраторы линейки

«СИГМА»: «СИГМА», «ПАРУС», «РИСК», «АИДА», система измерения линейной скорости «ИСКРА» (рис. 5). Приборы этой линейки успешно эксплуатируются и сейчас, хотя базовая концепция была разработана еще в 2002 г. Они имеют от 4 до 16 измерительных каналов с 16-разрядным аналого-цифровым преобразованием и принципом преобразования «сигма-дельта», построенных по схеме: «отдельный АЦП на каждый канал», частота преобразования – переключаемая, до 120 кГц [9–11]. Массогабаритные характеристики: масса около 250 г/канал, объем – около 0,2 дм³/канал. Ударная стойкость, подтвержденная в опыте, до 7500g×мс.



Рис. 5. Автономные ударостойкие приборы линейки «СИГМА»

Критерием успешности разработок, выполненных специалистами ФТИ УдмФИЦ УрО РАН, являются следующие практические результаты:

- более 25 приборов находятся в эксплуатации в Федеральном ядерном центре в Сарове и уже в течение 20 лет используются для обеспечения высокоинтенсивных ударных испытаний изделий;
- все приборы прошли полную метрологическую поверку, сертифицированы Госстандартом России как средства измерений;
- методики выполнения измерений с помощью этих приборов внесены в специальный раздел Федерального реестра методик измерений в области использования атомной энергии и являются основой официальных заключений о годности/негодности изделий;
- работа по совершенствованию приборов продолжается и сейчас: в течение 2018–2022 гг. выполнена разработка пилотных приборов нового поколения, по которым в 2022 г. завершена процедура внесения в Госреестр средств измерений и аттестация методик выполнения измерений (рис. 6).



Рис. 6. Автономные ударостойкие приборы линейки «КРАБ»: «КРАБ-У» и «КРАБ-Д»

При создании нового поколения аппаратуры была решена задача снижения массы и габаритов приборов и повышения точности измерений. Приборы имеют по 16 измерительных каналов с 24-разрядным аналого-цифровым преобразованием и принципом преобразования «сигма-дельта», построенных по схеме: «отдельный АЦП на каждый канал», частота преобразования – до 128 кГц. Массогабаритные характеристики: масса около 90 г/канал, объем – около 0,08 дм³/канал. Ударная стойкость: расчетная – до 10000g×мс, проверенная – до 7500g×мс.

Почему высокие метрологические параметры вкупе с ударной стойкостью являются важной предпосылкой применимости приборов в процессах создания цифровых двойников? Дело в том, что важнейшей составной частью цифрового двойника сложных физико-меха-

нических систем является гармонизированный набор динамических характеристик – реакции системы на внешние динамические воздействия разной интенсивности, в том числе воздействий, которые приводят к нелинейной реакции изделия. Если учесть, как было указано выше [8], что нелинейные процессы практически невозможно достоверно смоделировать, то валидация таких процессов возможна только аналитическим путем на основе анализа массива больших данных (впрочем, даже модели линейных процессов нуждаются в валидации для гарантии построения достоверного цифрового двойника). А получение достоверных результатов измерения динамических параметров возможно при установке измерительной аппаратуры непосредственно на исследуемом изделии. Основных причин две. Первая причина связана с тем, что подавляющее большинство высокоинтенсивных воздействий реализуется по принципу «разгон – торможение», т. е. в процессе измерений изделие движется с довольно большой скоростью – в нашем случае порядка 100 м/с, но бывает и выше. Вторая причина кроется в особенностях функционирования первичных преобразователей параметров движения – пьезоэлектрических акселерометров: соединительные кабели этих датчиков в силу некоторых физических процессов имеют так называемый трибоэлектрический шум, который после регистрации невозможно отличить от полезного сигнала. Поэтому такие кабели в процессе измерения не должны двигаться, что для движущегося изделия невозможно по определению.

Именно поэтому для валидации динамических параметров изделий следует использовать только автономную ударостойкую измерительную аппаратуру высокого качества, практически – исследовательского класса.

Выводы

1. Текущая стадия создания и использования цифровых двойников изделий требует повышенного внимания к созданию высококачественных, функционально полноценных информационно-измерительных систем.

2. Расширение функционала ИИС и повышение качества измерительной информации на ее выходе являются залогом качества создаваемого ЦД любой этимологии – как аналитического, так и модельного.

3. Перенацеливание ИИС с задачи получения измерительной информации на задачу создания цифрового двойника потребует пересмотра алгоритмов функционирования ИИС и разработки совокупности программных и аппаратных решений нового уровня.

Список использованных источников и литературы

1. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации : указ // Президент России [утв. Указом Президента Российской Федерации от 01 декабря 2016 г. № 642. – С. 9. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 18.09.2023).

2. Цифровые двойники: вопросы терминологии / А. И. Боровков [и др.] // Технет. – Санкт-Петербург : Политех-Пресс, 2021. – 28 с. – URL: <https://technet-nti.ru/news/8014> (дата обращения: 18.09.2023).

3. ГОСТ Р 57700.37–2021 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. – URL: <https://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=6&page=0&month=10&year=2021&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=230908&pageK=DF4BB07C-A629-45D8-ADE3-55F7DF7F822> (дата обращения: 02.02.2023).

4. *Альтиуллер, Г. С.* Алгоритм изобретения. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Москва : Московский рабочий, 1973. – 296 с.

5. *Сясько, В. А.* NDE 4.0. Итог десятилетия/ Территория NDT. – 2022. – № 4. – С. 30–42. – С. 31.

6. *Прохоров, А.* Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт / А. Прохоров, М. Лысачев. – Изд. первое, испр. и доп. – Москва : АльянсПринт, 2020. – 401 стр., ил.

7. *Шагалиев, Р. М.* Развитие отечественных суперкомпьютерных технологий во ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» // Атом. – 2014. – № 4 (64). – С. 12.

8. ГОСТ Р 57700.7–2018. Численное моделирование физических процессов. Процессы ударного взаимодействия. Термины и определения. – Москва : Стандартиформ, 2018. – 12 с.

9. Комплекс аппаратуры «СИГМА-ПАРУС» для регистрации ударных сигналов / С. М. Молин [и др.] // Авиакосмическое приборостроение. – 2007. – № 9. – С. 54–58.
10. Автономная система «АИДА» для регистрации динамических деформаций при ударных воздействиях / С. М. Молин [и др.] // Датчики и системы. – 2013. – № 8. – С. 46–50.
11. Система для регистрации скоростей движения объектов при динамических испытаниях «ИСКРА» / С. М. Молин [и др.] // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. – 2012. – № 1. – С. 52–54.

S. M. Molin, PhD in Engineering, Associate Professor
Head of the Physics and Technical Institute,
Udmurt Federal Research Center UB RAS, Izhevsk

Information measuring systems in the tasks of creating digital twins

The article discusses the role and place of information measuring systems in the processes of creating digital twins of products in the context of traditional and synthetic approaches. It is concluded that the information-measuring system (IMS) for the creation of digital twins should be redefined and redirected from solving a particular problem of obtaining measurement information to the more general task of creating a digital twin. Practical examples of created IMS are given.

Keywords: information measuring system; analytics based digital twin; simulation based digital twin.

А. Ю. Вдовин, кандидат технических наук, доцент
Е. А. Подшивалова, студент
Кафедра «Вычислительная техника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка приложения для упрощенного моделирования дробового снопа на заданной дальности

Статья посвящена разработке приложения для создания трехмерной модели дробового снопа в любой точке его траектории на основании совокупности нескольких известных параметров, измеренных на заданной дальности от дульного среза. В качестве таких параметров выступают длительность пересечения светового экрана, количество дробинок, скорость и координаты точек попадания дробинок в мишень. При создании трехмерной модели используется ряд упрощений.

Ключевые слова: дробовой сноп; внешняя баллистика; световой экран; моделирование; скорость.

В последние десятилетия во многих странах в связи с загрязнением окружающей среды боеприпасами, содержащими свинец (в первую очередь, охотничьи), осуществляется разработка новых боеприпасов на бессвинцовой основе. Кроме того, появляются новые образцы метаемого снаряжения – омедненная и никелированная дробь. В связи с этим большую актуальность приобретают вопросы изучения эффективности поражения целей новыми типами метаемого снаряжения. Полноценное исследование подобных проблем невозможно без создания математической модели дробового снопа.

Существует программа [1], которая позволяет, в частности смоделировать дробовую осыпь на плоскости на заданном расстоянии от дульного среза. Комптоном [2] разработана модель, которая позволяет получать разнообразные параметры дробового снопа на разных дальностях или в заданный момент времени, но предложенные им формулы не вполне удобны для практического применения.

Целью нашей работы является реализация приложения, позволяющего по некоторым экспериментально полученным данным о параметрах дробового снопа на некоторой заданной дальности от дульного среза создавать трехмерную математическую модель дробового снопа в пространстве для любой расчетной дальности. В программе должна быть представлена математическая модель дробового снопа в пространстве с использованием проекций на плоскости ZOY и XOY (где ось OZ совпадает с направлением стрельбы).

Оценим минимально необходимый набор таких параметров для создания упрощенной трехмерной математической модели дробового снопа в пространстве. Если мы по экспериментальным данным (например, координатам попадания в мишень, установленную на заданной дальности) оценим параметры нормального распределения для абсцисс и ординат попадания дробинок, то, упрощенно считая траектории дробинок прямолинейными, сможем получить абсциссы и ординаты каждой дробины на любой дальности (как большей, так и меньшей заданной).

Сложнее обстоит дело с расчетом аппликат дробинок. Известно [2], что по времени дробь в направлении стрельбы распределена согласно закону распределения Рэлея [3], а значит, интегральная функция распределения определяется выражением:

$$F(x) = 1 - e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где x – текущее время, отсчитываемое от момента достижения первым элементом снопа (дробинкой) заданной дальности; σ – коэффициент масштаба Рэлея.

При этом если принять дополнительное упрощение, что все дробинки на рассматриваемом небольшом участке траектории движутся с одинаковой постоянной скоростью, то можно считать, что и аппликаты дробин в рассматриваемый момент времени соответствуют распределению Рэлея (при умножении случайной величины на константу сами значения изменяются, а вероятности остаются прежними). Непосредственно для вычисления аппликаты дробин можно применить, например, метод обратного преобразования Смирнова (способ генерации случайных величин с заданной функцией распределения путем модификации работы генератора равномерно распределенных чисел).

По методу обратного преобразования Смирнова следует найти обратную функцию [4], в итоге получаем

$$F^{-1} = \sigma \sqrt{-2 \ln(1-x)}. \quad (2)$$

Таким образом, чтобы сгенерировать выборку, достаточно получить коэффициент масштаба распределения Рэлея по длине $\sigma_{\text{дл}}$. Для этого можно было бы выполнить оценку длины дробового снопа на некоторой дальности, например, с помощью высокоскоростной видеосъемки, но это достаточно трудоемкий и дорогостоящий метод. С другой стороны, существует возможность оценки длительности пересечения элементами дробового снопа некоей контрольной отметки на заданной дальности, например, с помощью светового экрана [5, 6]. Кроме того, известно [7], что длительность пересечения дробовым снопом светового экрана прямо пропорциональна коэффициенту масштаба распределения Рэлея по времени $\sigma_{\text{вр}}$:

$$M_w = \sigma_{\text{вр}} I, \quad (3)$$

где M_w – математическое ожидание длительности пересечения дробовым снопом светового экрана; I – численное значение, зависящее от количества дробин n . При этом известно [7], что существует достаточно точная аппроксимация I функцией A :

$$A = 0,372 + 0,928 \arctan(0,111n) + \log_{31,6} n. \quad (4)$$

Таким образом, с помощью светового экрана, установленного непосредственно перед мишенью, можно получить значение длительности его пересечения, затем определить $\sigma_{\text{вр}}$; зная скорость дробового снопа на заданной дальности (которую можно приближенно оценить, например, при помощи установки дополнительного светового экрана поблизости от первого), можно получить и $\sigma_{\text{дл}}$ по формуле

$$\sigma_{\text{вр}} V = \sigma_{\text{дл}}. \quad (5)$$

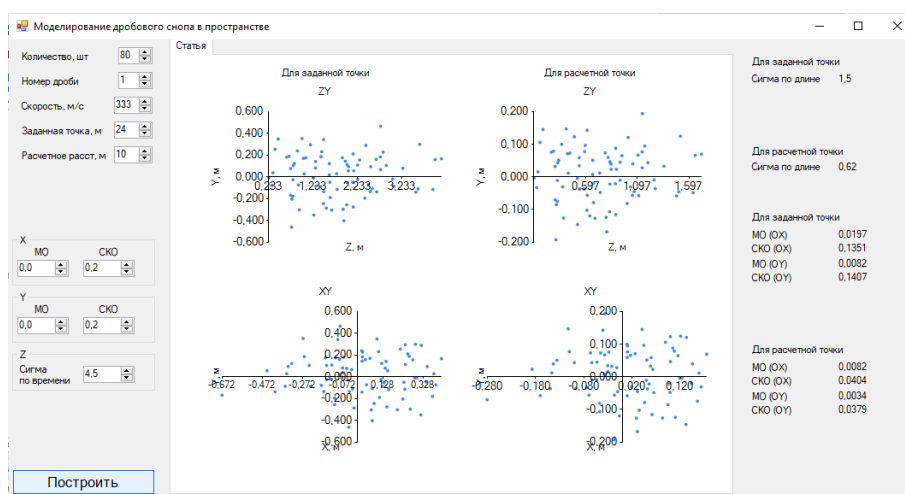
Считая, что зависимость длины дробового снопа от дальности близка к линейной [2] и считая $\sigma_{\text{дл}}$ в области дульного среза близким к нулю, мы сможем получить $\sigma_{\text{дл}}$ на любой дальности, и, соответственно, аппликаты дробин.

Получаем окончательно следующий список необходимых параметров:

- количество дробин n ;
- скорость V дробового снопа на заданной дальности L (и само значение L),
- параметры нормального распределения (МО и СКО – среднее квадратическое отклонение).

Перед запуском приложения необходимо рассчитать значение A по (4), затем $\sigma_{\text{вр}}$ по (3), где в качестве M_w можно использовать измеренное значение длительности пересечения светового экрана (здесь необходимо отметить, что погрешность такого расчета может быть достаточно существенна, и длительность пересечения светового экрана целесообразно оце-

нивать по результатам нескольких выстрелов с последующим нахождением их среднего арифметического [7]). Работа с созданным приложением сводится к вводу исходных данных (в левой части формы) и нажатию кнопки «Построить», после чего производится расчет $\sigma_{дл}$ по (5), а затем создается трехмерная модель дробового снопа (генерируются координаты дробинок на заданной дальности), представленная проекциями на плоскости ZOY и XOY (в центральной части формы). Затем исходя из линейной зависимости между дальностью и $\sigma_{дл}$, вычисляется $\sigma_{дл.расч}$ для рассчитываемой дальности. Ранее сгенерированные значения абсцисс и ординат всех дробинок пересчитываются (траектории дробинок считаются прямолинейными с одинаковой начальной точкой с координатами (0;0;0)). Аппликаты пересчитываются в соответствии с полученным $\sigma_{дл.расч}$. Кроме того, в правой части формы выводятся некоторые параметры полученной модели дробового снопа (рисунок).



Окно программы

Отображаемые на рисунке аппликаты приведены относительно рассматриваемой дальности (т. е. если на рисунке аппликата некоторой дробины равна 1 м, а рассматриваемая дальность $L = 24$ м, то реальная координата $z_i = 24 + 1 = 25$ м).

Таким образом, созданная программа позволяет получить проекции дробового снопа в соответствии с заданными параметрами на заданном начальном и расчетном расстояниях от дульного среза на плоскости ZOY и XOY . Необходимо отметить, что при разработке приложения использовалось достаточно большое количество упрощений. Поэтому в дальнейшем целесообразна доработка созданного приложения.

Список использованных источников и литературы

1. Денисов, С. В. Исследование модели полета дробового снопа в пространстве / С. В. Денисов, Е. М. Марков // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Регион. науч.-техн. очно-заоч. конф., Ижевск, 21 мая 2016 г. / науч. ред. В. А. Куликов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2016. – С. 131–134.
2. Compton, D. J. An experimental and theoretical investigation of shot cloud ballistics : Doctoral thesis. – London : University of London, 1996.
3. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей. – Москва : Наука, 1969. – 576 с.
4. Антонов, А. В. Упрощенная имитационная модель сигнала оптического датчика при пересечении дробовым снопом светового экрана / А. В. Антонов, А. Ю. Вдовин // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Регион. науч.-техн. конф., Ижевск, 31 мая 2018 г. / отв. ред. К. Ю. Петухов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2018. – С. 305–309.

5. Вдовин, А. Ю. Исследование дробового снопа с помощью световых экранов / А. Ю. Вдовин, Е. М. Марков // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – 2009. – Т. 3, № 3. – С. 60–61.

6. Afanasiev, V. A. Weight functions of light shield and the signal at the input of optical sensor at the intersection of the bullets of light shield / V. A. Afanasiev, A. Yu. Vdovin, I. G. Kornilov // Journal of Measurements in Engineering. – 2019. – Vol. 7, no. 2. – Pp. 74–83. – DOI: 10.21595/jme.2019.20441

7. Вдовин, А. Ю. Исследование плотности распределения размаха дробового снопа по времени для построения имитационной модели сигнала оптического датчика // Компьютерная оптика. – 2021. – Т. 45, № 5. – С. 779–783. – DOI: 10.18287/2412-6179-CO-851

A. Yu. Vdovin, PhD in Engineering, Associate Professor

E. A. Podshivalova, Student

Department of Computer Engineering

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of an application for simplified modeling shot cloud at a given range

The article is devoted to the development of an application for creating a three-dimensional model of a shot cloud at any point of its trajectory based on the combination of several known parameters measured at a given distance from the muzzle. Such parameters are the duration of the intersection of the light screen, the number of pellets, the speed and coordinates of the points where the pellets hit the target. When creating a three-dimensional model, a number of simplifications are used.

Keywords: shot cloud; external ballistics; light screen; modeling; velocity.

М. А. Исупов, магистрант
Кафедра «Вычислительная техника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова
С. Ф. Егоров, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник
Е. Ю. Шелковников, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией
Институт механики УдмФИЦ УрО РАН, г. Ижевск

Оптическая система измерения параметров сверхзвуковых объектов

По функциональной схеме оптической системы измерений сверхзвуковых перемещений выбрана элементная база из ПЗС-линейки с блоком управления и микроконтроллером для обработки получаемой информации. Дана оценка инструментальной точности системы в зависимости от выбранных компонент, предложена структурная схема системы.

Ключевые слова: оптическая система; фоточувствительная линейка; блок управления; измерительная система; сверхзвуковое быстродействие.

Для измерения параметров сверхзвуковых объектов (400–1000 м/с) традиционно использовались быстродействующие аналоговые акустические или оптические информационно-измерительные системы [1–4]. Но они отличаются громоздкостью и уникальностью конструкции, высокой энергоемкостью и трудоемкостью настройки хотя и приемлемой точностью. Разрабатываемая оптическая система измерений (ОСИ) основана на цифровых унифицированных технологиях и должна, сохранив высокую точность измерения, расширить функциональные возможности за счет компактности и мобильности без разрушения мишени. Опыт использования потребительских видеокамер для измерения перемещения объектов показал [5–6], что доступного быстродействия, а это пока не более 240 Гц при *Full HD*-разрешении, не хватает для контроля сверхзвуковой внешней баллистики. Поэтому выбрана конструкция на базе ПЗС-линейки с проекцией «тени» объекта на ее рабочую зону от световой лазерной плоскости [7].

Таким образом, разработка и исследование схем ОСИ для координатного контроля сверхзвуковых процессов на базе цифровой фоточувствительной линейки с универсальным блоком управления (БУ) и интерфейсом является актуальной задачей и может найти применение в широких областях деятельности.

Объект измерения (рис. 1) пересекает параллельные лазерные лучи после оптической системы (например, линзы Френеля) от лазерного расходящегося плоскостного излучателя. «Тень» от объекта другой оптической системой фокусируется на ПЗС-линейку, где и определяются ее координаты для дальнейшего анализа. Для измерения двух пространственных координат вторая ПЗС-сканирующая система под углом 90 градусов устанавливается на небольшом удалении от первой, что позволяет измерять и скорость объекта по разности времен пересечения двух лазерных плоскостей.

Основные замеры параметров цилиндрического объекта длиной около 2,5 см осуществляются на дальности не более 100 м, где его скорость может составлять 800–850 м/с, что и является нижней границей быстродействия ОСИ (верхняя 1000 м/с и более).

Оценка инструментальной точности ОСИ – пространственной Δl и временной ΔT – предполагает «идеальность» оптической части системы (лазер + линзы) и опирается исключительно на технические возможности ПЗС-линеек и размеры зоны регистрации и объекта.

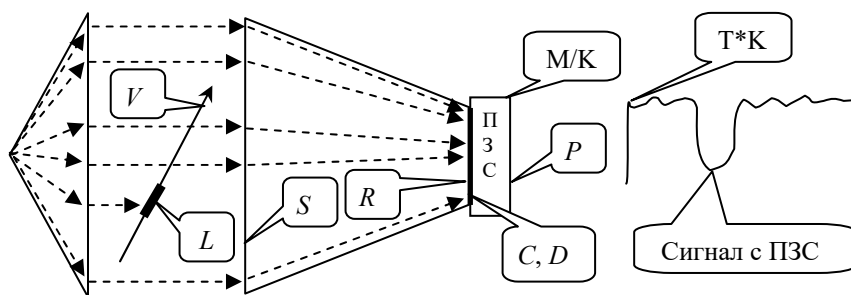


Рис. 1. Функциональная схема и характеристики ОСИ

Технические характеристики ОСИ (рис. 1):

L - длина объекта контроля (типично 20–32 мм);

V - скорость объекта контроля в зоне регистрации (800–1000 м/с);

S - ширина рабочей зоны регистрации (типично 130–00 мм);

K - коэффициент перекрытия фиксации объекта в соседних циклах ПЗС-сканирования (1–4), чем больше, тем выше надежность фиксации объекта, но и выше требование к быстродействию ПЗС;

M - быстродействие ПЗС-линейки в строках в секунду (не менее 44 К);

R - рабочий размер ПЗС-линейки (типично 5–25 мм);

P - разрешение ПЗС-линейки (типично 128–2048 pix);

D - плотность пикселей ПЗС-линейки (dpi);

C - размер пикселя ПЗС-линейки (мкм).

Все характеристики ОСИ связываются формулами:

$$M = K \frac{V}{L}; C = \frac{R}{P} \quad R = \frac{P}{D} 2,54; \Delta l = \pm \frac{1}{2} \frac{S}{P} = \pm \frac{1}{2} \frac{SX}{R}; \Delta T = \frac{1}{K} \frac{L}{V} = \frac{1}{M}.$$

Например, при $S = 25$ см и $P = 512$ pix $\Delta l = \pm 0,24$ мм, что является допустимой погрешностью, а при $S = 50$ см и $P = 128$ pix $\Delta l = \pm 1,95$ мм, что уже недостаточно для измерительной системы. При $L = 2,5$ см и $V = 900$ м/с с $K = 2$ получаем $\Delta T = 0,00001389$ с или $M = 72000$ строк/с – основное требование к быстродействию ПЗС-линейки, т. е. для ОСИ необходимы ПЗС не хуже $P = 512 \times 40$ МГц, что еще относится к относительно общедоступному сегменту, например фирмы Hamamatsu S11105 (табл. 1). Но по экономическим соображениям можно остановиться и на конфигурации 128×8 МГц (TSL1401CL, рис. 2) при $S = 13$ см и $P = 128$ pix получаем $\Delta l = \pm 0,5$ мм и $M \approx 62\,000$ строк/с (с $K = 1,7$), что вполне достаточно для экспериментов со сверхзвуковыми объектами и не исключает дальнейшее масштабирование системы.

Таблица 1. Доступные ПЗС-линейки

Наименование	Разрешение, P , pixel	Плотность ячеек, dpi	Тактовая частота, МГц	Быстродействие M , Кстр/сек	Цена, руб.
TSL1401	128	400	2	15,6	1100
TSL1401CL	128	400	8	62,5	1800
TCD1703	7500	600	20	2,7	1200
TCD1209	2048	200	20	9,8	1600
S11105	512	2000	50	88,5	9000

Из-за высокой тактовой частоты работы ПЗС необходимы блоки управления на базе микроконтроллера (МК, рис. 2) с частотой, на порядок превышающей частоту работы ПЗС и со стандартными интерфейсами и наборами ЦАП/АЦП (табл. 2). Микроконтроллер должен управлять двумя ПЗС-линейками (согласно временным диаграммам, рис. 2, 3), получать от них информацию и фиксировать полезный выходной сигнал строки. Сигналы: CLC – такто-

вая частота (до 8 МГц), *SI* – инициализация сканирования, *AO* – выходные аналоговые данные. Микроконтроллер в цикле запускает считывание информации с двух ПЗС (координаты *X* и *Y*) и фиксирует текущее время анализа строки, выделяет начало-конец полезного сигнала (рис. 1) и выдает их на головной компьютер по стандартному интерфейсу, где информация анализируется и вычисляется еще и скорость *V*.

Таблица 2. Микроконтроллер управления ПЗС

Наименование	Цена, руб.	Тактовая частота, МГц	Напряжение питания, В	Производитель	Объем ROM	Объем RAM	Количество АЦП/ЦАП, шт.
GD32F330K8U6	160	84	1,7...3,6	Giga Device	64k	8k	10×12b
GD32F303CCT6	450	120	2...3,6	Giga Device	256k	48k	10×12b /
GD32F450VET6	1670	200	2...3,6	Giga Device	512k	256k	16×12b/ 2×12b
STM32F401RET6	1560	84	1,7...3,6	ST Micro electronics	512k	96k	16×12b
STM32F205RBT6	1700	120	1,8...3,6	ST Micro electronics	128k	68k	16×12b/ 2×12b
LPC4078FBD144,551	1840	120	2,4...3,6	NXP	512k	98k	8×12b/ 1×10b

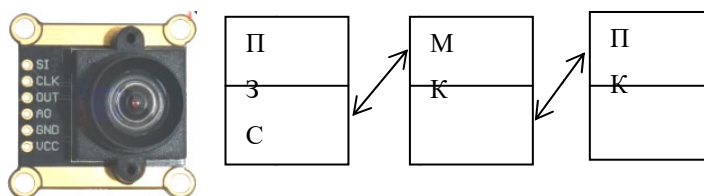


Рис. 2. ПЗС-блок TSL1401CL и структура ОСИ

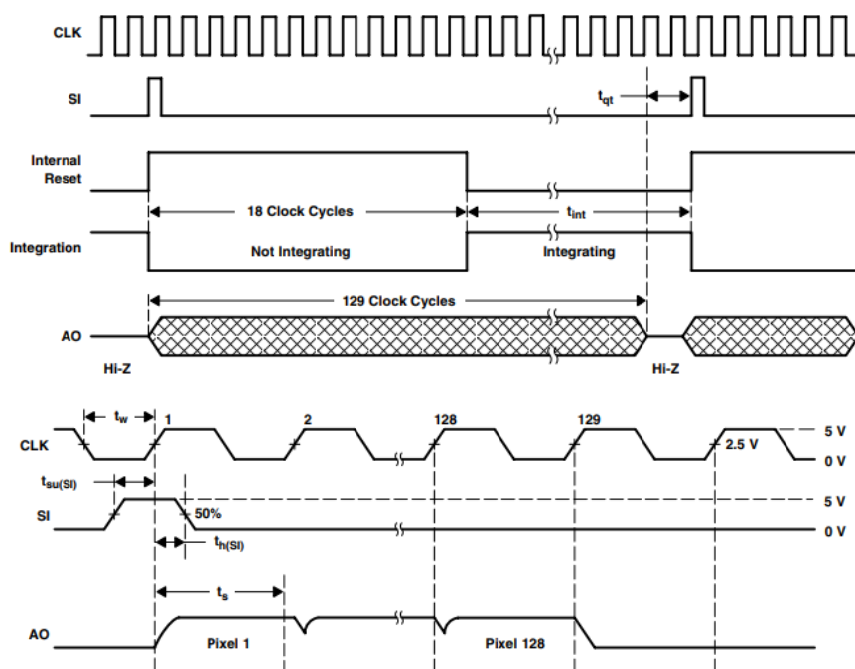


Рис. 3. Временные диаграммы управления ПЗС-линейки TSL1401CL

Таким образом, для реализации высокоскоростной оптической системы измерения сверхзвукового перемещения объекта (400–1000 м/с) выбраны следующие комплектующие: ПЗС сборка TSL1401CL и управляющий МК семейства STM, которые обеспечивают требуе-

мые $\Delta l = \pm 0,5$ мм и $M \approx 62$ Кстрок/с ($cK = 1,7$) при приемлемых $S = 13$ см и $P = 128$ pix (с возможностью масштабирования).

В дальнейшем на макете ОСИ планируется оценить реальную погрешность измерения координат (существенную долю в которую вносит оптическая часть системы) и ее компенсацию за счет регрессионной математической модели в результате тарировки.

Список использованных источников и литературы

1. *Афанасьев, В. А.* Модели акустических мишеней для сверхзвуковых и дозвуковых скоростей движения пуль / В. А. Афанасьев, И. В. Коробейникова // Системная инженерия. - № 1. - Ижевск, 2015. - С. 53–64.

2. Эволюция электронных акустических мишеней: информационно-измерительные системы для стрелкового оружия / С. Ф. Егоров [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – № 4 (31). – С. 104–110.

3. Эволюция электронных акустических мишеней: исследование сверхзвуковых математических моделей / С. Ф. Егоров [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2017. – Т. 15, № 4. – С. 86–93.

4. *Вдовин, А. Ю.* Оптимизация положения световых экранов в системах определения скорости и баллистического коэффициента с использованием лазерного излучателя / А. Ю. Вдовин, Е. М. Марков // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. - 2014. – № 3. – С. 129–132.

5. *Марков, Е. М.* Разработка мобильной телевизионной системы для измерения параметров дробового выстрела на основе камеры видеонаблюдения / Е. М. Марков, А. Ю. Вдовин // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. - 2014. – № 4. – С. 121–123.

6. Исследование возможности создания на основе современного смартфона измерительной системы для оценки параметров перемещения объекта / Ю. А. Порсев [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2021. - Т. 19, № 3. – С. 88–94.

7. *Егоров, С. Ф.* Исследование лазерных экранов электронных оптических мишеней / С. Ф. Егоров [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2017. - Т. 15, № 4. – С. 21–28.

M. A. Isupov, Master Student

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

S. F. Egorov, PhD in Engineering, Associate Professor, Senior Researcher

E. Yu. Shelkovnikov, Doctor of Engineering, Professor, Chief

Institute of Mechanics Udmurt Federal Research Center UB RAS, Izhevsk

Optical system measurements of parameters of supersonic objects

According to the functional scheme of the optical system for measuring supersonic movements, an element base from the CCD line with a control unit and a microcontroller for processing the received information is selected. An assessment of the instrumental accuracy of the system depending on the selected components is given and a structural scheme of the system is proposed.

Keywords: optical system; photosensitive ruler; control unit; measuring system; supersonic speed.

А. К. Вольхин, магистрант
В. В. Хворенков, доктор технических наук, профессор
Кафедра «Радиотехника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Улучшение приемного устройства с помощью полосового фильтра

В статье рассматривается улучшение приемного устройства с помощью проектирования микрополоскового шпилечного СВЧ-фильтра. Особенность данного фильтра в том, что с его помощью можно достичь лучшей избирательности по сравнению с другими топологиями фильтра. Результатом работы являются топология, характеристики амплитудно-частотной характеристики и коэффициента стоячей волны фильтра, а также спектрограмма приемного устройства с ослаблением радиосигнала вне рабочих диапазонов.

Ключевые слова: СВЧ-фильтр; микрополосковый; моделирование; Microwave Office; полосовой; АЧХ; КСВ; спектрограмма.

Микрополосковая линия (рис. 1) представляет собой тип линии электропередачи, которую можно изготовить с использованием технологии, в которой проводник отделен от заземляющего слоя диэлектрическим слоем, известным как «подложка». Микрополосковые линии используются для передачи сигналов сверхвысокой частоты (СВЧ) [1].

Микрополосковая линия состоит из проводника шириной W , диэлектрической подложки толщиной H , и диэлектрической проницаемостью ϵ_r (рис. 1). Наличие диэлектрика концентрирует силовые линии в области между проводником и заземляющей плоскостью, причем некоторая их часть существует частично в воздушной области над диэлектрической подложкой, что приводит к квази-ТЕМ модам распространения [2].

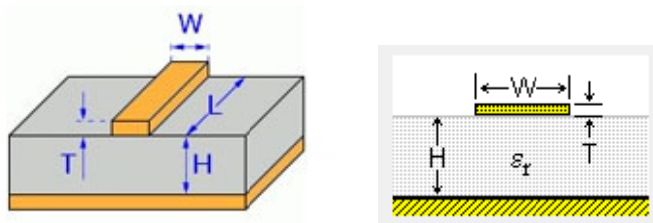


Рис. 1. Микрополосковая линия передачи

Принцип работы фильтра основан на резонансной системе, где резонаторами являются микрополосковые линии фильтра. Основной характеристикой фильтров является амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и коэффициент стоячей волны (КСВ). Амплитудно-частотная характеристика представляет зависимость коэффициента передачи от частоты.

В логарифмической форме коэффициент передачи находится следующим образом:

$$K_U = 20 \log \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}},$$

где $U_{\text{ВЫХ}}$ – напряжение на выходе цепи; $U_{\text{ВХ}}$ – напряжение на входе цепи.

В свою очередь КСВ определяется качеством согласования нагрузки с линией передачи. В идеальном случае вся мощность сигнала на входе передается на выход, однако на практике часть энергии отражается от нагрузки в виде отраженной волны [3]. Таким образом,

в результате сложений падающей и отраженной волн возникает стоячая волна со своим максимумом и минимумом напряжения, определяющаяся по формуле

$$КСВ = \frac{U_{\text{пад}} + U_{\text{отр}}}{U_{\text{пад}} - U_{\text{отр}}},$$

где $U_{\text{пад}}$ – амплитуда падающей волны; $U_{\text{отр}}$ – амплитуда отраженной волны.

По взаимному расположению микрополосковых линий различаются следующие типы фильтров: фильтры нижних частот (ФНЧ); фильтры верхних частот (ФВЧ); полосно-заграждающие фильтры (ПЗФ); полосно-пропускающие фильтры (ППФ).

До улучшения в приемном устройстве использовался фильтр ФНЧ с наименованием LFTC-2000+ фирмы *Mini-Circuits*, пропускающий некоторый диапазон частот до определенной частоты. Приемное устройство, в которое входит фильтр, является модулем активной фазированной антенной решетки (АФАР). Приемное устройство имело требования технического задания по нижним частотам, поэтому было принято решения разработать ППФ. Он предназначен для выделения определенной частоты и отсекаания остальных составляющих ниже и выше этой полосы.

При моделировании фильтра будем опираться на один из пунктов технического задания, который задает требование по ослаблению радиосигнала вне рабочего диапазона частот (от 2200 до 2230 МГц) и должно быть не менее:

1. 30 дБ для диапазона частот от 20 до 2049 МГц;
2. 20 дБ для диапазона частот от 2050 до 2100 МГц;
3. 20 дБ для диапазона частот от 2330 до 2380 МГц;
4. 30 дБ для диапазона частот от 2381 до 2431 МГц и от 2481 до 12000 МГц;
5. 50 дБ для диапазона частот от 2432 до 2480 МГц.

Параметры и график с АЧХ и с КСВ ФНЧ LFTC-2000+, используемого до улучшения приемного устройства, представлены в табл. 1 и на рис. 2.

В данной работе будет рассмотрена модель ППФ-фильтра, смоделированная при помощи системы автоматизированного проектирования (САПР) *AWR Microwave Office* [4–5]. Данная программа может синтезировать фильтры значениям, которые задает сам пользователь. Один из таких фильтров будет использован в данной работе.

Построение фильтра проводилось с помощью автоматизированного проектирования. В окне «Wizards» выбрали синтез фильтра «iFilter Filter Synthesis». Далее в открытом окне (рис. 3) выбрали в полосе пропускания «Bandpass», а способ реализации выбрали микрополосковый «Microstrip». В окошке «Main Filter Type» выбрали шпилечный тип фильтра «Hairpin Bandpass Filter».

Далее в появившемся окне (рис. 4) были заданы следующие данные:

- порядок (или Degree – влияет на скорость затухания сигнала после частоты среза, чем выше, тем резче будет спад): 5;
- центральная частота (F_0 [MHz]): 2215 МГц;
- полоса пропускания (BW[MHz] – обычно принимается как 5 % от центральной частоты): 110 МГц.

Таблица 1. Параметры ФНЧ LFTC-2000+

Материал подложки	Стеклотекстолит
Толщина подложки	0,508 мм
Полоса пропускания фильтра	DC-2000 МГц
Потери в полосе пропускания	Менее 1 дБ
Ослабление на частоте заграждения $f_s = 3450$ МГц	20 дБ
Неравномерность АЧХ в полосе пропускания	Не более 0,5 дБ
Габаритные размеры фильтра	3,81×3,81 мм

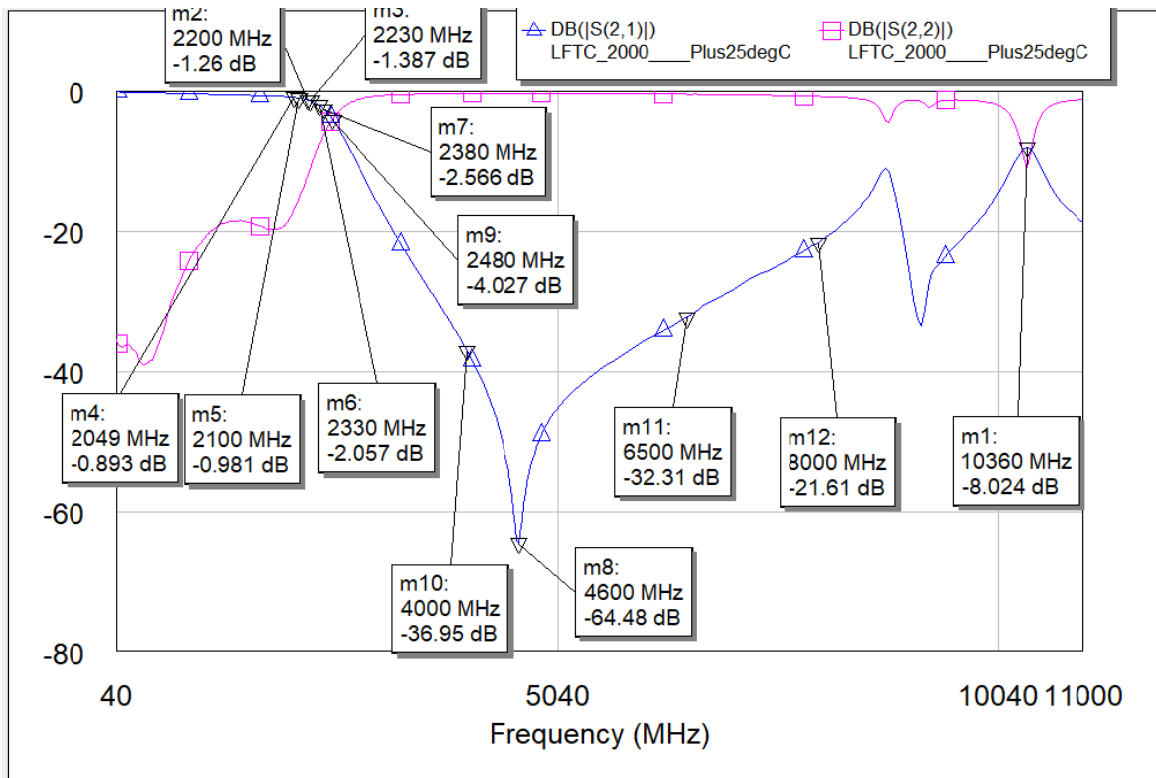


Рис. 2. График АЧХ и КСВ ФНЧ LFTC-2000+

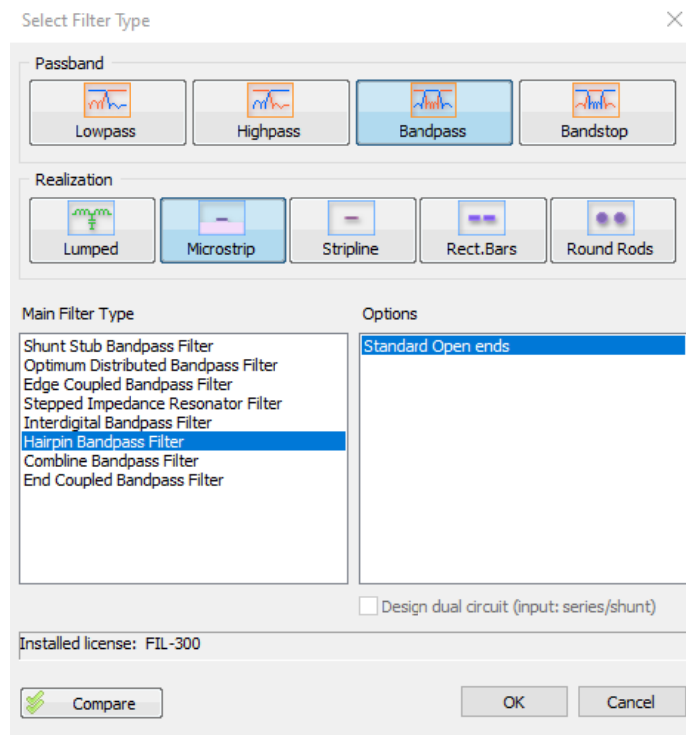


Рис. 3. Окно синтеза фильтра

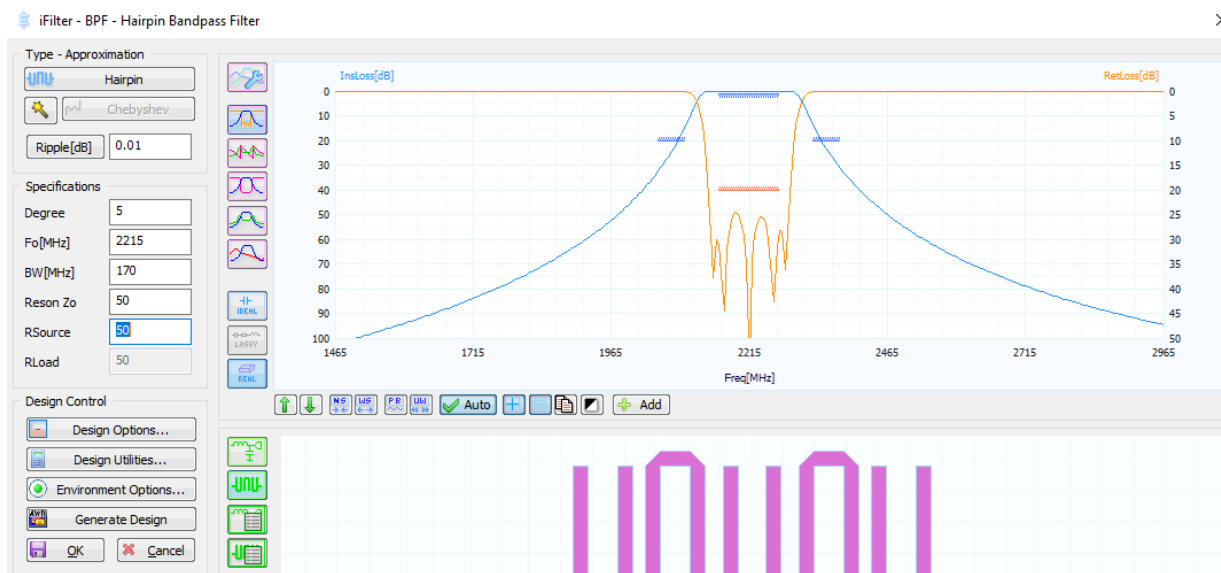


Рис. 4. Окно настройки фильтра

В выпадающем окне при нажатии на «Design Options...» были выбраны параметры подложки, представленные на рис. 5 слева. Материал подложки – поликор с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon_r = 10,2$ (такое значение было выбрано по опыту работы с этим материалом). Толщину подложки «Height(H) [mm]» задали 0,5 мм, толщину проводника «Cond.Thickness (t) [mm]» задали 0,01 мм и тангенс угла потерь «Loss Tangent (tanD)» задали 0,0001.

Для достижения требований по п. 1–5 были занесены цели в оптимизатор, представленный на рис. 5 справа.

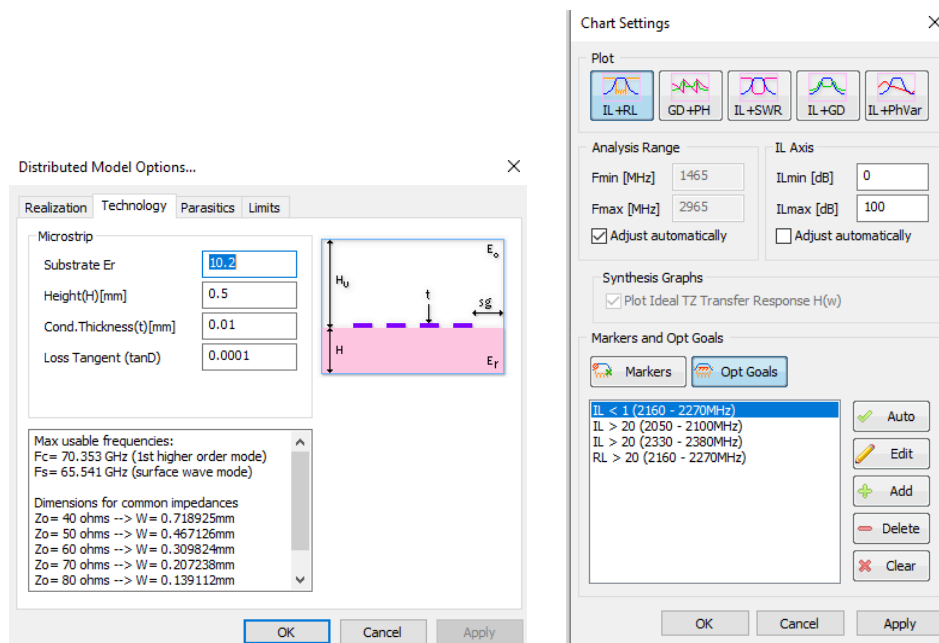


Рис. 5. Окно параметров подложки (слева) и цели оптимизации (справа)

У САПР *AWR Microwave Office* имеется оптимизатор, который с помощью методов оптимизаций подбирает размеры резонаторов фильтра таким образом, чтобы максимально выполнялись цели оптимизации. В данной работе использовались следующие методы оптимизации:

– *Random (Global)* – этот оптимизатор случайным образом выбирает пробные точки из всего пространства решений в поисках оптимального;

– *Pointer – Robust Optimization* – этот оптимизатор был обучен на множестве схем, в большинстве случаев дает положительные результаты; подобен случайному или градиентному оптимизатору;

– *Simplex Optimization* – нисходящий симплексный поиск, относительно медленный, но очень надежный, находит точный оптимум, в отличие от оптимизаторов градиентов, который имеет тенденцию отклоняться, когда приближается к оптимуму; симплексный оптимизатор в большей степени подходит для завершения оптимизации после того, как градиентный оптимизатор «достигает дна».

Особенность *AWR Microwave Office* в том, что имеется возможность провести электромагнитный анализ, который дает значения коэффициента передачи и коэффициента стоячей волны близко к реальным значениям. Для проведения электромагнитного анализа были использованы симуляторы *AXIEM* и *EMSight*.

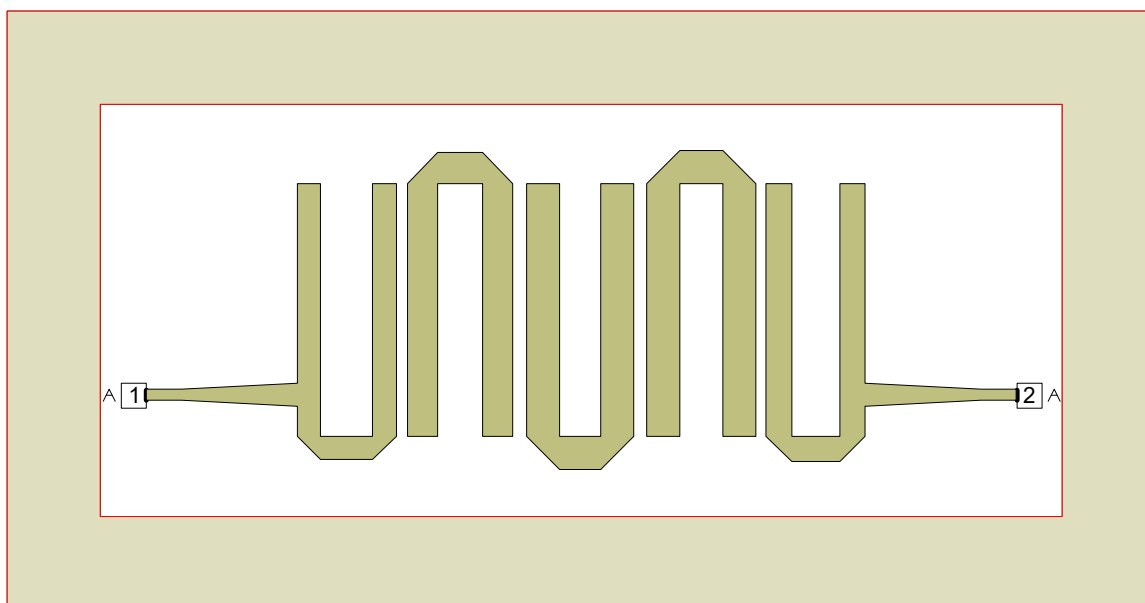


Рис. 6. Топология смоделированного фильтра

В ходе проектирования получилась следующая топология фильтра (рис. 6). Характеристики фильтра представлены в табл. 2.

Таблица 2. Параметры смоделированного ППФ

Материал подложки	Поликор
Толщина подложки	0,5 мм
Толщина проводников	0,01 мм
Полоса пропускания фильтра	2145–2260 МГц
Потери в полосе пропускания	Менее 1 дБ
Ослабление на частотах заграждения $f_2 = 2100$ МГц, $f_3 = 2315$ МГц	20 дБ
Неравномерность АЧХ в полосе пропускания	Не более 0,5 дБ
Габаритные размеры фильтра	37,5×13,7 мм

Для смоделированного фильтра получились следующие параметры АЧХ и КСВ, представленные на рис. 7.

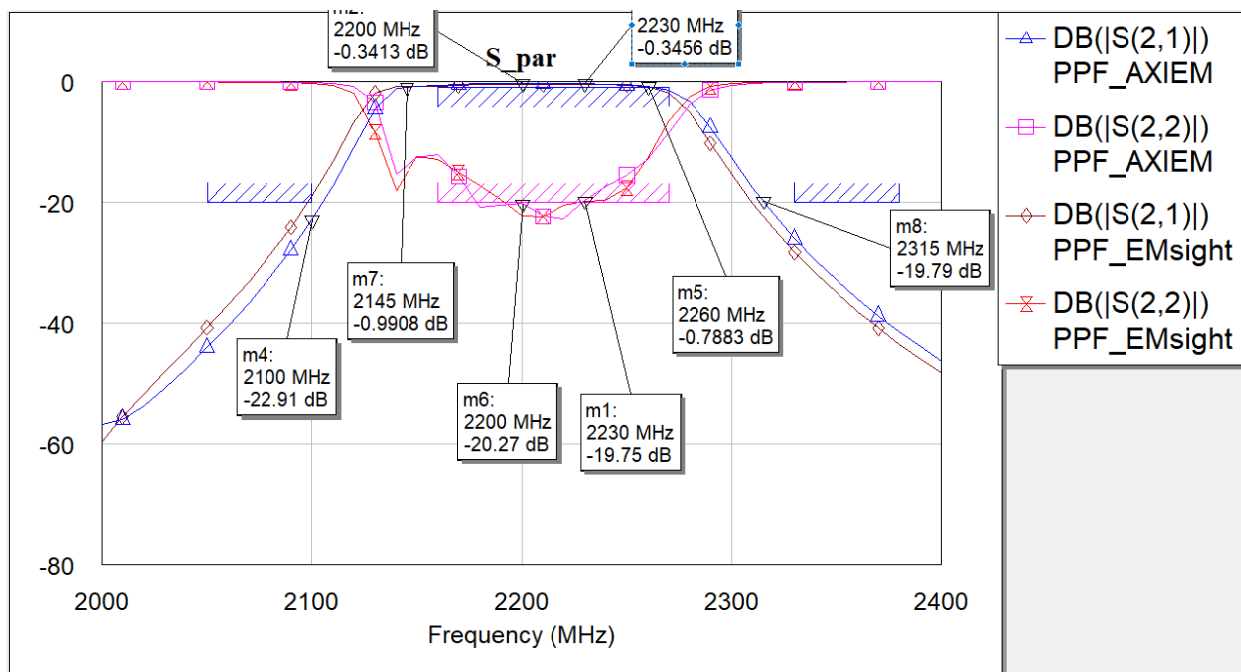


Рис. 7. АЧХ и КСВ для смоделированного ППФ с помощью электромагнитного анализа AXIEM и EMSight

На рис. 8 представлен график АЧХ и КСВ для наблюдения ослабления радиосигнала во всей полосе частот. На гармониках от 2-го до 6-го порядка ослабление сигнала практически не происходит (рис. 8). Гармоники 2-го порядка можно подавить с помощью фильтра нижних частот, остальные гармоники практически не будут возникать, т. к. усилители не будут их усиливать.

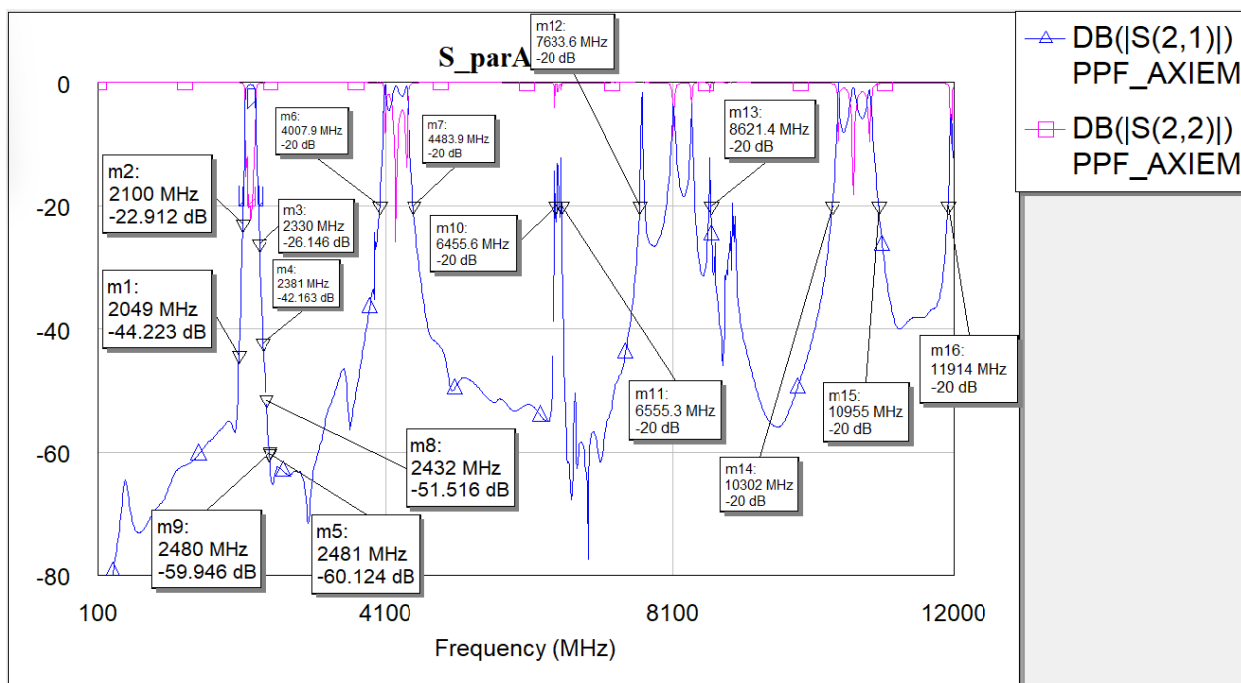


Рис. 8. АЧХ и КСВ во всей полосе частот

Для обобщения материала приведем сводную таблицу параметров, описанных выше фильтров в соответствии с требованиями технического задания (табл. 3).

Таблица 3. Сводная таблица параметров ФНЧ LFTС-2000+ и смоделированного ППФ

Частоты по ТЗ, МГц	Ослабление радиосигнала вне рабочего диапазона частот		
	требование по ТЗ, дБ	ФНЧ LFTС-2000+, дБ	смоделированный ППФ, дБ
20	-30	-0,1	-80
2050	-20	-0,894	-43,868
2100	-20	-0,981	-22,912
2330	-20	-2,057	-26,146
2380	-20	-2,566	-41,927
2431	-30	-3,254	-51,334
2480	-50	-4,027	-59,946
4240	-30	-43,28	-0,634
6500	-30	-32,31	-13,23
8100	-30	-20,75	-3,487
10 600	-30	-12,87	-0,886
12 000	-30	-20	-12,867

Таким образом, разработанный фильтр частично соответствует требованиям технического задания по ослаблению радиосигнала, чего невозможно было добиться с ФНЧ LFTС-2000+. Полного соответствия с техническим заданием можно добиться в тракте приемного модуля АФАР. Увеличение ослабления вблизи полосы пропускания привело к увеличению габаритных размеров фильтра в длину на 33,69 мм, в ширину на 9,89 мм по сравнению с ФНЧ LFTС-2000+. Применение данного фильтра возможно, если не задано жестких требований по габаритным размерам, если в тракте будет использован ФНЧ или усилители с ограниченным усилением по частоте.

Список использованных источников и литературы

1. Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств / С. И. Бахарев [и др.] ; под ред. В. И. Вольмана. – Москва : Радио и связь, 1982. – 328 с.
2. Фуско, В. СВЧ цепи. Анализ и автоматизированное проектирование / пер. с англ. – Москва : Радио и связь, 1990. – 288 с.
3. Михайлов, А. А. Что такое КСВ? // Скрытая камера. – 2004. – № 9 (27). – С. 36–37.
4. Фриск, В. В. Основы теории цепей. Использование пакета Microwave Office для моделирования электрических цепей на персональном компьютере. – Солон-Пресс, 2004. – ISBN 5-98003-163-4
5. Дмитриев, Е. Е. Основы моделирование в Microwave Office 2009. – 2011. – 166 с. – URL: https://eurointech.ru/products/AWR/Dmitriev_mwo_2009_1.pdf (дата обращения: 19.09.2023).

A. K. Volykhin, Master's Degree Student
V. V. Khvorenkov, PhD in Engineering, Professor
Department of Radio Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Improving the receiving device with a band-pass filter

The article discusses the improvement of the receiving device by designing a microstrip stud microwave filter. The peculiarity of this filter is that it can be used to achieve better selectivity compared to other filter topologies. The result of the work is the topology, the characteristics of the amplitude-frequency response and the standing wave coefficient of the filter, as well as the spectrogram of the receiving device with attenuation of the radio signal outside the operating ranges.

Keywords: microwave filter; microstrip; simulation; Microwave Office; band-pass; frequency response; SWR; spectrogram.

В. М. Немцов, младший научный сотрудник
В. А. Колясев, младший научный сотрудник
А. Г. Копытов, младший научный сотрудник
Физико-технический институт
УдмФИЦ УрО РАН, г. Ижевск

Опыт применения программируемой логической интегральной схемы при разработке автономной измерительной аппаратуры

В докладе рассмотрен пример использования программируемой логической интегральной схемы с целью уменьшения массогабаритных параметров автономных измерительных устройств. Рассмотрены некоторые аспекты проектирования электронных схем измерительных устройств без применения программируемых контроллеров.

Ключевые слова: измерительная аппаратура; оптимизация; ПЛИС.

При проведении ударных испытаний различных изделий часто используется автономная измерительная аппаратура (ИА), способная выдерживать очень большие нагрузки, близкие к порогу прочности конструкции [1–4]. Автономность такой аппаратуры подразумевает ее работу от встроенных источников электропитания, что приводит к необходимости создавать каналы регистрации с максимально низким энергопотреблением. Поэтому в целях уменьшения веса и энергопотребления была предпринята попытка перейти от наборов дискретных элементов (микросхем) и переноса всей логической структуры блока управления в одну микросхему – программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС). Дополнительным аргументом в пользу применения такого технического решения является и необходимость обеспечения повышенного уровня электромагнитной защищенности, поскольку при этом уменьшается длина и количество проводников на печатной плате.

Такое техническое решение не является принципиально новым, но некоторые аспекты его реализации заслуживают того, чтобы быть изложенными в докладе.

Прототип разрабатываемой измерительной аппаратуры изначально создавался на микросхемах КМОП (комплементарная структура металл – оксид – полупроводник) в целях уменьшения энергопотребления [5, 6]. Однако при эксплуатации измерительного комплекса возникла необходимость его дальнейшей оптимизации как в плане уменьшения веса, объема и энергопотребления, так и в плане модернизации функций. Все это вело к увеличению количества дискретных элементов, и конструкция становилась неоптимальной. Отдельно следует указать на то, что широко распространенный вариант построения управляющих автоматов на программируемых контроллерах является в данном случае неприемлемым, поскольку показал свою ненадежность в условиях воздействия интенсивных электромагнитных помех импульсного характера. В то же время готовые модульные решения многоканальных систем регистрации аналоговых сигналов страдают функциональной избыточностью, приводящей к повышенному энергопотреблению и увеличенному уровню шумов, которые не позволяют применить их в создаваемой автономной измерительной аппаратуре.

Рассмотрим функциональную схему измерительного устройства (рис. 1), выполняющего функцию регистрации аналогового сигнала.

Блок управления осуществляет управление 16 измерительными каналами. В каждом канале размещается сигма-дельта аналогоцифрового преобразователя (АЦП) ADS127L01 и энергонезависимая ЗУ в виде 6 микросхем MR20H40 4 Мбит. Внешний измерительный сигнал, поступающий на АЦП, оцифровывается и передается в ЗУ для хранения. Измерительные каналы управляются параллельно, все сигналы дублируются для каждого блока. Ло-

гика работы построена на управлении одним измерительным каналом, переключение микросхем памяти рассматривается внутри одного блока.

Задача блока управления – генерация управляющих сигналов для синхронизации работы АЦП и ЗУ в соответствии с их спецификацией для двух независимых режимов работы (записи в память и чтения из нее).

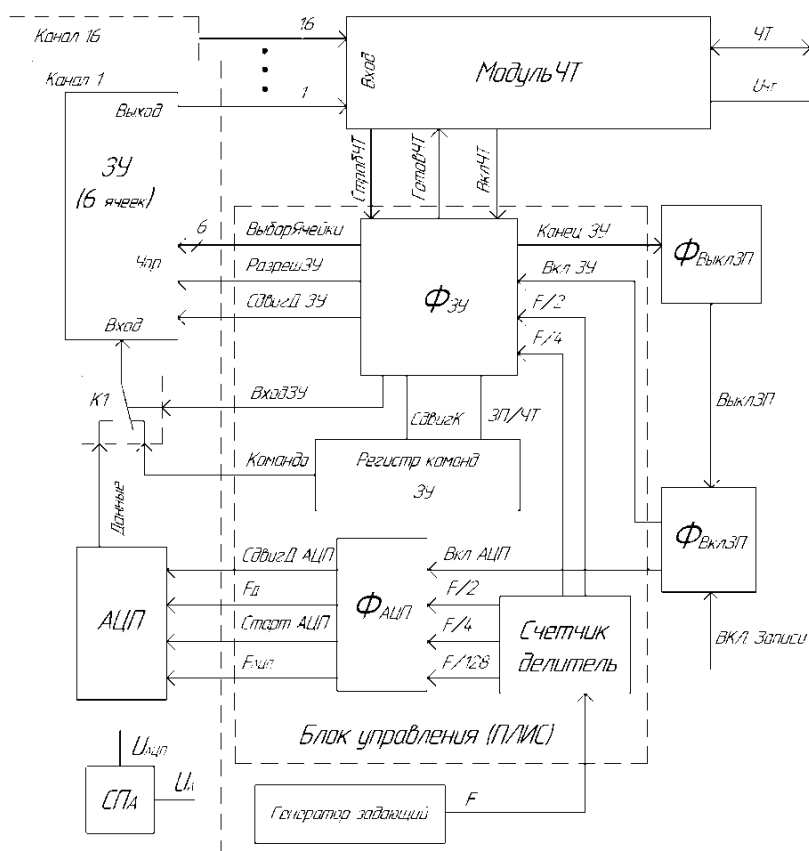


Рис. 1. Функциональная схема регистратора

Алгоритм работы блока управления может быть описан конечным автоматом Мура со следующими состояниями:

1. Неактивен, в сбросе, входной сигнал сброса равен 0.
2. Активен, входной сигнал сброса равен 1.
 - 2.1. Ожидание сигнала инициализации режима работы (записи или чтения), переход к состоянию 2.2 для режима записи, либо переход к состоянию 2.6 для режима чтения.
 - 2.2. Инициализация режима записи для всей памяти: выбор всех микросхем памяти и выдача команды режима записи для всех микросхем одновременно, ожидание сигнала начала записи, переход к состоянию 2.3
 - 2.3. Выбор первой микросхемы памяти и выдача управляющих сигналов на АЦП для записи в нее данных, переход к состоянию 2.4.
 - 2.4. Выбор следующей микросхемы памяти и выдача управляющих сигналов на АЦП для записи в нее данных повторный, переход к текущему состоянию 2.4, если текущая микросхема не последняя, либо переход к состоянию 2.5.
 - 2.5. Завершение режима записи, переход к состоянию 2.11.
 - 2.6. Инициализация режима чтения для первой микросхемы памяти: выбор первой микросхемы и выдача на нее команды режима чтения, ожидание сигнала начала чтения, переход к состоянию 2.7.
 - 2.7. Чтение данных из первой микросхемы памяти, переход к состоянию 2.8.
 - 2.8. Инициализация режима чтения для следующей микросхемы памяти: выбор следующей микросхемы и выдача на нее команды режима чтения, переход к состоянию 2.9.

2.9. Чтение данных из выбранной микросхемы памяти, повторный переход к состоянию 2.8, если текущая микросхема не последняя, либо переход к состоянию 2.10.

2.10. Завершение режима чтения, переход к состоянию 2.11.

2.11. Внутренний сброс управляющей логики (эмуляция состояния 1), переход к состоянию 2.1.

Для реализации схемы, работающей по данному алгоритму, необходимо порядка 30 корпусов дискретных элементов, таких как счетчики, дешифраторы, регистры, триггеры, «логика». С учетом размещения схемы на печатной плате необходимо развести 130 сигнальных линий (без учета линий питания): получается значительная площадь. Реализация схемы на ПЛИС позволила в разы сократить площадь на печатной плате, а количество сигнальных линий на печатных платах до 22.

В результате анализа современной элементной базы, была выбрана микросхема ПЛИС фирмы XILINX® – XC2C256-7VQ100I, содержащая 256 макроячеек [7]. Выбранная ПЛИС обладает низким энергопотреблением (в динамическом режиме – порядка 30 мА, в статическом – не более 100 мкА), а также имеет в своем составе достаточное количество логических ячеек для реализации необходимых алгоритмов. Эта микросхема удовлетворяет всем требованиям по скорости преобразования сигналов. Универсальность применения этой ПЛИС обеспечивают следующие возможности:

- назначать конкретным физическим выводам произвольные сигналы ввода-вывода;
- гибкая настройка входов и выходов по уровню (КМОП, ТТЛ).

Разработка логической структуры ПЛИС проводилась с помощью бесплатной версии САПР фирмы XILINX® на языке VHDL. Одним из достоинств данной программы является наличие мощного встроенного симулятора, с помощью которого можно рассмотреть временные диаграммы сигналов и их задержек между собой как на выходах ПЛИС, так и на любых внутренних логических схемах и узлах.

В ходе реализации алгоритма работы блока управления, потребовалось обеспечить рациональное использование логических ячеек ПЛИС. Основной сложностью в реализации данной задачи явилось выделение функциональных модулей внутри схемы для обеспечения переиспользования логических элементов в обоих режимах работы. Таким образом, логическая структура ПЛИС была разделена на несколько модулей, отвечающих за отдельные этапы работы схемы (рис. 2):

1) Модуль деления системной частоты, обеспечивающий другие модули требуемыми частотами.

2) Модули антидребезга для входных управляющих сигналов, обеспечивающие защиту от ложных срабатываний управляющей логики из-за кратковременных перепадов уровней сигналов.

3) Модуль управления режимом записи, обеспечивающий дальнейшее исполнение всей схемой цикла записи. Блокирует работу модуля управления режимом чтения и берет на себя управление последующими модулями. Генерирует управляющие и тактовые сигналы для инициализации и последующей работы АЦП.

4) Модуль управления режимом чтения, обеспечивающий дальнейшее исполнение всей схемой цикла чтения. Блокирует работу модуля управления режимом записи и берет на себя управление последующими модулями. Генерирует внешний сигнал инициализации чтения данных.

5) Модуль выдачи команды для памяти, обеспечивающий включение памяти в соответствующий требуемому режим работы, чтения или записи. Модуль начинает свою работу по сигналу от модуля чтения или записи. Генерирует внешний сигнал данных выдаваемой на память команды синхронно с тактовыми сигналами (через мультиплексор тактовых сигналов памяти).

6) Модуль подсчета адресного пространства одной микросхемы памяти, обеспечивающий дальнейшую работу модуля выбора микросхемы памяти. Генерирует тактовые сигналы для памяти (через мультиплексор тактовых сигналов памяти).

7) Модуль выбора микросхемы памяти, обеспечивающий переключение активных банков памяти в зависимости от исполняемого режима работы схемы, текущего состояния этого режима (инициализация, выдача команды, работа с данными) и поступающего сигнала конца адреса одной микросхемы.

8) Модуль формирования сигнала внутреннего сброса схемы, активирующийся после окончания цикла записи или чтения с определенной задержкой и обеспечивающий возвращение схемы к состоянию после включения и возможность повторного осуществления цикла чтения или записи без подачи внешнего сигнала сброса.

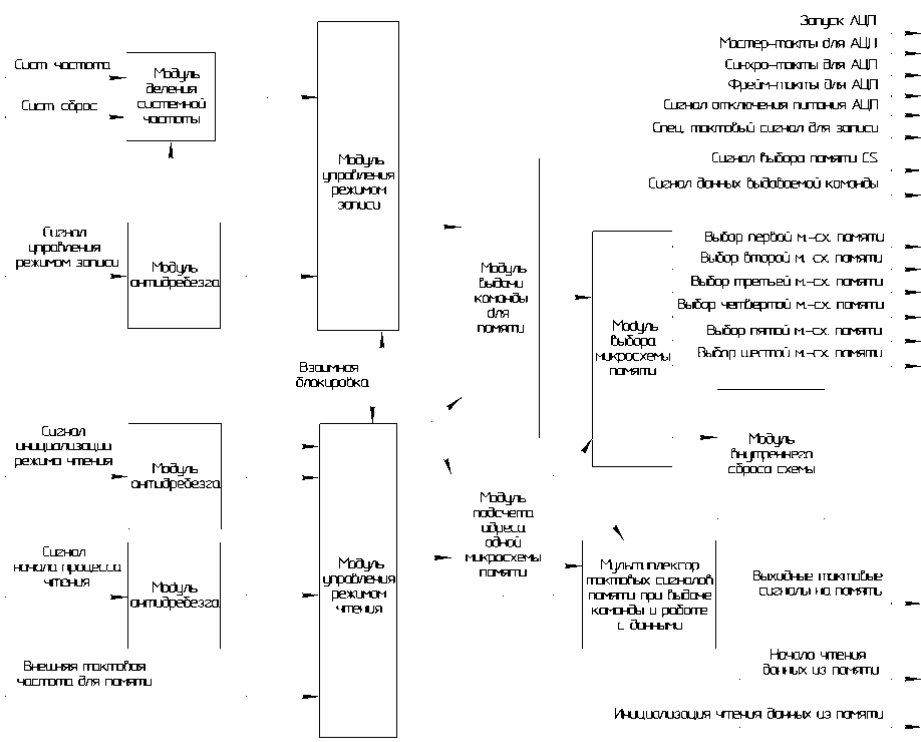


Рис. 2. Функциональная схема блока управления

Следует отметить, что при отладке разрабатываемой структуры управляющего автомата показания осциллограмм сигналов на выходах ПЛИС при измерении с помощью электронного осциллографа и показания временных диаграмм встроенного симулятора совпали.

Описанное техническое решение позволило уменьшить размеры печатных плат, вес и энергопотребление измерительного устройства. В целом объем разрабатываемого устройства по сравнению с прототипом снизился приблизительно на треть, вес – в два с половиной раза, энергопотребление – в два раза. При этом были сохранены все основные показатели функционала аппаратуры, в том числе – электромагнитная устойчивость, количество измерительных каналов, повышен уровень метрологической надежности.

К положительным результатам описанного решения можно отнести возможность изменения схемы, алгоритма работы управляющего автомата путем перепрограммирования внутренней структуры ПЛИС с использованием интерфейса JTAG без разработки новых печатных плат.

В целом использование современных ПЛИС позволяет оптимизировать параметры аппаратуры в различных областях электронной промышленности.

Список использованных источников и литературы

1. *Молин, С. М.* Разработка аппаратуры для динамических испытаний изделий / С. М. Молин, В. А. Колясев // *Приборостроение в XXI веке – 2011. Интеграция науки, образования и производства: сб. материалов VII Всерос. науч.-техн. конф.* – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2012. – С. 76–81.

2. *Алексеев, В. А.* Автоматизация регистрации и обработки измерительной информации при испытаниях техники на ударное воздействие / В. А. Алексеев, В. И. Заболотских. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2006. – 184 с.
3. *Chu, Anthony.* Problems in high-shock measurement. TP308. – URL: https://endevco.com/contentStore/mktgContent/endevco/dlm_uploads/2019/02/TP308.pdf (дата обращения: 15.04.2023).
4. *Harris, Cyril M.* Harris' shock and vibration handbook / ed. Cyril M. Harris, Allan G. Piersol, editor. – 6th ed. McGraw-Hill, 2010. – 1199 p.
5. Комплекс аппаратуры «Сигма-Парус» для регистрации ударных сигналов / С. М. Молин // Авиакосмическое приборостроение. – 2007, № 9. – С. 54–58.
6. *Молин, С. М.* Линейка автономных удароустойчивых регистраторов для испытания сложных изделий машиностроения / С. М. Молин, С. В. Ленъков // Вопросы оборонной техники. Серия 14 «Проектирование систем вооружения, боеприпасов и измерительных комплексов». – 2012, вып. 2. – Москва : Информтехника. – С. 127–132.
7. XC2C256 CoolRunner-II CPLD. Product Specification. March, 2007. – URL: https://www.xilinx.com/support/documentation/data_sheets/ds094.pdf (дата обращения: 15.04.2023).

V. M. Nemtsov, Junior Researcher
V. A. Koliasev, Junior Researcher
A. G. Kopytov, Junior Researcher
Physical-Technical Institute

Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk

Experience of CPLD application in standalone measuring equipment design

The paper describes an example of using CPLD to reduce the weight and size parameters of standalone measuring devices. Some aspects of electronic circuit design of measuring devices without use of programmable controllers are considered.

Keywords: measuring equipment; optimization; CPLD.

В. Р. Мингалеев, студент
А. Ю. Вдовин, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Вычислительная техника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Размещение инфракрасных датчиков HC-SR501 при создании системы для контроля отсутствия посторонних на стрелковых трассах

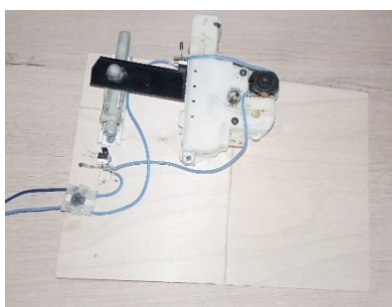
Приведены результаты исследований инфракрасного датчика HC-SR501. Приведен пример эффективного размещения в помещении заданных размеров инфракрасных датчиков движения для системы контроля отсутствия посторонних на стрелковых трассах баллистических комплексов и тиров.

Ключевые слова: безопасность; тир; стрелковое оружие; детектор движения; инфракрасный датчик HC-SR501; расстановка.

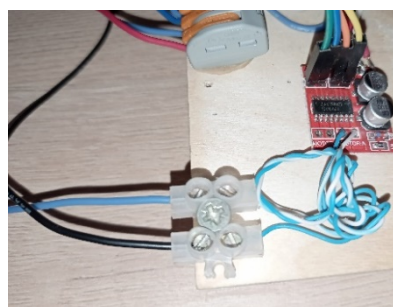
Проблема обнаружения посторонних на стрелковых трассах тиров и испытательных станций является критически важной для безопасности людей, связанных с выполнением стрелковых упражнений или проведением испытаний стрелкового оружия и боеприпасов. Каждый год происходят инциденты, обусловленные несанкционированным присутствием людей на стрелковых баллистических трассах, в ряде случаев это приводит к трагическим последствиям, таким как травмы и даже гибель.

Ранее проведенные исследования [1] подтвердили возможность использования датчиков HC-SR501 при создании системы для контроля отсутствия посторонних на стрелковых трассах. Но в подобных системах чрезвычайно важным является вопрос размещения датчиков в помещении тира. Цель данной статьи заключается в том, чтобы продемонстрировать пример подобного размещения в помещении заданных размеров, позволяющего обеспечить оптимальное покрытие территории и надежное обнаружение людей в любой точке тира, оборудованного измерительной системой на основе световых экранов [2–5].

По сравнению с предыдущими исследованиями [1] макет системы был модифицирован – дополнен механизмом запираания двери (рис. 1).



a



б

Рис. 1. Макет механизма запираания двери и разъем:
a – запирающий замок с электромотором; *б* – плата для управления двигателями и разъем

При расстановке датчиков в помещении необходимо учитывать следующие факторы:

- размеры и форма помещения;
- наличие в помещении теплоизлучающих объектов – их количество и размеры;
- наличие в помещении других объектов, которые потенциально способны экранировать тепловое излучение человека.

Для примера рассмотрим прямоугольное помещение длиной 20, шириной 8, высотой 5 метров. Посторонние объекты исключим для упрощения схемы.

Преыдушие исследования [1] показали, что гарантированное обнаружение человека датчиком HC-SR501 происходит на расстоянии не более чем 6 м, гарантированный угол обнаружения не превышает 146 градусов. При этом ранее оценивался лишь горизонтальный угол обзора α , в связи с чем необходимо проведение дополнительных исследований по оценке вертикального угла обзора β датчика (рис. 2). Для экспериментов был выбран датчик, показавший наихудшие результаты в прошлых экспериментах [1].

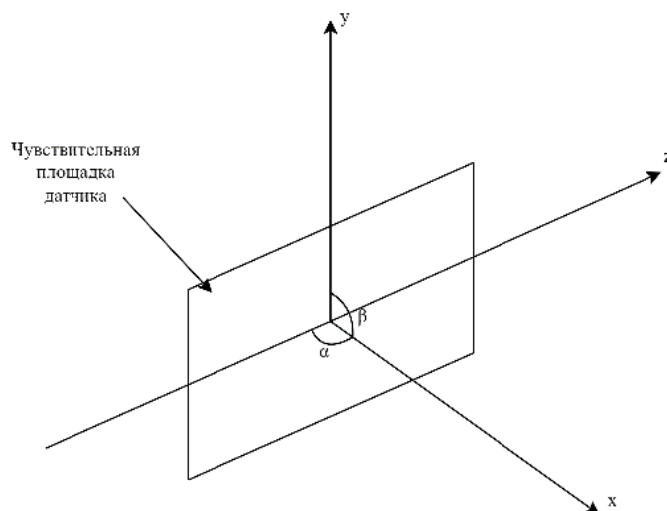


Рис. 2. Горизонтальные и вертикальные углы обзора датчика

Для определения вертикального угла обзора был проведен следующий эксперимент: на расстоянии $h = 2,8$ м от датчика человек совершал движения корпусом вверх-вниз на 5–10 см (приседал), если датчик обнаруживал человека, то он делал шаг в сторону (рис. 3) и повторял те же действия.

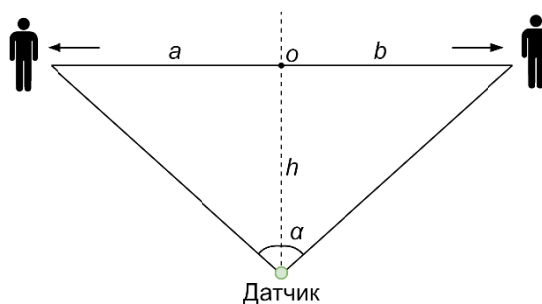


Рис. 3. Определение вертикального угла обзора

Максимальное расстояние от начальной точки O , на котором датчик уверенно фиксировал наличие человека, составило $a = b = 4,2$ м, таким образом, вертикальный угол обзора датчика составляет 112° .

Изначально рассматривался вариант размещения датчиков под потолком с ориентацией вертикально вниз, при этом очевидно, что непосредственно на потолке их размещать нецелесообразно, т. к. наиболее важно обеспечить полное покрытие помещения тира в его нижней части. Дополнительно проводились исследования по проверке покрываемой датчиком зоны при таком расположении.

В следующем эксперименте датчик закреплен на стене на высоте $H = 3,34$ м и ориентирован вертикально вниз (рис. 4).

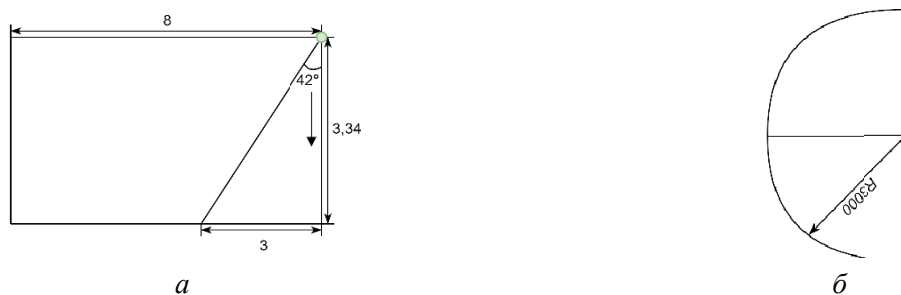


Рис. 4. Схема второго эксперимента: *a* – вид сбоку; *б* – зона обнаружения на виде сверху

Было установлено, что при таком расположении зона обнаружения датчика имеет форму, близкую к полукруглой с радиусом 3 м, при этом максимальный угол обнаружения составил 42° . Зона обнаружения оказалась существенно меньше ожидаемой, в связи с чем был проведен дополнительный эксперимент с изменением ориентации датчика на 45° к горизонту (рис. 5).

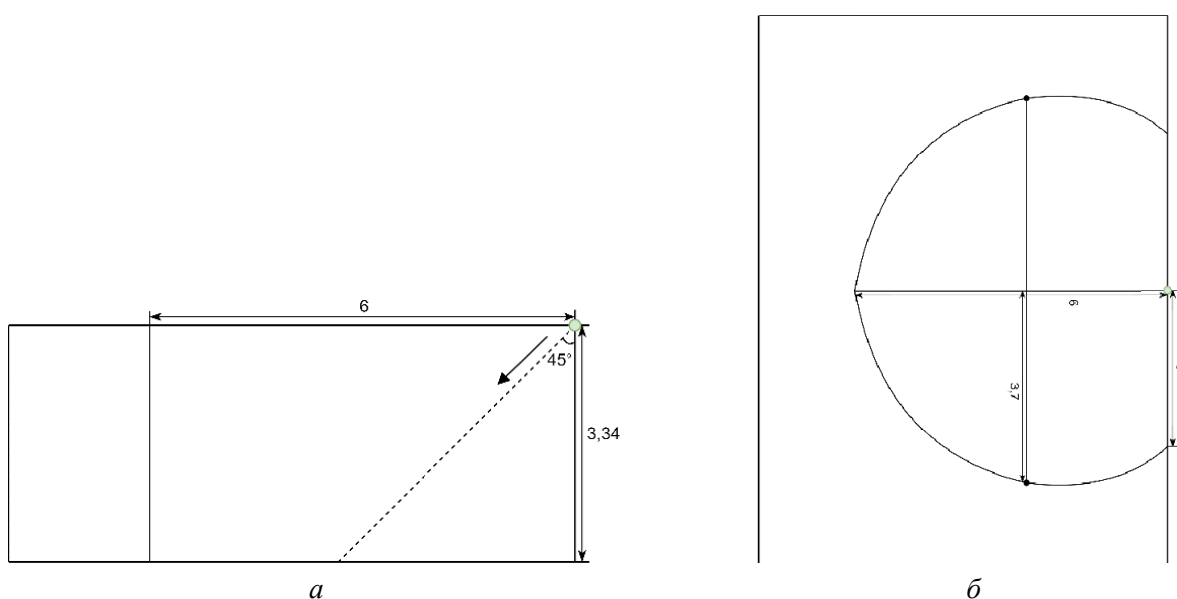


Рис. 5. Схема третьего эксперимента: *a* – вид сбоку; *б* – зона обнаружения на виде сверху

Было установлено, что такое расположение датчика обеспечивает существенно большую зону обнаружения по сравнению с предыдущим вариантом (рис. 5). При таком расположении датчика он способен обнаружить человека на своей максимальной дальности – 6 м.

По итогам трех экспериментов можно построить схему для нашего помещения. На рис. 6 показано, что сначала были установлены датчики на длинных стенах, на расстоянии 3 м от коротких. Далее по длине стены датчики устанавливались по возможности равномерно таким образом, чтобы расстояние между соседними не превышало 6 м.

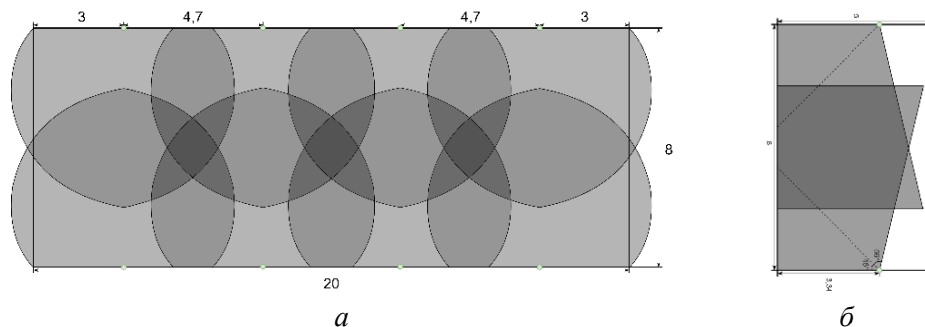


Рис. 6. Схема расположения датчиков в помещении: *a* – вид сверху; *б* – вид сбоку

Программа работает по принципу последовательного опроса датчиков в цикле (рис. 7). При обнаружении человека датчик выдает сигнал в течение достаточно продолжительного времени, чтобы микроконтроллер мог его зарегистрировать.

Приведенный вариант расстановки датчиков обеспечивает полное покрытие площади помещения и более высокую безопасность по сравнению с использованием примитивных методов.

Для оценки возможности применения системы для контроля отсутствия посторонних на стрелковой трассе, оборудованной системой на основе световых экранов с линейными излучателями [2–5], дополнительно проводился эксперимент по оценке работоспособности датчика HC-SR501 при нахождении в зоне его обнаружения теплоизлучающего объекта (светодиодной лампы). Было установлено, что при включении лампы происходит однократное срабатывание датчика, в дальнейшем заметного изменения в его функционировании при таких условиях не происходит.

В дальнейшем планируется исследовать другие типы датчиков (датчики присутствия, ультразвуковые датчики) для оценки возможности их применения в данном проекте.

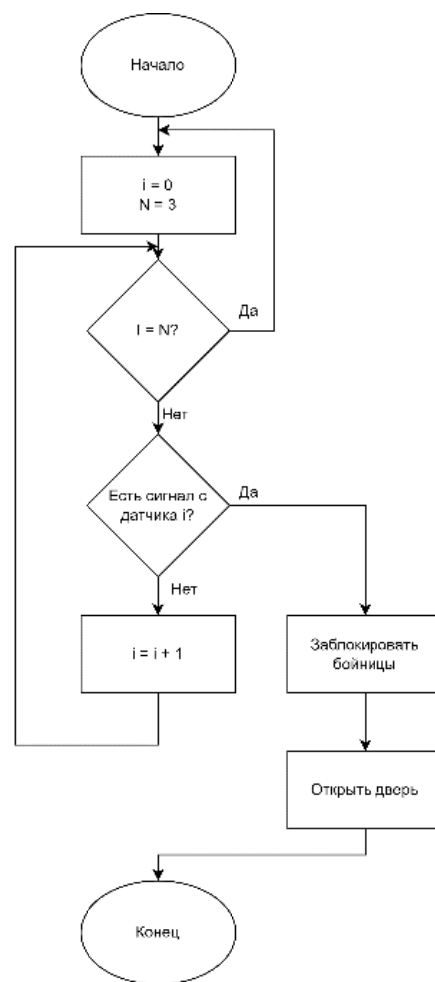


Рис. 7. Алгоритм опроса датчиков

Список использованных источников и литературы

1. Мингалеев, В. Р. Исследование возможности использования инфракрасного датчика HC-SR501 при создании системы для контроля отсутствия посторонних на стрелковых трассах / В. Р. Мингалеев, А. Ю. Вдовин // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. науч.-техн. конф. в рамках Всерос. молодеж. науч. форума «Общение студентов и аспирантов в научной и профессиональной сферах», Ижевск, 26 мая 2021 г. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2021. – С. 193–199.
2. Афанасьева, Н. Ю. Информационно-измерительная система на основе световых экранов для испытаний стрелкового оружия : диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Ижевск, 2003.
3. Афанасьев, В. А. Проектирование информационно-измерительных систем на основе световых мишеней для контроля изделий стрелкового оружия по внешнебаллистическим параметрам : монография / В. А. Афанасьев, В. Е. Лялин. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2020. – 364 с.
4. Вдовин, А. Ю. Разработка системы определения скорости пули пневматического оружия / А. Ю. Вдовин, К. Ю. Сапожников // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Регион. науч.-техн. очно-заоч. конф., Ижевск, 24 мая 2014 г. / науч. ред. В. А. Куликов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2014. – С. 346–351.
5. Afanasiev, V. A. Weight functions of light shield and the signal at the input of optical sensor at the intersection of the bullets of light shield / V. A. Afanasiev, A. Yu. Vdovin, I. G. Kornilov // Journal of Measurements in Engineering. – 2019. – Vol. 7, no. 2. – Pp. 74–83. – DOI: 10.21595/jme.2019.20441

V. R. Mingaleev, Student
A. Yu. Vdovin, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Computer Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Placement of HC-SR501 infrared sensors in the creation of a system
for monitoring the absence of intruders on the shooting range**

The results of researches of HC-SR501 sensor are presented. An example of the effective placement of infrared motion sensors in a room of a given size for a system for monitoring the absence of strangers on the shooting routes of ballistic complexes and shooting ranges is given.

Keywords: security; shooting range; small arms; motion detector; HC-SR501 infrared sensor; arrangement.

И. А. Мищенко, студент
А. В. Тарутин, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Информационные технологии и автоматизированные системы»
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Увеличение протяженности линии передачи данных в сети Modbus RTU за счет PLC и FOCL технологий

В статье исследуется возможность и способы построения линии передачи данных при промышленных условиях эксплуатации по последовательным интерфейсам RS-232/422/485 протяженностью больше, чем определено в стандартах. Целью статьи является выделение и оценка основных достоинств и недостатков технологий Power Line Communication (PLC) и Fiber Optical Communication Line (FOCL) в качестве инструментов для увеличения максимальной протяженности линий RS-232/422/485.

Ключевые слова: modbus; PLC; FOCL; ВОЛС; последовательные интерфейсы.

Достоверно известно, что максимальная протяженность линии RS-232 составляет 15 м [1], а для RS-422 и RS-485 пределом является 1200 м [2]. Эти характеристики прописаны как стандарт, но на практике они различаются в зависимости от электронных компонентов, на базе которых работает интерфейс, кабеля, по которому идет обмен и условий эксплуатации. При этом сохраняется закономерность: чем больше расстояние, тем ниже должна быть скорость передачи данных [2].

Часто стандартных характеристик достаточно, но чем сложнее становятся системы, тем выше требования к оборудованию.

Разберем пример.

Разрабатывается система для одновременно-раздельной эксплуатации скважин, суть ее состоит в том, чтобы обеспечить реализацию индивидуальных режимов отбора с двух продуктивных пластов при однолифтовой однонасосной эксплуатации объектов. Условная схема системы представлена на рис. 1.

Система состоит из станции управления (СУ) и погружного блока управления (ПБУ). Расстояние между станцией управления и погружным блоком управления не менее чем 3500 м.

Перед нами стоит задача связать между собой по протоколу *Modbus* с помощью RS-485 интерфейсов станцию управления и погружной блок управления электроклапаном. Стоит учитывать, что в скважину спускается система электроцентробежного погружного насоса (ЭЦН), это отдельно взятая система и к нашей не относится, но на подход к решению нашей задачи она влияет, поскольку силовые кабели ЭЦН вносят электромагнитные помехи в наши каналы связи, если они проложены вместе.

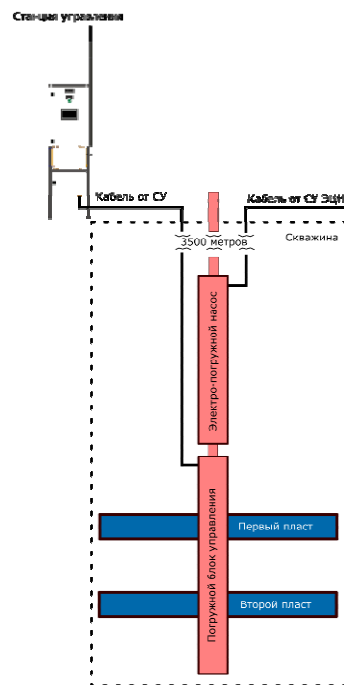


Рис. 1. Условная схема системы

Рассмотрим способы, которые можно применить для увеличения протяженности линии передачи данных.

1. *PLC* – способ связи, построенный на основе линий электропередачи. В данном методе фазный проводник является каналом связи, и полезный сигнал передается по нему [3].

Как правило, частота, на которой происходит обмен данными, не регулируется. Исходя из этого можно выделить важную особенность *PLC* технологии, которую следует учитывать при проектировании.

Особенность состоит в том, что несколько ведущих устройств, подключенных к одной фазе питания, будут мешать друг другу и серьезно уменьшат качество передачи данных, либо вовсе заглушат друг друга.

2. *FOCL* – способ связи, построенный на основе волоконно-оптических линий (ВОЛС). В этом методе полезный сигнал передается короткими световыми импульсами, а не электрическими, это делает его свободным от электромагнитных помех [4].

Волоконно-оптических линии связи по своей конструкции разделяются на одномодовые и многомодовые. Многомодовое волокно обеспечивает гораздо более высокую скорость передачи данных, но имеет существенные ограничения в протяженности линии передачи сигнала.

Оба метода (*PLC* и *FOCL*) становятся доступны благодаря дополнительному оборудованию в виде конвертеров, которые позволяют преобразовывать сигнал с RS-232/422/485 интерфейсов контроллера. Конвертеры следует подбирать исходя из конкретной задачи, стоящей перед вами, и будущих условий эксплуатации. Мы возьмем для примера конвертер, представленный на рис. 2, для *FOCL*-технологии и конвертер, представленный на рис. 3, для *PLC*-технологии.



Рис. 2. Оптоволоконный конвертер от Муха TCF-142-S-SC-T [5]



Рис. 3. *PLC*-конвертер от *Tellink* TL310 [6]

Одномодовый оптоволоконный конвертер позволяет передавать данные на расстояние до 40 км. *PLC*-конвертер, работающий на одной фазе, в свою очередь, обеспечит только 10 км, но для нашей задачи этого достаточно.

Принцип работы для сети *Modbus* у них идентичный: оба конвертера обеспечивают прозрачный канал, между ведущим и ведомыми устройствами.

Для нашей задачи в обоих случаях (*PLC* и *FOCL*) в качестве проводника сигнала используется геофизический кабель. Разновидностей таких кабелей много. Возьмем для примера кабель, представленный на рис. 4, для *PLC*-технологии и кабель, представленный на рис. 5, для *FOCL*-технологии.

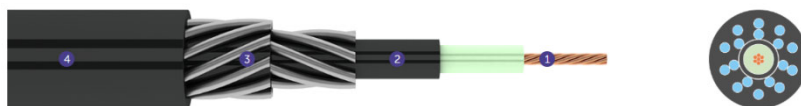


Рис. 4. Геофизический кабель *ProLine C* с медной центральной жилой

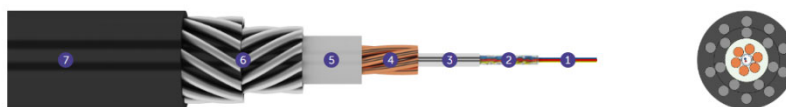


Рис. 5. Геофизический кабель *ProLine H* с медными жилами и стальной трубкой внутри, в которой две оптоволоконных линии

Противопоставим друг другу технологии *PLC* и *FOCL*.

1. Устойчивость к помехам. Канал связи, организованный с помощью *PLC*-конверторов, будет подвержен воздействию электромагнитных помех. Волоконно-оптический канал полностью устойчив к такого рода помехам.

2. Максимальная скорость передачи данных, при максимальной протяженности линии, без усилителей. В то время как волоконно-оптическая линия связи способна обеспечить на своей максимальной протяженности пропускную способность 10 Гбит/с, пропускная способность в *PLC*-канале будет ограничена скоростью чуть меньше, чем 10 Кбит/с из-за воздействия помех и угасания сигнала.

3. Сложность в работе относительно друг друга. В эксплуатации и интеграции однозначно проще работать с медным кабелем, он требует минимум инструментов и навыков от технического специалиста. В случае повреждения кабель с медной жилой легко и надежно срывается.

Во время эксплуатации и интеграции *FOCL* возникнут определенные требования к наличию дорогостоящих инструментов, например, точно понадобится: рефлектометр, сварочная станция, скалыватель, пигтейлы и другие расходники. Для работы с этими инструментами у технического специалиста должны быть определенные знания, навыки и опыт. В случае повреждения волоконно-оптического кабеля срывать его в полевых условиях будет проблематично, для таких работ необходимо подходящее рабочее место и достаточный уровень освещенности.

4. Простота диагностики. При применении *FOCL* становится возможным использование обрывных рефлектометров, они позволяют достоверно установить, на каком участке кабеля произошел обрыв. Если обрыва нет, а система не функционирует, отбросить эту причину и начать прорабатывать другие варианты.

При применении *PLC*-технологии можно отслеживать состояние линии по сопротивлению кабеля, однако это не всегда достоверный источник, и трактовать полученные результаты можно по-разному.

Представим достоинства и недостатки в виде результирующей таблицы.

Итоги сравнения *PLC* и *FOCL*

№ п/п	Категория	FOCL	PLC
1	Устойчивость к помехам	Да	Нет
2	Максимальная протяженность линии без усилителей	40 км	10 км
3	Максимальная скорость передачи данных, при максимальной протяженности линии, без усилителей	10 Гбит/с	10 Кбит/с
4	Сложность в работе относительно друг друга	Сложнее	Проще
5	Простота диагностики повреждений линии	Проще	Сложнее

Как видно, у каждой из технологий свои достоинства и недостатки, обе они подходят для нашей задачи. Кроме того, поскольку принцип, на котором строится работа этих технологий, совершенно различный, их можно дублировать, чтобы повысить надежность системы.

Список использованных источников и литературы

1. Camiresearch : сайт. – URL: https://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html (дата обращения: 21.02.2023).
2. Camiresearch : сайт. – URL: https://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS485_standard.html (дата обращения: 21.02.2023).
3. Султанов, В. В. Power-line communication. Часть 1 — Основы передачи данных по линиям электропередач // Хабр: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/company/directum/blog/515916/> (дата обращения: 21.02.2023).
4. ВОЛС (волоконно-оптические линии связи) // Skomplekt: сайт. – URL: <https://skomplekt.com/solution/vols.htm/> (дата обращения: 21.02.2023).
5. PLC модемы // Plcmodem : сайт. – URL: <https://plcmodem.ru/plc-modem> (дата обращения: 21.02.2023).
6. Преобразователь TCF-142-S-SC-T // Муха : сайт. – URL: <https://moha.ru/shop/converters/fiber/tcf-142/tcf-142-s-sc-t/> (дата обращения: 21.02.2023).

I. A. Mishchenko, Student
A. V. Tarutin, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Information technologies and automated systems
Perm National Research Polytechnic University

Increasing the range of the data transmission line in the Modbus network due to PLC and FOCL technologies

This article explores the possibility and methods of constructing a data transmission line under industrial operating conditions using RS-232/422/485 serial interfaces with a length greater than defined in the standards. The purpose of the article is to identify and evaluate the main advantages and disadvantages of Power Line Communication (PLC) and Fiber Optical Communication Line (FOCL) technologies as tools for increasing the maximum length of RS-232/422/485 lines.

Keywords: Modbus; PLC; FOCL; FOCL; serial interfaces.

В. В. Галимов, магистрант
В. Б. Гитлин, доктор технических наук, профессор, научный руководитель
Кафедра «Вычислительная техника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Постановка лабораторных работ на тему «Исследование влияния размера выборки, ширины окна и стандартного отклонения на результат восстановления плотности вероятности при применении метода парзеновского окна»

В статье проверяется влияние размера выборки, ширины окна и стандартного отклонения на результат восстановления плотности вероятности при применении метода парзеновского окна. Результатом данной работы является комплекс заданий для лабораторных.

Ключевые слова: плотность вероятности; восстановление; парзеновское окно; точность.

Статистический подход – один из старейших в теории классификации и служит базой для многих методов обучения.

Он опирается на то, что плотность распределения каждого признака классов известна. Но на практике такое встречается редко. Их приходится восстанавливать по обучающей выборке, что невозможно сделать очень точно. Один из методов такого восстановления называется *непараметрическим*, т. к. не опирается в своей основе на какие-либо известные факты о характере искомой плотности распределения и приводит к методу парзеновского окна [1, 2] (рис. 1).

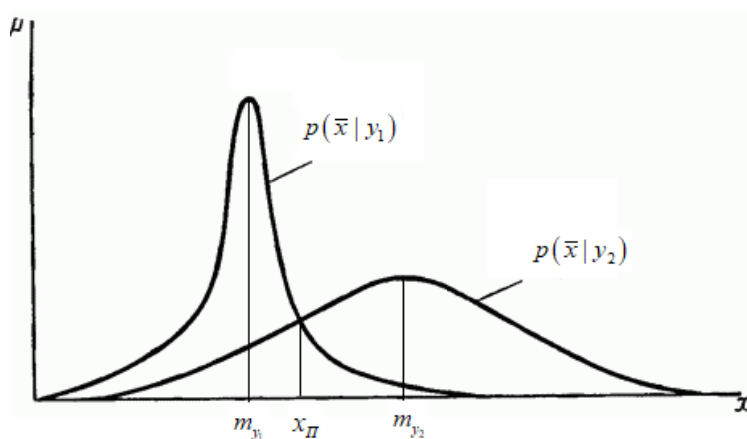


Рис. 1. Пример разграничение двух классов

В основе подхода лежит идея о том, что плотность выше в тех точках, в области которых сконцентрировано наибольшее количество объектов выборки.

Если размер выборки значительно превосходит количество вариантов элементарных исходов, то в качестве восстановленной по выборке плотности мы вполне можем использовать гистограмму значений выборки. В противном случае (например, непрерывном), данный подход не применим, т. к. плотность концентрируется вблизи обучающих объектов, и функция распределения претерпевает резкие скачки.

Для проведения исследования была разработана программа на языке python с применением библиотеки для визуализации результатов matplotlib [3, 4].

В качестве меры точности было использовано среднеквадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (x_i - y_i)^2}{n}}, \quad (1)$$

где x_i – это значение искомой плотности вероятности в i -й точке; y_i – значение восстановленной плотности вероятности в той же точке (рис. 2).

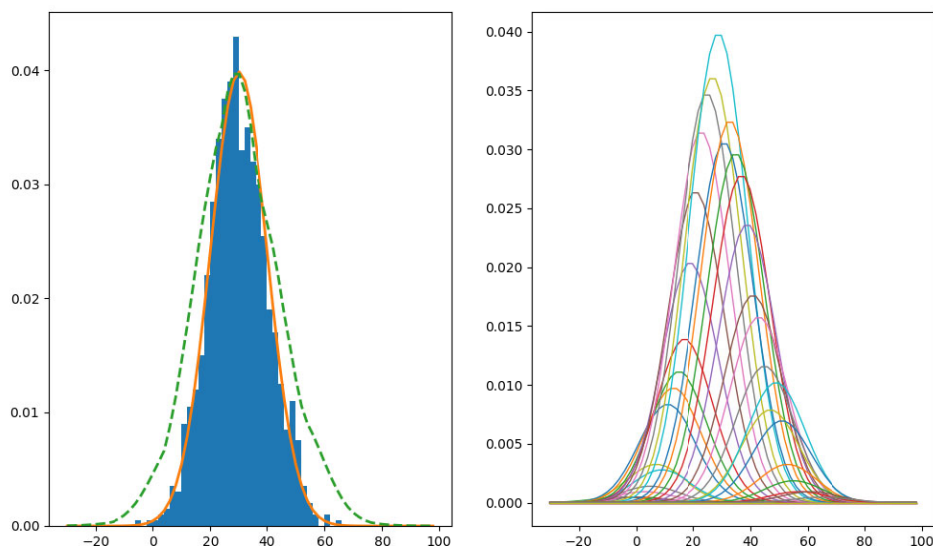


Рис. 2. Пример работы программы по восстановлению плотности вероятности: непрерывная линия на левом графике – искомая плотность; пунктирная линия на левом графике – плотность, которую получили; гистограмма на левом графике – гистограмма, построенная по сгенерированной выборке; графики функций на правом графике – наложение плотностей вероятностей для каждого столбца гистограммы с левого графика

При проведении эксперимента по выявлению зависимости СКО от ширины окна параметры нормального закона распределения, которым генерировалась выборка, совпадали с параметрами закона, используемого в качестве функции ядра (рис. 3–5).

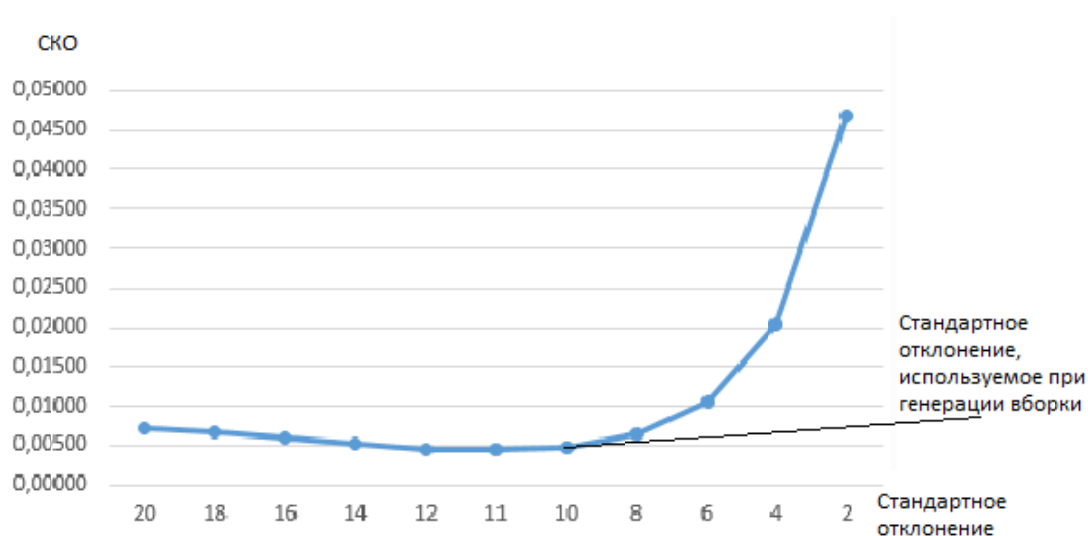


Рис. 3. Зависимость СКО от стандартного отклонения нормального закона

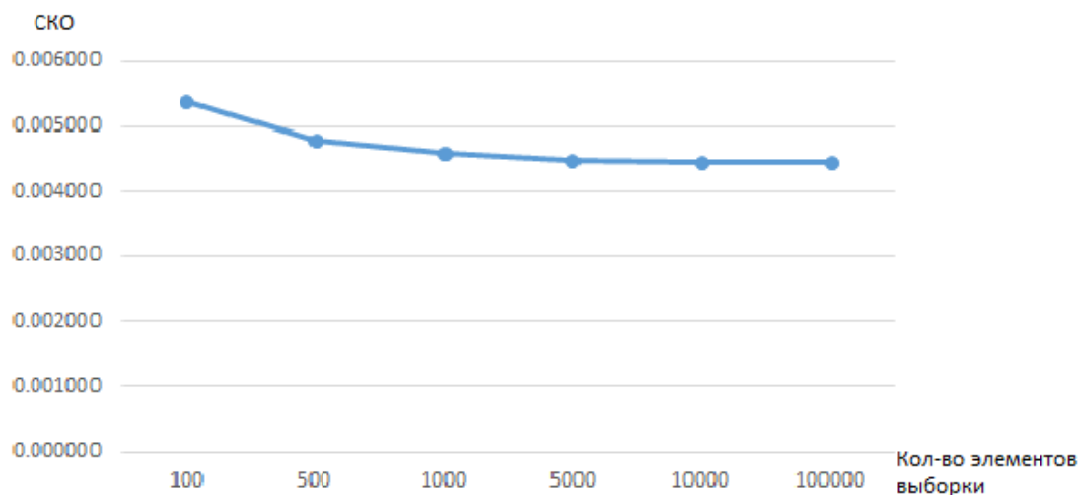


Рис. 4. Зависимость SKO от размера выборки

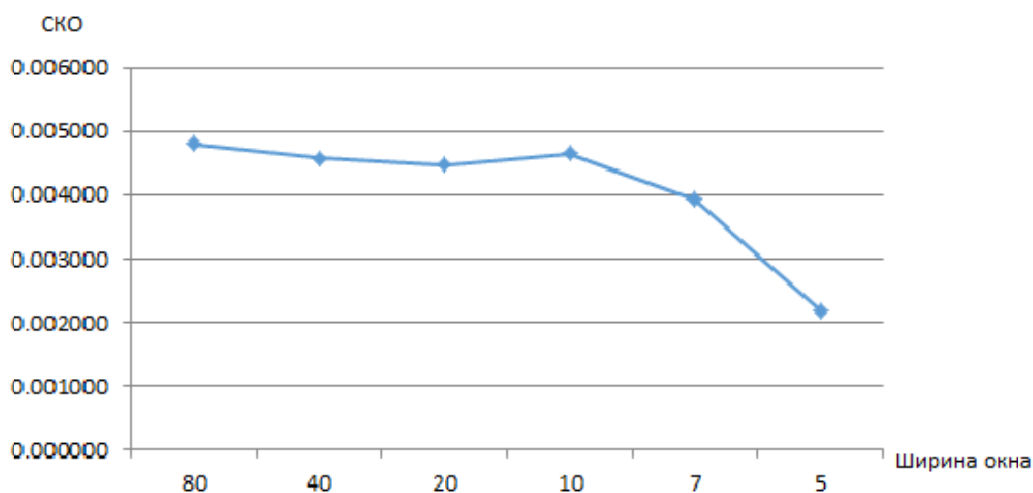


Рис. 5. Зависимость SKO от ширины окна

Проведение представленных в статье экспериментов даст студентам наглядное представление закономерностей, что способствует более глубокому усвоению материала в процессе обучения. Эксперименты направлены на наглядную демонстрацию факторов, влияющих на точность восстановления плотности вероятности. Более точное ее восстановление позволяет надежнее разграничить классы, что уменьшает ошибку классификации.

Список использованных источников и литературы

1. *Воронцов, К. В.* Лекции по статистическим (байесовским) алгоритмам классификации. – 39 с. – URL: <http://www.ccas.ru/voron/download/Bayes.pdf> (дата обращения: 20.09.2023).
2. *Ту, Дж.* Принципы распознавания образов / Дж. Ту, Р. Гонсалес. – Москва : Мир, 1978. – 414 с.
3. *Лутц, Марк.* Learning Python. – Т. 2, 5-е изд. – Москва : Диалектика, 2020. – 710 с.
4. *Абдрахманов, М. И.* Python. Визуализация данных. – Москва : Devpractice Team, 2020. – 413 с.

V. V. Galimov, Master's Degree Student
V. B. Gitlin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Scientific Adviser
Department of Computer Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Setting up laboratory work on the topic “Investigation of the influence of sample size, window width and standard deviation on the result of restoring the probability density using the Parzen window method”

This article tests the effect of sample size, window width, and standard deviation on the result of reconstructing the probability density using the Parzen window method. The result of this work is a set of tasks for laboratory.

Keywords: probability density; recovery; parzen window; precision.

А. К. Черных, студент
А. А. Калинин, магистрант
Е. Г. Булатова, кандидат физико-математических наук, доцент
Кафедра «Радиотехника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Использование информационных средств в курсовой работе по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

В статье рассмотрены различные информационные средства и их использование в учебном процессе технического вуза в рамках дисциплины «Теоретические основы электротехники». Показан процесс использования цифрового инструментария, который позволяет студентам справляться с задачами, поставленными в курсовой работе. Приведены примеры применения САД-программ для выполнения поставленных задач.

Ключевые слова: цифровые средства; схема электрическая принципиальная; моделирование; амплитудночастотная характеристика; фазочастотная характеристика; переходная характеристика.

В настоящее время в распоряжении пользователя имеется большое количество программ, позволяющих оперативно проводить виртуальное макетирование и исследование параметров и характеристик схем электрических принципиальных практически любой степени сложности. К списку подобных программ можно отнести *Electronic Workbench, MatLab\Simulink, Multisim, MicroCap, Altium Designer* и др. [1–4]. Названные программы позволяют оперативно проектировать электрические принципиальные схемы, анализировать характеристики аналоговых, цифровых и аналого-цифровых устройств. Программы анализируют нелинейные элементы по постоянному и переменному току, проводят расчеты переходных процессов и частотных характеристик. При этом возможно наглядное представление результатов.

В вузах подготовка специалистов осуществляется с помощью современной информационной среды, которая способствует формированию основных компетенций, необходимых для будущего инженера [5].

Актуальность статьи обусловлена необходимостью:

– анализа спектра программного обеспечения (в том числе, средств автоматизированного проектирования (САПР)) на предмет их основных критериев (таких как удобство и оптимальность в использовании) для оценки их преимуществ и недостатков и выявления наиболее подходящих программных продуктов в рамках выполнения курсовой работы по дисциплине «Теоретические основы электротехники»;

– разработки и внедрения в практику обучения современных информационных средств, способствующих формированию профессиональных навыков работы с программным обеспечением, позволяющим моделировать электрические схемы и симулировать их работу.

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Теоретические основы электротехники» содержит методические указания [6] к выполнению курсовой работы, основная цель которой – закрепление, обобщение, углубление и демонстрация знаний, полученных при изучении дисциплины. Курсовая работа обеспечивает создание базы для дальнейшей схемотехнической подготовки студентов, осуществляемой по дисциплинам «Теоретические основы радиотехники», «Радиотехнические системы», «Микропроцессорные устройства», «Цифровая обработка сигналов» и многих других дисциплинах специализации. В результате выполнения работы студент должен представлять себе связь между характеристиками цепи и искажениями сигналов при прохождении через эту цепь, знать методы расчета амплитуд-

ночастотной характеристики (АЧХ), фазочастотной характеристики (ФЧХ) и переходной характеристики электрических цепей.

Рассмотрим возможности использования цифрового инструментария в курсовой работе по дисциплине «Теоретические основы электротехники».

Для внедрения в учебный процесс был проведен тщательный анализ возможностей каждой из программ, приведенных в таблице, одним из важных критериев отбора было:

- простота использования;
- наглядность представления результатов работы;
- точность представления.

Назначение и область применения цифровых ресурсов в курсовой работе по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

Название цифрового инструмента	Область применения	Примеры использования
Altium Designer (altium.com)	Комплексная система автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств	Моделирование и разработка электрических схем и печатных плат
Microsoft Excel	Масштабный табличный процессор, предназначенный для обработки динамических форм, выполнения любого рода арифметических и операционных вычислений, позволяющий работать с электронными таблицами, собирать, преобразовывать и анализировать данные, проводить визуализацию информации, автоматизировать вычисления	Создание таблиц данных, построение графиков
MathCad	Программный пакет является мощным микрокалькулятором, позволяющим легко справляться с задачами инженерной практики, ежедневно встречающимися в работе	Решение алгебраических и дифференциальных уравнений, анализ функций, вывод таблиц и графиков при анализе найденных решений
MatLab	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений	Построение графиков, проведение матричных операций, моделирование линейных систем, проведение временного и частотного анализа
Advanced Grapher	Мощная и простая в использовании программа для построения графиков и их анализа. Программа с множеством настроек и функций, содержит все необходимое для решения самых сложных задач	Построение графиков в декартовых координатах, заданных формулой или таблицей значений. Нахождение нулей и экстремумов функций
Electronics Workbench	Один из самых известных пакетов схематического моделирования цифровых, аналоговых и аналогово-цифровых электронных схем высокой сложности, включает инструменты для моделирования, редактирования, анализа и тестирования электрических схем	Проведение анализа цепи по постоянному и переменному току, исследование переходных процессов при любом внешнем воздействии с помощью генераторов сигнала разной формы

Название цифрового инструмента	Область применения	Примеры использования
LTspice (он же SwitcherCAD)	SPICE-симулятор для проведения компьютерного моделирования работы аналоговых и цифровых электрических цепей, представляет собой универсальную среду для проектирования и создания электрических схем с интегрированным симулятором смешанного моделирования	Проведение моделирования работы электрических цепей, а также частотного анализа и анализа переходных процессов
Micro-Cap	Профессиональная программа аналогового, цифрового и смешанного моделирования и анализа цепей электронных устройств средней степени сложности	Проведение моделирования работы электрических цепей
Multisim	Популярный программный пакет, позволяющий моделировать электронные схемы и разводить печатные платы	Проведение моделирования работы электрических цепей, а также частотного анализа и анализа переходных процессов
Proteus VSM	Мощнейшая система автоматизированного проектирования, позволяющая виртуально смоделировать работу огромного количества аналоговых и цифровых устройств	Сборка схемы любого электронного устройства и симуляция его работы, выявление ошибок, допущенных на стадии проектирования и трассировки, создание трехмерной модели печатной платы

С помощью программы *Electronics Workbench* можно смоделировать исходную электрическую принципиальную схему из курсовой работы (рис. 1). Программа позволяет запустить анализ данной цепи для получения ее характеристик (рис. 2).

Таким образом, программу *Electronics Workbench* можно использовать для моделирования электрической схемы и проведения анализа электрической цепи и получения частотных и временных характеристик (АЧХ, ФЧХ, переходной характеристики) в рамках выполнения курсовой работы.

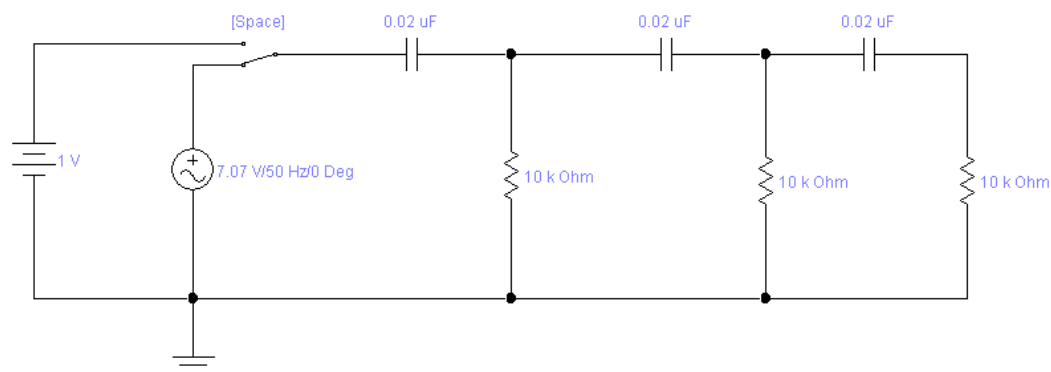
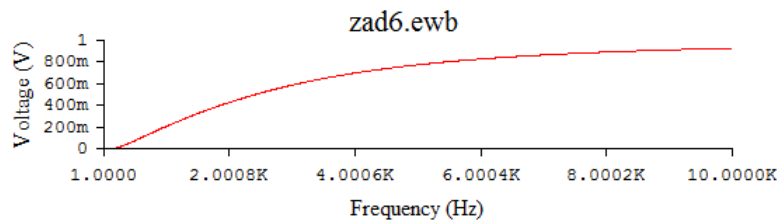
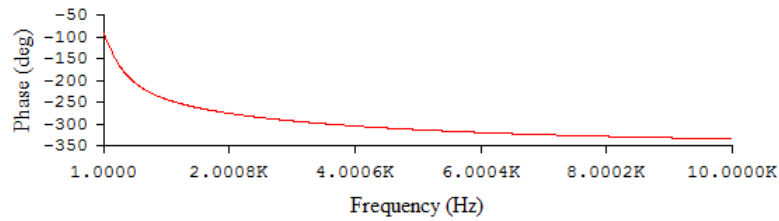


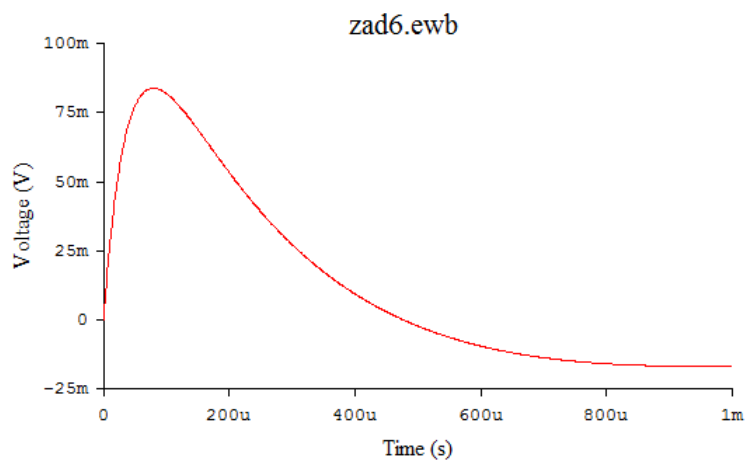
Рис. 1. Пример схемы электрической принципиальной, смоделированной в программе *Electronics Workbench*



a



b



v

Рис. 2. Графики характеристик схемы электрической принципиальной, полученные в программе *Electronics Workbench*: а – амплитудночастотная характеристика (АЧХ); б – фазочастотная характеристика (ФЧХ); в – переходная характеристика

Программа *Micro-Cap* также позволяет моделировать электрические схемы. Среди прочих программ аналогичного назначения она выделяется удобством интерфейса в сочетании с адекватностью результатов, что обусловлено ее совместимостью с известным пакетом *SPICE*, являющимся своеобразным эталоном по точности вычислений. *SPICE* (*Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*) идейно связана с одноименной программой моделирования, созданной около 30 лет назад в Калифорнийском университете.

В среде *Micro-Cap* студенты могут моделировать различные фильтры и снимать их характеристики. Например, на рис. 3 приведен фильтр верхних частот, смоделированный в среде *Micro-Cap*, а на рис. 4, 5 приведены его характеристики, симулированные этой программой.

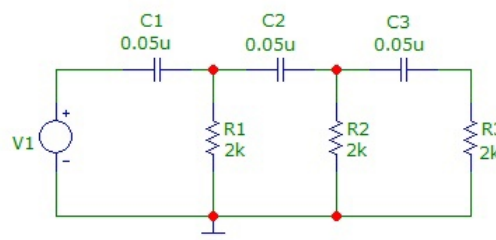


Рис. 3. Схема фильтра верхних частот (ФВЧ), смоделированная в программе *Micro-Cap*

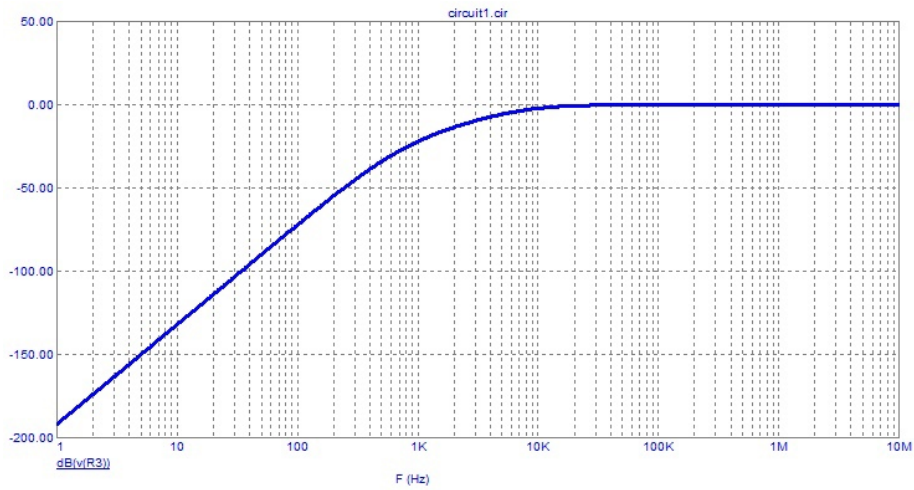


Рис. 4. График АЧХ фильтра верхних частот (ФВЧ), полученный в программной среде *Micro-Cap*

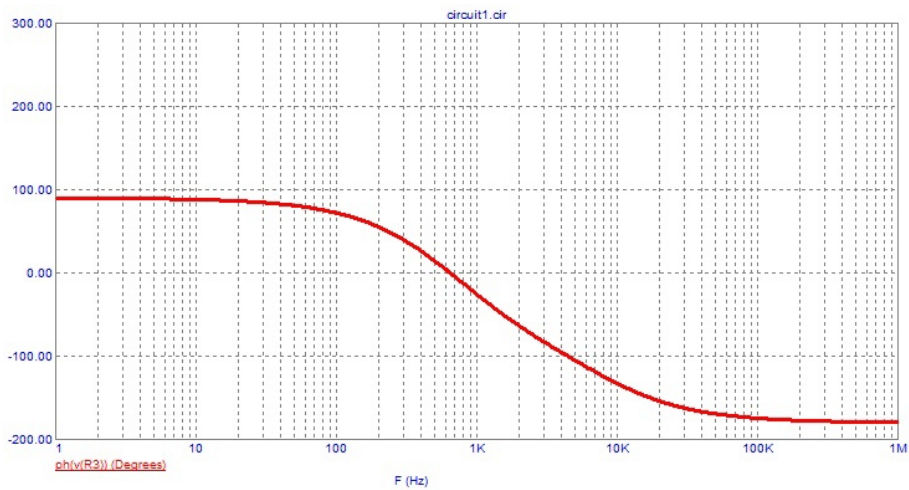


Рис. 5. График ФЧХ фильтра верхних частот (ФВЧ), полученный в программной среде *Micro-Cap*

На основании рассчитанных данных, полученных студентами в ходе выполнения курсовой работы, они могут строить графики АЧХ, ФЧХ в программе *Microsoft Excel*. График АЧХ, построенный в среде *Microsoft Excel* по рассчитанным значениям приведен на рис. 6, а на рис. 7 – график ФЧХ этого же фильтра.

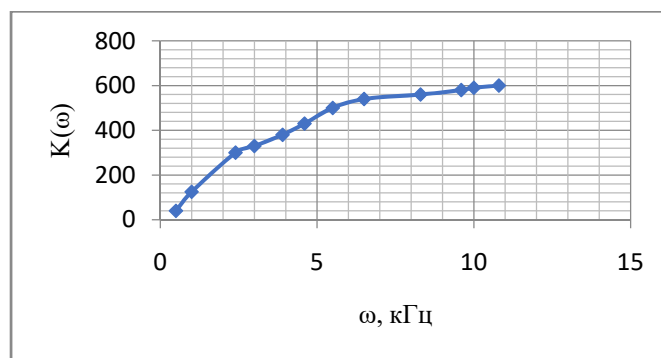


Рис. 6. График амплитудночастотной характеристики (АЧХ) фильтра верхних частот (ФВЧ), построенный в программной среде *Microsoft Excel*

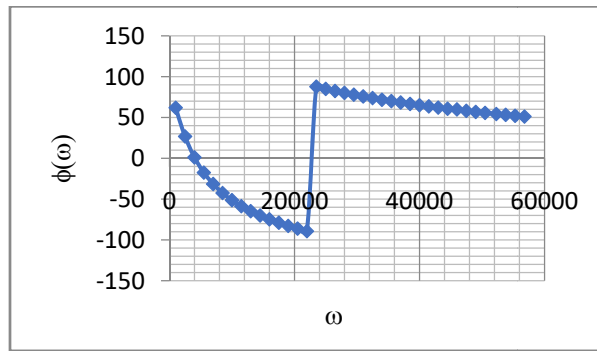


Рис. 7. График фазочастной характеристики (ФЧХ) фильтра верхних частот (ФВЧ), построенный в программной среде *Microsoft Excel*

Кроме моделирования и симулирования заданной цепи, студент может в некоторых программах проводить трассировку печатной платы и осуществлять ее 3D-моделирование. К одной из таких программ относится *Altium Designer*. Схема электрическая принципиальная, разработанная в данной программе представлена на рис. 8, на рис. 9 показана трассировка печатной платы, а на рис. 10 – ее 3D-модель.

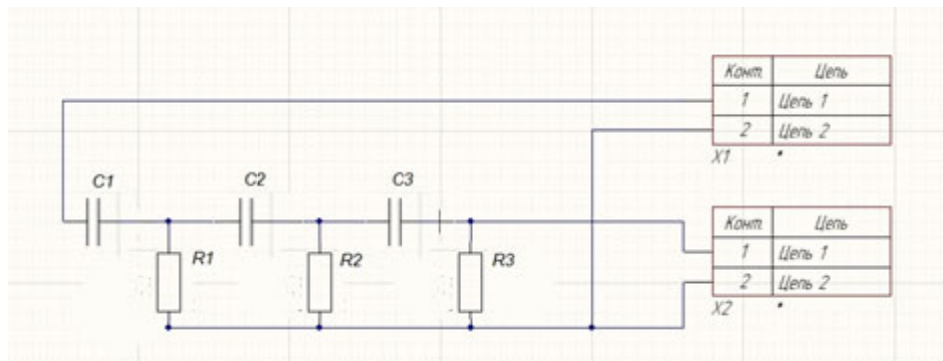


Рис. 8. Пример схемы электрической принципиальной, смоделированной в программе *Altium Designer*

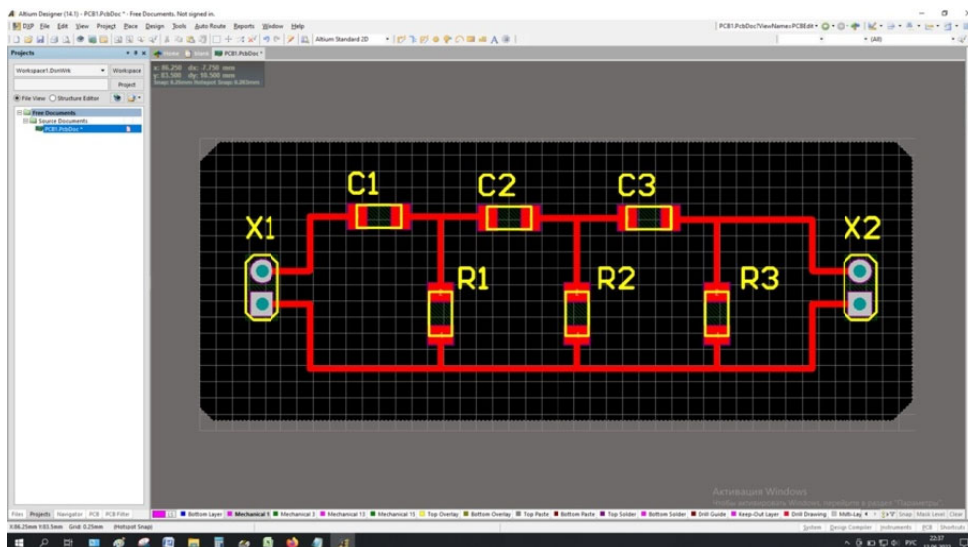


Рис. 9. Трассировка печатной платы, созданной на основе исходной схемы электрической принципиальной и смоделированной в программе *Altium Designer*

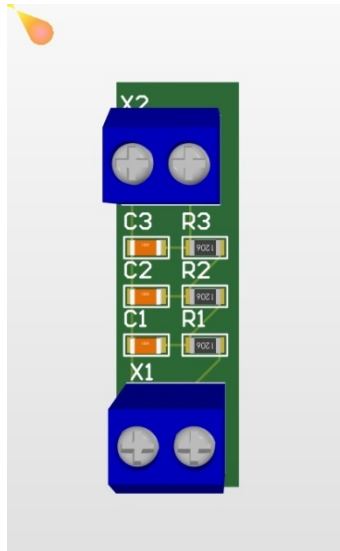


Рис. 10. 3D-модель печатной платы, созданной на основе исходной схемы электрической принципиальной и смоделированной в программе *Altium Designer*

Выводы

В данной работе был проведен анализ цифровых средств, которые могут быть использованы в рамках выполнения курсовой работы по дисциплине «Теоретические основы электротехники». Рассмотрены возможности использования соответствующего программного обеспечения и сферы его применения. Представлены примеры применения САД-программ для моделирования электрических схем и симуляции их частотных и временных характеристик.

Список использованных источников и литературы

1. Штин, А. А. Электротехнические дисциплины в среде моделирования Multisim: лабораторный практикум : учеб. пособие. – Ижевск : Изд-во ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова, 2016. – 220 с.
2. Кобрин, Ю. П. Знакомство с САПР Micro-Cap v12 Evaluation : учеб. пособие. – Томск : ТУСУР, 2018. – 55 с. – URL: <https://edu.tusur.ru/publications/8507> (дата обращения: 10.04.2023).
3. Применение программы схемотехнического моделирования Electronics Workbench 4 / сост.: Г. П. Корнилов, Ю. А. Кирпичников. – Магнитогорск : МГТУ имени Г. И. Носова, 2002. – Ч. 1. – URL: <https://magtu-err.narod.ru/literature/EWB.pdf> (дата обращения: 10.04.2023).
4. Сохор, Ю. Н. Моделирование устройств в LTSpice : учеб.-метод. пособие. – Псков : Издательство ППИ, 2008. – 165 с. – URL: https://www.studmed.ru/view/sohor-yun-modelirovanie-ustroystv-v-rakete-ltspiceswcad_5dcbe84cd2d.html (дата обращения: 10.04.2023).
5. Баранова, О. А. Информационные технологии и программные средства в системе высшего образования / О. А. Баранова, В. Е. Жужжалов // NovaInfo. – 2013. – № 11. – URL: <https://novainfo.ru/article/1572> (дата обращения: 20.04.2023).
6. Теоретические основы электротехники: методические рекомендации к курсовой работе : учеб.-метод. пособие / сост.: Е. Г. Булатова, В. А. Сидорина. – Ижевск : Изд-во УИР ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова, 2022. – 40 с.

A. K. Chernyh, Student

A. A. Kalinin, Student

E. G. Bulatova, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Department of Radio Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**The use of information tools in the course work
on the discipline “Theoretical foundations of electrical engineering”**

In the presented article, various information tools and their use in the educational process of a technical university within the framework of the discipline “Theoretical foundations of electrical engineering” were considered. The process of using digital tools is shown, which allows students to cope with the tasks set in the course work. Examples of the use of CAD programs to perform tasks are also given.

Keywords: digital tools; electrical circuit; modeling; amplitude-frequency response; phase-frequency response; transient response.

А. А. Карелин, студент
Е. А. Семенов, студент
А. Ю. Вдовин, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Вычислительная техника»
А. А. Зыкин, аспирант
Кафедра «Радиотехника»
Р. А. Хатбуллин, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Сети связи и телекоммуникационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка приложения для управления программируемыми приборами с помощью SCPI-команд

В статье представлена разработка приложения для операционной системы Astra Linux, обеспечивающего удаленное управление программируемыми приборами. Приведен пример отправленного набора команд для настройки генератора частоты. Проведен анализ затрачиваемого времени для управления прибором вручную и посредством разработанного приложения.

Ключевые слова: удаленное управление; Astra Linux; TCP; SCPI; Qt; приложение.

Введение

В связи с повсеместной автоматизацией [1–3] созданы и получают все более широкое распространение программируемые приборы (например, приборы компании *Rohde&Schwarz*¹), соответственно, существует необходимость удаленного управления этими приборами. Одним из вариантов дистанционного управления приборами является использование команд SCPI, отправляемых, например, по протоколу TCP [4].

Протокол TCP

TCP – это сокращение от *Transmission Control Protocol* (протокол управления передачей). *TCP* обозначает набор стандартизированных правил для обмена данными между различными устройствами *в сети*.

На основе TCP создан сетевой протокол *Telnet* [5]. Данный протокол часто используют для удаленного подключения к приборам. В состав многих ОС (*Windows, Linux*) входят утилиты *telnet* (и подобные им), имеющие минималистичный интерфейс, схожий с командной строкой, и реализующие клиентскую часть протокола.

SCPI-команды

Стандарт команд программируемого инструмента (англ. *Standard Commands for Programming Instruments, SCPI*) был принят в 1990 г. *SCPI* определяет стандартные правила сокращения ключевых слов, используемых в качестве команд. Ключевые слова могут быть использованы либо в полной (например, *FREQuency 30000* – установит частоту прибора на 30МГц), либо в сокращенной форме (*FREQ 30000*) [6]. Аргументы команд разделяются запятой. Стандарт *SCPI* оперирует моделью программируемого прибора.

Команды *SCPI* можно, конечно, вводить вручную с помощью утилиты *telnet*. Но степень автоматизации работы с прибором такой вариант повышает незначительно и удобства его весьма ограничены. Возникает очевидная идея создания программы, позволяющей отправлять на прибор достаточно большие наборы заранее подготовленных последовательных команд (записанных, например, в текстовый файл).

Подключение и удаленное управление прибором

Удаленное управление прибором осуществляется внутри локальной сети. Для примера рассмотрим подключение к генератору частоты с IP-адресом 192.168.0.195 и портом 5025. В связи с существующими тенденциями к импортзамещению приложение разработано для отечественной ОС *Astra Linux*¹. Поскольку для приложения крайне желателен удобный графический интерфейс, то для его создания была выбрана свободная среда разработки Qt *Creator*. Для соединения по протоколу *TCP* средствами Qt используется модуль *Network*, соединение осуществляется посредством сокетов. Для инициализации сокета программы используем класс *QTcpSocket*, который позволяет получать и отправлять данные на заданные IP-адрес и порт. Схема взаимодействия с приборами представлена на рис. 1.

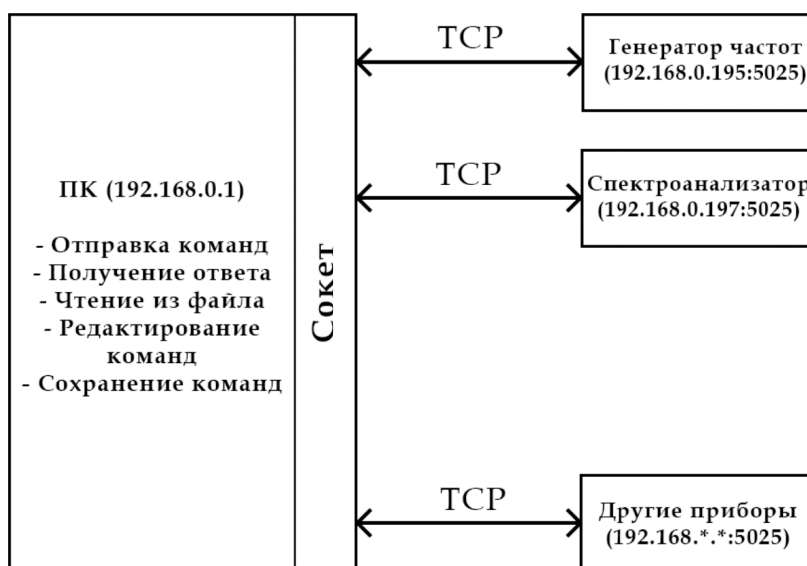


Рис. 1. Схема взаимодействия

Графический интерфейс программы

Интерфейс (рис. 2) условно поделен на зоны: подключения, загрузки файла, редактирование команд, сохранение команд и логи (область вывода служебных сообщений).

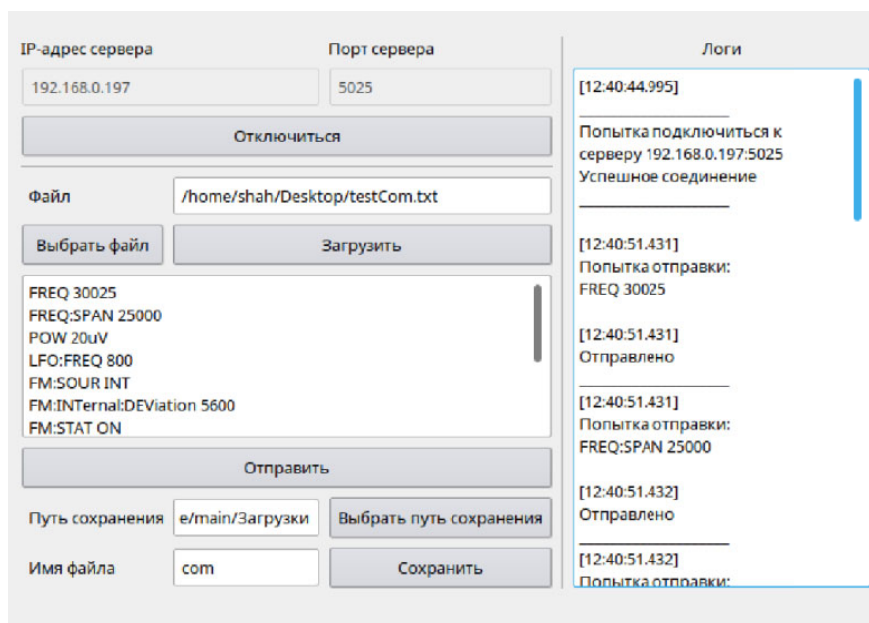


Рис. 2. Внешний вид программы

¹URL: <https://astralinux.r>

Зона подключения содержит 2 поля: «IP-адрес сервера» и «Порт сервера», одну кнопку – «Подключиться», которая после подключения заменяется на кнопку «Отключиться».

Область загрузки файла содержит поле для ввода и отображения адреса файла команд. Кнопки «Загрузить» и «Выбрать файл» с соответствующими функциями.

Область редактирования команд предназначена для выгрузки команд из файла и внесения правок при необходимости. К данной области можно отнести кнопку «Отправить».

Область сохранения файла содержит поле с директорией сохранения файла и поля с именем сохраняемого файла, а также двух кнопок: «Выбрать путь сохранения» и «Сохранить».

Описание работы с программой

Первый шаг пользователя – это ввод IP-адреса и номера порта прибора для подключения к нему. Далее пользователь нажимает кнопку «Подключиться», после чего получает сообщение в поле «Логи» об успешном соединении, либо об ошибке соединения. В случае ошибки пользователь может попытаться переподключиться. Далее пользователь может выбрать способ ввода команд: вручную или загрузить из файла. Во втором случае пользователю необходимо нажать кнопку «Выбрать файл» и выбрать необходимый файл в соответствующем диалоговом окне или ввести полный адрес текстового файла. После этого пользователь нажимает кнопку «Загрузить», которая записывает набор команд из текстового файла в область редактирования команд. После проверки и дополнительного редактирования команд (при необходимости) пользователь нажимает кнопку «Отправить», после чего команды построчно считываются и отправляются на указанный IP-адрес, а программа выводит сообщение об успешной отправке или возникшей проблеме.

Пример работы программы

На рис. 2 и 3 представлены примеры работы программы с генератором частоты.

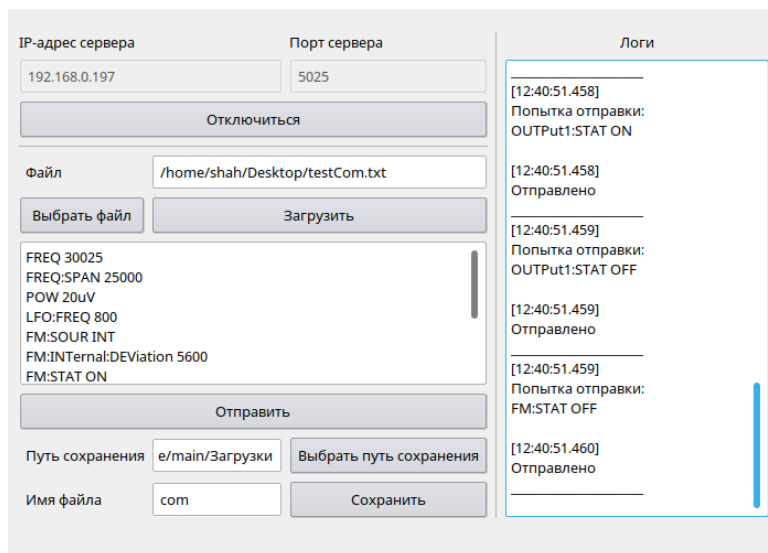


Рис. 3. Результат работы программы после отправки команд

Ввод команд был осуществлен посредством чтения файла, после чего набор команд был отправлен по указанному адресу. В поле «Логи» выведены сообщения об успешной отправке каждой команды, тем временем на приборе были установлены соответствующие отправленным командам настройки.

Анализ затрачиваемого времени

Был проведен эксперимент, в котором опытный оператор выполнил настройку прибора вручную, что заняло примерно 37 секунд. Затем была произведена отправка набора ко-

манд, соответствующего той же настройке, посредством созданной программы, что заняло примерно 7 секунд от нажатия кнопки «Подключиться» до отправки последней команды.

Выводы

Таким образом, была разработана программа, обеспечивающая удаленное управление приборами по протоколу *TCP*. Был рассмотрен пример настройки генератора частоты посредством созданной программы. Сравнительный анализ затрачиваемого времени показал, что при достаточно большом наборе команд настройка прибора посредством созданного приложения может занимать в несколько раз меньше времени по сравнению с настройкой прибора вручную. Применение подобных программ по сравнению с использованием стандартных утилит позволяет, помимо повышения скорости управления, минимизировать ошибки, связанные с влиянием человеческого фактора.

Список использованных источников и литературы

1. *Деревягин, А. В.* Разработка АРМ контроля сильноточных параметров полевых транзисторов для систем электропитания / А. В. Деревягин, В. А. Рыжков, М. А. Примак // Электропитание. – 2011. – № 3. – С. 50–53.
2. *Строков, А. И.* Автоматизированная система сбора данных с датчиков давления и управление процессом их калибровки / А. И. Строков, А. А. Бардасов, П. А. Львов // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2016. – № 10 (92). – С. 232–234.
3. *Годовников, Е. А.* Разработка SCADA-системы управления электронной нагрузкой / Е. А. Годовников, Р. Т. Усманов // Вестник Югорского государственного университета. – 2017. – № 3 (46). – С. 60–63.
4. Знакомство с языком SCPI. – URL: https://rfmw.em.keysight.com/spdhelpfiles/33500/webhelp/ru/content/_I_SCPI/00%20scpi_introduction.htm (дата обращения: 16.04.2023).
5. telnet : сайт. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows-server/administration/windows-commands/telnet> (дата обращения: 8.04.2023).
6. Список команд и запросов SCPI в алфавитном порядке. – URL: https://rfmw.em.keysight.com/spdhelpfiles/33500/webhelp/ru/content/_Home_Page/Commands_by_Subsystem.htm (дата обращения: 6.04.2023).

A. A. Karelin, Student

E. A. Semenov, Student

A. Yu. Vdovin, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Department of Computer Engineering

A. A. Zykin, Post-graduate

Department of Radio Engineering

R. A. Khatbullin, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Department of Communication Networks and Telecommunication Systems

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of an application for controlling programmable devices using SCPI commands

The article presents the development of an application for the Astra Linux operating system for remote control of programmable devices. An example of a sent set of commands for setting up a frequency generator is given. The analysis of the time spent to control the device manually and by means of the developed application is carried out.

Keywords: remote control; Astra Linux; TCP; SCPI; Qt; program.

А. Е. Дедков, аспирант
Д. А. Андриков, кандидат технических наук, доцент
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), г. Москва

Обзор методов преобразования, извлечения и классификации данных электроэнцефалограммы для идентификации когнитивных процессов

Рассматриваются методы измерения когнитивной нагрузки, расположение электродов на голове. Изложена методика преобразования и извлечения признаков из полученных сигналов электроэнцефалограммы и проанализированы подходы к их классификации.

Ключевые слова: методы измерения когнитивной нагрузки; SWAT; NASA-TLX; SMEQ; RSME; ЭЭГ; преобразование и извлечение признаков из полученных сигналов ЭЭГ; классификация сигналов ЭЭГ; анализ независимых компонент (ICA); метод главных компонент (PCA); AutoEncoder (AE); преобразование Фурье (FT); вейвлет-преобразование (WT).

Введение

В данной статье рассмотрены методы измерения когнитивной нагрузки и подходы к обработке и классификации полученных данных электроэнцефалограммы (ЭЭГ). На данный момент отмечен значительный рост исследовательского интереса к ЭЭГ, как нейродинамического чувствительного ко времени биомаркера, который помогает обнаружить аномалии, связанные с когнитивным снижением и слабоумием [1].

В 1997 г. Американской академией неврологии был опубликован отчет [2], в котором было широко оценено использование количественных методов в аналитике ЭЭГ. Например, использование частотного анализа при обнаружении деменции.

На данный момент существуют следующие методы измерения когнитивной нагрузки: субъективное шкалирование (SWAT, NASA-TLX, SMEQ, RSME); анализ ошибок (показатели производительности и поведенческие показатели); психофизиология (ЭДА, ВСР, ЭЭГ, ФМРТ).

Использование ЭЭГ как биомаркера имеет много преимуществ: инвазивное, недорогое и портативное оборудование. Но существуют и такие проблемы, как получение надежных показателей и разработка стандартной шкалы для метрик ЭЭГ, которую можно использовать независимо от использованного оборудования [3].

На сегодняшний день в клинической электроэнцефалографии используют две основные системы расположения электродов на голове: международная система «10-20» и модифицированные схемы (Gibbs, Юнга и др.) с уменьшенным количеством электродов. Выбор системы расположения зависит от решаемой задачи.

При измерении ЭЭГ необработанные данные могут содержать помехи, которые можно разделить: систематические артефакты и связанные с пациентами (физиологические). В связи с этим возникает потребность в эффективной фильтрации полученных данных для сохранения информации ЭЭГ без помех и артефактов для получения более достоверной информации [4].

Существуют следующие методы фильтрации данных и подавления шума: вейвлет-преобразования; частотная фильтрация; адаптивная фильтрация; регрессионные методы; фильтрация Винера; методы слепого разделения источников (ICA, PCA) [4].

Наиболее распространенные методы извлечения признаков: анализ независимых компонент (ICA), метод главных компонент (PCA), AutoEncoder (AE), преобразование Фурье (FT), вейвлет-преобразование (WT) [11–16].

Вейвлет-преобразования все шире используются для исследования когнитивных способностей мозга. В работе [17] был проведен эксперимент, в котором проделана попытка оценить умственную нагрузку с помощью вейвлет-преобразований ЭЭГ-сигналов для оценки умственной нагрузки. В эксперименте приняли участие восемь здоровых студентов и аспирантов мужского пола в возрасте от 21 до 24 лет. Сигналы ЭЭГ записывались с сагиттальных электродов (Fz, Cz и Pz). В ходе эксперимента установлено, что увеличение когнитивных задач задерживает время, в течение которого центральная нервная система работает наиболее активно.

В работе [18] было показано, как вейвлет-преобразования позволяют преодолеть недостатки анализа Фурье, что позволило рассчитать характеристики синхронизации ERP (фазовую синхронизацию). В данной работе предложен метод, основанный на анализе фазовой вейвлет-синхронизации отдельных компонентов ERP в условиях дифференциации различных степеней концентрации внимания у здоровых лиц для оценки слухового ERP.

На данный момент вейвлет-анализ востребован в области психофизиологии для анализа коротких эпох ЭЭГ и быстрых процессов мозговой деятельности человека.

Для классификации сигналов ЭЭГ используются следующие методы машинного обучения [5–10]:

- многослойный перцептрон (MLP),
- метод случайного леса (RF),
- штабелированный автокодер (SAE),
- байесовские методы (BM),
- свёрточная нейронная сеть (CNN) и рекуррентная нейронная сеть (RNN),
- нечеткий регулятор (FS),
- пространственная фильтрация (CSP),
- линейный дискриминантный анализ (LDA),
- метод опорных векторов (SVM),
- метод k ближайших соседей (KNN),
- ядерный метод и их другие комбинации.

В работе [19] были проведены эксперименты по использованию популярных моделей машинного обучения для распознавания ЭЭГ. Для экспериментов выбрали четыре наиболее распространенные модели, а именно: многослойный перцептрон, сверточную нейронную сеть, долгосрочную память и закрытую рекуррентную единицу. В качестве данных были взяты из EEG-BCI Motor Imagery Dataset, в котором записаны данные по представлению движения рук и ног.

Во время экспериментов установлено, что некоторые каналы более важны, чем другие, после чего были переобучены модели, которые использовали только эти каналы (F7, F8, FT7, FT8, T9, TP7, TP8 и FC). Получены следующие результаты: CNN – 88,8 %, MLP – 85,7 %, GRU – 78,7 % и LSTM – 65,2 %.

В общем виде классификаторы можно разделить на классические модели и модели глубокого обучения (таблица).

Результаты работы различных алгоритмов

Преобразование и извлечение признаков	Алгоритм машинного обучения	Задача	Данные	Точность, %
ASR	DCP+CAE+GB	Классификация моторных изображений (MI)	BCI Competition IV 2b dataset	95 [5]
ANFIS + MFFV	LDA	Классификация моторных изображений (MI)	Graz Data Set for BCI 2003 Competition	80 [6]
CSP	LDA	Классификация моторных изображений (MI)	BCI Competition IV 2b dataset	80 [7]
CSP	SBLFB	Классификация моторных изображений (MI)	BCI Competition IV 2b dataset	81,7 [8]

Преобразование и извлечение признаков	Алгоритм машинного обучения	Задача	Данные	Точность, %
CNN	SAE	Классификация моторных изображений (MI)	BCI Competition IV 2b dataset	– [9]
FBCSP	RF	Классификация моторных изображений (MI)	The Graz data set B of BCI	69 [10]
ICA	LPM	Классификация моторных изображений (MI)	BCI Competition IV 2b dataset	60 [11]
PCA	ANN	Классификация данных по 5 различным когнитивным задачам: 1) Базовая задача. 2) Буквенная задача. 3) Математическая задача. 4) Задача визуального подсчета. 5) Задача поворота геометрических фигур)	Colorado state University website	64 [12]

Выводы

На сегодняшний день существует множество методов измерения когнитивной нагрузки, и одним из источников для решения задач когнитивной нагрузки являются сигналы ЭЭГ. Во время работы с данными ЭЭГ можно решить такие задачи, как выбор метода для обработки и извлечения признаков (ICA, PCA, AE, FT, WT и другие); выбрать алгоритм классификации данных (MLP, RF, SAE, BM, CNN, RNN, FS, CSP, LDA, SVM, KNN и др.

Один из вариантов [20] – использовать вейвлет-преобразования с методами искусственных нейронных сетей. Каждая задача имеет свои особенности, которые стоит учитывать, и поэтому такой подход приводит к многоступенчатым системам обработки данных [20].

Основываясь на вышесказанном, возникает вопрос о разработке новой методики по использованию методов машинного обучения обработки и классификации сигналов ЭЭГ для идентификации когнитивных процессов мозга.

Список использованных источников и литературы

1. Neuronal network disintegration: common pathways linking neurodegenerative diseases / R. M. Ahmed [et al.] // *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. – 2016. – Vol. 87. – No. 11. – С. 1234–1241.
2. Nuwer, M. Assessment of digital EEG, quantitative EEG, and EEG brain mapping: Report of the American Academy of Neurology and the American Clinical Neurophysiology Society [RETIRED] // *Neurology*. – 1997. – Vol. 49. – No. 1. – Pp. 277–292.
3. Meghdadi, A. H. EEG analytics: benefits and challenges of data driven EEG biomarkers for neurodegenerative diseases / A. H. Meghdadi, M. S. Kari. – Pp. 1280–1285.
4. Биометрические данные и методы машинного обучения в диагностике и мониторинге нейродегенеративных заболеваний: обзор / И. А. Ходашинский [и др.] // *Компьютерная оптика*. – 2022. – Т. 46. – №. 6. – С. 988–1020.
5. Mirzaei, S. EEG motor imagery classification using dynamic connectivity patterns and convolutional autoencoder EEG motor imagery classification using dynamic connectivity patterns and convolutional autoencoder / S. Mirzaei, P. Ghasemi // *Biomedical Signal Processing and Control*. – 2021. – Vol. 68. – С. 102584.
6. Hsu, W. Y. EEG-based motor imagery classification using neuro-fuzzy prediction and wavelet fractal features // *Journal of Neuroscience Methods*. – 2010. – Vol. 189. – No. 2. – Pp. 295–302.
7. Common spatial pattern and linear discriminant analysis for motor imagery classification / Wu S. L. [et al.] // *IEEE Symposium on Computational Intelligence, Cognitive Algorithms, Mind, and Brain (CCMB)*. – IEEE, 2013. – Pp. 146–151.

8. Sparse Bayesian learning for obtaining sparsity of EEG frequency bands based feature vectors in motor imagery classification / Zhang Y. [et al.] // International journal of neural systems. – 2017. – Vol. 27. – No. 02. – Pp. 1650032.
9. Tabar, Y. R. A novel deep learning approach for classification of EEG motor imagery signals / Y. R. Tabar, U. Halici // Journal of neural engineering. – 2016. – Vol. 14. – No. 1. – Pp. 016003.
10. Random forest and filter bank common spatial patterns for EEG-based motor imagery classification / M. Bentlemsan [et al.] // 5th International conference on intelligent systems, modelling and simulation. – IEEE, 2014. – Pp. 235–238.
11. Winkler, I. Automatic classification of artifactual ICA-components for artifact removal in EEG signals / I. Winkler, S. Haufe, M. Tangermann // Behavioral and brain functions. – 2011. – Vol. 7. – Pp. 1–15.
12. EEG signal classification using principal component analysis with neural network in brain computer interface applications / R. Kottaimalai [et al.] // IEEE international conference on emerging trends in computing, communication and nanotechnology (ICECCN). – IEEE, 2013. – Pp. 227–231.
13. Extracting and composing robust features with denoising autoencoders / P. Vincent [et al.] // Proceedings of the 25th international conference on Machine learning. – 2008. – Pp. 1096–1103.
14. Li, W. Palmprint identification by Fourier transform / W. Li, D. Zhang, Z. Xu // International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence. – 2002. – Vol. 16. – No. 04. – Pp. 417–432.
15. Fast wavelet transformation of EEG / S. J. Schiff [et al.] // Electroencephalography and clinical neurophysiology. – 1994. – Vol. 91. – No. 6. – Pp. 442–455.
16. Supervised locally linear embedding / De Ridder D. [et al.] // Artificial Neural Networks and Neural Information Processing – ICANN/ICONIP 2003: Joint International Conference ICANN/ICONIP 2003 Istanbul, Turkey, June 26–29, 2003 Proceedings. – Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2003. – Pp. 333–341.
17. Murata, A. An attempt to evaluate mental workload using wavelet transform of EEG // Human Factors. – 2005. – Vol. 47. – No. 3. – Pp. 498–508.
18. Possibilities of wavelet-synchronization method for estimation of the spatial distribution of components of auditory evoked potentials in healthy subjects / A. S. Romanov [et al.] // Zhurnal Vysshei Nervnoi Deiatelnosti Imeni IP Pavlova. – 2011. – Vol. 61. – No. 1. – Pp. 112–118.
19. Analyzing EEG Data with Machine and Deep Learning: A Benchmark / D. Avola [et al.] // Image Analysis and Processing – ICIAP 2022: 21st International Conference, Lecce, Italy, May 23–27, 2022, Proceedings, Part I. – Cham : Springer International Publishing, 2022. – Pp. 335–345.
20. Вейвлет-анализ в нейродинамике / А. Н. Павлов [и др.] // Успехи физических наук. – 2012. – Т. 182. – №. 9. – С. 905–939.

A. E. Dedkov, Post-graduate

B. A. Andrikov, PhD in Engineering, Associate Professor

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN), Moscow

Review of methods of transformation, extraction and classification of EEG data for the identification of cognitive processes

Methods of measuring cognitive load, the location of electrodes on the head are considered. The method of transformation and extraction of features from the received EEG signals is described and approaches to their classification are analyzed.

Keywords: methods of measuring cognitive load; SWAT; NASA-TLX; SMEQ; RSME; EEG; transformation and extraction of features from received EEG signals; classification of EEG signals; analysis of independent components (ICA); principal component method (PCA); AutoEncoder (AE); Fourier transform (FT); wavelet-conversion (WT).

Р. Р. Садыков, технический директор
ООО «ДИ «Роботикс Автоматизация»
В. Х. Ясовеев, доктор технических наук, профессор
Кафедра «Электронная инженерия»
Ш. С. Сафинов, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Техническая кибернетика»
Уфимский университет науки и технологий

Актуальность применения шариковых расходомеров в нефтегазовой отрасли

Рассматривается актуальность применения шариковых расходомеров в нефтегазовой отрасли и технические особенности новой отечественной разработки в данной области.

Ключевые слова: шариковый расходомер жидкости; LC-контур; гетеродинный резонанс; критерий привлекательности; радишариковый расходомер; аддитивные технологии.

Нефтегазовая отрасль – это одна из самых важных отраслей в мировой экономике, точное измерение расхода нефти, нефтепродуктов и сжиженного газа в процессе их транспортировки имеет огромное значение для точного учета жидких продуктов и обеспечения безопасности [1]. В этом контексте расходомеры становятся незаменимым инструментом.

Для выбора типа расходомера по способу преобразования расхода в электрический сигнал предлагаем использовать такой параметр, как критерий привлекательности (K_{π}).

Критерий привлекательности расходомера, выпускаемого серийно и используемого в различных отраслях промышленности и экономики, может быть принят во внимание и учтен инвестором и/или участником освоения серийного производства изделия нового типа. Критерий должен учитывать рыночную стоимость, динамический диапазон измерения расхода и предел допустимой погрешности измерения:

$$K_{\pi} = \frac{D}{C} \cdot \Pi,$$

где $D = Q_{\max} / Q_{\min}$ – динамический диапазон измерения расхода, в котором обеспечивается заявленная допустимая приведенная погрешность измерения Π , %; C – отпускная стоимость прибора, тыс. руб.

Данные о крупнейших российских и иностранных производителях приборов учета расхода и количества жидкости для анализа использованы из открытых источников. Учтены только те типы расходомеров, которые имеют электрический выходной сигнал и, значит, могут использоваться в системах автоматизированного контроля расхода и количества жидкости и управления технологическими процессами в различных отраслях экономики.

Следует отметить, что критерий привлекательности K_{π} (с точки зрения удобства и совместимости, а также практического использования расходомера в автоматизированных системах контроля и управления объектами) должен учитывать вид выходного сигнала.

Например, выходной сигнал электромагнитного первичного преобразователя расхода электропроводящей жидкости представляет собой напряжение постоянного тока очень малой величины (единицы милливольт), которое требуется нормировать прецизионным усилителем постоянного тока с токовым выходом. Только после этого его можно передать по двухпроводной линии на необходимое расстояние. Если электронная система контроля конкретного параметра технологического объекта или электронная система автоматизированного управления многомерным промышленным объектом является цифровой, то выходной

аналоговый сигнал первичного датчика (нормированный ток электромагнитного расходомера) должен быть преобразован в двоичный код. Значит, использование электромагнитного расходомера неизбежно влечет за собой применение аналого-цифрового преобразователя, что повышает себестоимость изделия в целом, увеличивает погрешность измерения и снижает его термостабильность, требует применения стабилизированного и устойчивого к воздействию температуры окружающей среды электропитания и аналого-цифрового преобразователя.

В электромагнитном расходомере используется источник (генератор) стабильного магнитного поля, что ведет к значительному усложнению конструкции прибора в целом и проблеме стабилизации магнитного потока как по температуре, так и по времени.

Единственным преимуществом электромагнитных расходомеров перед шариковыми, турбинными и вихревыми является чистый проточный канал, т. е. без каких-то элементов конструкции. Это делает его пригодным для расходомерии сильно загрязненных сред (сточные воды, канализация и т. п.).

Отсутствие в проточном канале элементов конструкции свидетельствует об очень низких гидродинамических потерях в расходомере по сравнению с шариковыми, турбинными и вихревыми. Но это преимущество частично нейтрализуется нечувствительностью электромагнитного расходомера к низким расходам, когда напряжение постоянного тока между электродами становится очень малым, соизмеримым с помехами, наводимыми внешними магнитными и электромагнитными полями.

Следствием недостаточной чувствительности электромагнитных расходомеров к низким расходам является использование на трубопроводах расходомеров меньшего диаметра. Например, на трубах Ду-100 устанавливают расходомеры Ду-40, что вызывает те же гидродинамические потери и нивелирует преимущества электромагнитного метода измерения расхода – отсутствие в проточном канале элементов конструкции.

К числу недостатков электромагнитных расходомеров следует отнести необходимость футеровки внутренней поверхности проточного канала диэлектриком (например фторопластом). Эта технологическая операция требует применения специального оборудования и приводит к удорожанию изделия.

Если выполнить сравнительную оценку турбинных расходомеров, используемых очень широко в промышленности, то следует отметить, что, во-первых, все турбинные расходомеры имеют узкий динамический диапазон измерений Q_{\max}/Q_{\min} , обычно не превышающий 6–8, очень редко – до 10 с погрешностью измерения более 1 %; во-вторых, используется подшипниковый узел, что снижает ресурс (не более 5 лет); в-третьих, применение магнитно-индукционного датчика вместе с трением скольжения в подшипниках делает расходомер неработоспособным на низких расходах жидкости, требует использование импульсного усилителя в составе прибора.

Единственное положительное свойство турбинных расходомеров – это частотный выходной импульсный сигнал, как и у шарикового преобразователя, но только с использованием импульсного нормирующего усилителя.

С точки зрения инвестора проекта освоения производства расходомеров жидкости, турбинные имеют привлекательность, заключающуюся в том, что их изготовление возможно без применения современных материалов и технологий, т. е. можно обойтись традиционными процессами резания металлов (токарным, фрезерным), литьем, штамповкой.

Вихревые расходомеры жидкости являются широко используемым типом расходомеров, который основывается на измерении количества вихрей, образующихся в жидкости при ее прохождении через расходомер. Главными преимуществами вихревых расходомеров являются высокая точность измерений, широкий диапазон измеряемых расходов, возможность измерения как чистых, так и загрязненных жидкостей, а также отсутствие подвижных деталей, что увеличивает надежность и снижает износ.

Однако у вихревых расходомеров есть и некоторые недостатки. Например, они более подвержены ошибкам измерения при наличии в жидкости твердых включений, таких как песок или мусор. Кроме того, вихревые расходомеры могут требовать более высоких затрат на

установку и обслуживание, чем некоторые другие типы расходомеров. Необходимо учитывать, что вихревые расходомеры могут иметь ограниченную работоспособность при высоких температурах или давлениях, что может быть недостатком в некоторых ситуациях.

Ультразвуковые расходомеры жидкости имеют несколько преимуществ перед другими типами расходомеров. Во-первых, они не имеют движущихся частей, что делает их более надежными и долговечными. Во-вторых, они могут измерять поток жидкости без прямого контакта с ней, что делает их полезными в приложениях, где жидкость агрессивна или находится в труднодоступных местах. В-третьих, они могут обрабатывать данные в реальном времени, что позволяет операторам быстро реагировать на изменения потока жидкости.

Недостатки ультразвуковых расходомеров жидкости заключаются в том, что они могут быть более дорогими, чем другие типы расходомеров; могут быть менее точными в измерении потока жидкости с высоким содержанием газов и пузырьков. Кроме того, ультразвуковые расходомеры могут быть подвержены влиянию внешних факторов, таких как температура и механические воздействия, что может повлиять на их точность.

Среди разных типов расходомеров особенно востребованными представляются шариковые расходомеры, имеющие ряд преимуществ: низкая себестоимость, относительно широкий диапазон измерения и возможность использования в различных условиях эксплуатации. Шариковые расходомеры являются более надежными при измерении объемного расхода и объема загрязненных, неоднородных сред с механическими примесями, а также коррозионных сред, таких как кислоты, щелочи, их растворы и соли [2]. Шариковые расходомеры работают по принципу вращения шарика во вращающейся в кольцевом канале жидкости. Вращение шарика фиксируется электронной частью расходомера [3].

В нефтегазовой отрасли важно использование взрывозащищенных расходомеров, чтобы обеспечить безопасность при работе с горючими и взрывоопасными материалами. Такие расходомеры имеют дополнительные элементы защиты, которые могут предотвратить возникновение опасных ситуаций.

Известные [4] серийно выпускаемые для атомной промышленности шариковые расходомеры «Шторм-8А» и «Шторм-32М» (регистрационный номер 5706-08 в Государственном реестре средств измерений) уступают турбинным расходомерам по рабочему диапазону расходов и пределу допускаемой основной приведенной погрешности измерения:

- для «Шторм-8А» в диапазоне расходов от 2 до 8 м³/ч, %: ±1,5;
- для «Шторм-32М» в диапазоне расходов от 8 до 10 м³/ч, %: ±2,5;
- для «Шторм-32М» в диапазоне расходов от 10 до 50 м³/ч, %: ±1,5;
- для «Шторм-32М» с первичным преобразователем ШАДР-32М2 в диапазоне расходов от 8 до 10 м³/ч, %: ±2,2;
- для «Шторм-32М» с первичным преобразователем ШАДР-32М2 в диапазоне расходов от 10 до 50 м³/ч, %: ±1,0.

Использование тяжелого ферромагнитного шарика и применение магнитоиндукционного способа формирования выходного импульсного сигнала в шариковых расходомерах «Шторм-8А» и «Шторм-32М» делают невозможной работу преобразователя в горизонтальном положении и резко снижают динамический диапазон измерения расхода жидкости Q_{\max}/Q_{\min} и увеличивают погрешность измерения расхода жидкости Q , м³/ч.

Разработкой простого, надежного и взрывозащищенного расходомера с более широким диапазоном измерения занялось Уфимское предприятие «ДИ Роботикс Автоматизация» совместно с Уфимским университетом науки и технологий (УУНиТ). Были разработаны и запатентованы [5] новый метод регистрации движения шарика в расходомере и, как показано на рис. 1, конструкция гидромеханической части расходомера, состоящая из винтообразного струенаправляющего аппарата 2 и кольцевого канала между корпусом 1 и ступицей 3. Метод основан на радиотехническом эффекте гетеродинного резонанса. Шарик 4 изготавливается из диэлектрического материала. В корпус шарика помещается колебательный LC-контур 5, рассчитанный на заданную резонансную частоту. Колебательный LC-контур не соприкасается с измеряемой жидкостью и разделен слоем диэлектрика, из которого изготов-

лен шарик. Полость в шарике, внутри которого находится LC -контур, рассчитывается так, чтобы шарик имел плавучесть в жидкости, близкую к нулевой. Корпус расходомера I изготавливается из диэлектрического материала, внутри которого размещается катушка индуктивности колебательного контура микромощного генератора высокой частоты.

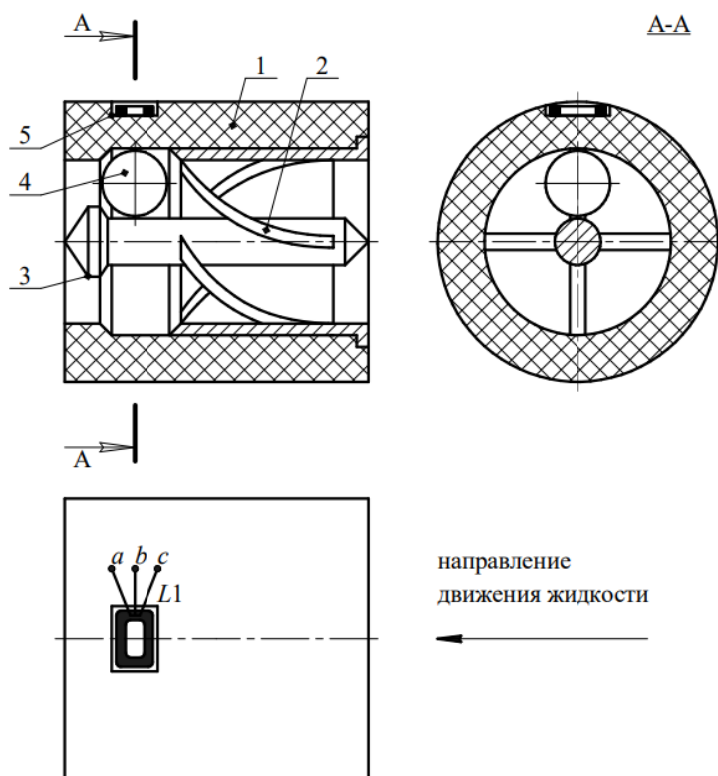


Рис. 1. Гидромеханическая часть расходомера

Резонансная частота колебательного контура генератора настраивается максимально близко к резонансной частоте LC -контура шарика. В момент прохождения шарика возле катушки генератора происходит амплитудное поглощение электромагнитного поля, что приводит к падению напряжения в цепи детектора и возникновению импульса на выходе компаратора (рис. 2). Частота выходных импульсов строго равна частоте вращения шарика в канале расходомера.

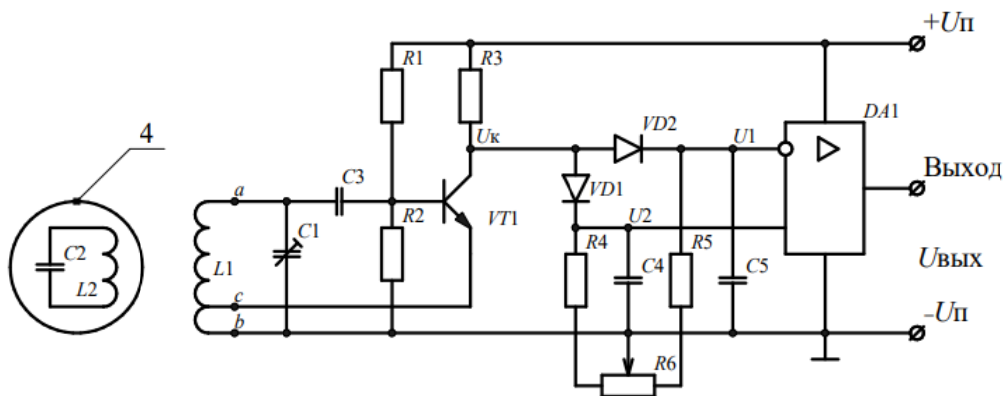


Рис. 2. Принципиальная схема электронной части расходомера

Данный метод позволяет избежать электрического взаимодействия электронных цепей с жидкостью, что необходимо для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности расходомера.

Обзор и анализ продукции производителей приборов учета жидкостей (из открытых источников) позволяют утверждать, что шариковые расходомеры нового типа для расходо-

метрии различных жидкостей значительно более предпочтительны к серийному производству, чем турбинные, вихревые, ультразвуковые и шариковые расходомеры известных производителей. В таблице приведены ожидаемые коэффициенты привлекательности $K_{\Pi} = D/C \cdot \Pi$ шариковых расходомеров нового типа и этот же коэффициент, усредненный по величине, расходомеров известных типов, $D_y \leq 40$.

Коэффициенты привлекательности различных типов расходомеров

Тип	Турбинные	Электромагнитные	Вихревые	Ультразвуковые	Шариковые	Шариковые нового типа
K_{Π}	1,103	7,26	0,82	2,42	0,055	12,6

Из таблицы видно, что шариковый расходомер по коэффициенту привлекательности K_{Π} более предпочтителен к внедрению в серийное производство. Только электромагнитные расходомеры по этому коэффициенту приближаются к шариковым расходомерам нового типа. Это хорошо иллюстрирует диаграмма на рис. 3, где по оси ординат отражена величина коэффициента привлекательности K_{Π} , а по оси абсцисс различные типы расходомеров.



Рис. 3. Показатели коэффициента привлекательности для различных типов расходомеров

Многочисленные лабораторные испытания опытных образцов радишарикового расходомера жидкости подтвердили значительно больший динамический диапазон измерения частоты вращения шарика в кольцевом канале (от 50 до 70) и четкость формирования выходного импульсного сигнала. Частота следования выходных импульсов пропорциональна расходу и легко оцифровывается без применения аналого-цифрового преобразователя. Гидромеханическая часть расходомера, в частности струенаправляющий аппарат, изготавливается групповым способом литья в термопластавтомате, корпус из диэлектрического материала – литьем в термопластавтомате или методом промышленной 3D-печати (аддитивных технологий, методами *FDM* или *SLA*). Для серийного производства шариковых расходомеров это очень эффективно как экономически, так и с инновационной точки зрения.

Список использованных источников и литературы

1. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации :

федер. закон [от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ; ст.5; ред. jт 13.07.2015 г.] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (дата обращения: 20.09.2023).

2. *Кремлёвский, П. П.* Расходомеры и счётчики количества. Изд. 3-е. – Ленинград : Машиностроение, 1975.

3. ГОСТ 15528–86 Средства измерений расхода, объёма или массы протекающих жидкости или газа // Меганорм. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294836/4294836578.htm> (дата обращения: 20.09.2023).

4. *Реут, В. И.* Новые решения в конструкции шариковых расходомеров / В. И. Реут, Ю. М. Федорова // Приборы. – 2016. – № 7 (193). – С. 37–40.

5. Патент RU 2761416 С1, МПК G01F 1/05. Универсальный шариковый расходомер жидкости / Пущенко Д. Н., Садыков Р. Р., Сафинов Ш. С. ; заявители и патентообладатели ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», ООО «ДИ «Роботикс Автоматизация». Опубл. 08.12.2021 г., бюл. № 34.

R. R. Sadykov, Technical Director
LLC “DI Robotics Automation”

V. H. Yasoveev, Doctor of Engineering Sciences, Professor
Department of Electronic Engineering

S. S. Safinov, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Technical Cybernetics
Ufa University of Science and Technology

The relevance of the use of ball flow meters in the oil and gas industry

The relevance of the use of ball flow meters in the oil and gas industry and the technical features of a new domestic development in this area are considered.

Keywords: ball liquid flow meter; LC circuit; heterodyne resonance; attractiveness criterion; radio ball flow meter; additive technologies.

Д. В. Лифантьев, аспирант
Кафедра «Автоматизация и информационные технологии в управлении»
Рязанский государственный радиотехнический университет им. В. Ф. Уткина

Система определения местоположения ведущего на основе триангуляции с использованием ультразвуковых сенсоров

В работе представлена система определения положения ведущего: пеленга на объект и расстояния до него.

Ключевые слова: ультразвук; триангуляция; следование; угол; ведущий.

В робототехнике одной из важных задач является определение положения ведущего, т. к. это является одним из простых способов, который позволяет автоматизировать движение робота по маршруту. Роботу необходимо следовать за ведущим, человеком или роботом, который лучше определяет безопасный маршрут для всей колонны. Исследования ведутся во множестве областей, например [7]: сельское хозяйство, добыча полезных ископаемых, строительство, транспортировка, роботы-помощники, чрезвычайные службы.

Во всех этих областях возможно применение транспортных средств (ТС) для автономного передвижения. Основной мотивацией для автоматизации такого типа задачи, как управление ТС является снижение расходов на персонал и исключение негативных человеческих факторов.

Стоит отметить, что движение за ведущим существенно упрощает задачу и позволяет использовать существенно более дешевые средства технического зрения (рис. 1–3).

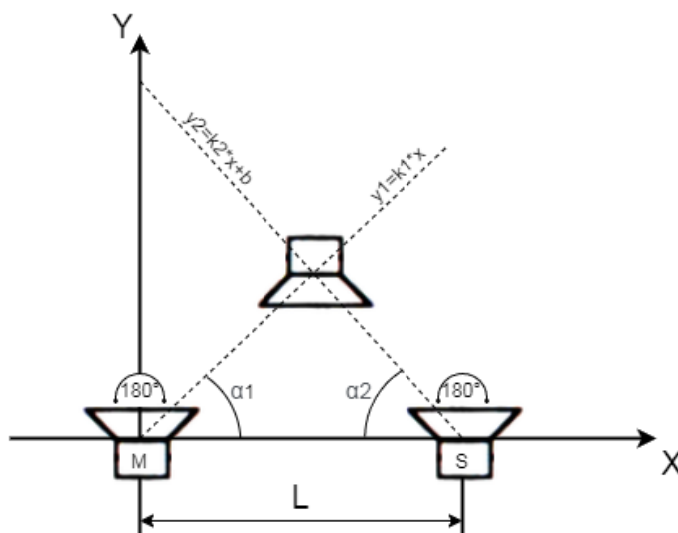


Рис. 1. Схема работы применяемого на плоскости триангуляционного метода

Система состоит из двух модулей приема ультразвукового излучения с вращающимся ультразвуковым сенсором, установленных на базе известной длины L и излучающего модуля (маяка), положение которого необходимо определить.

Направление на излучатель определяется по методу максимума: при вращении сенсора определяется направление, на котором был зафиксирован максимум мощности излучения, этот угол принимается за угол направления на объект.

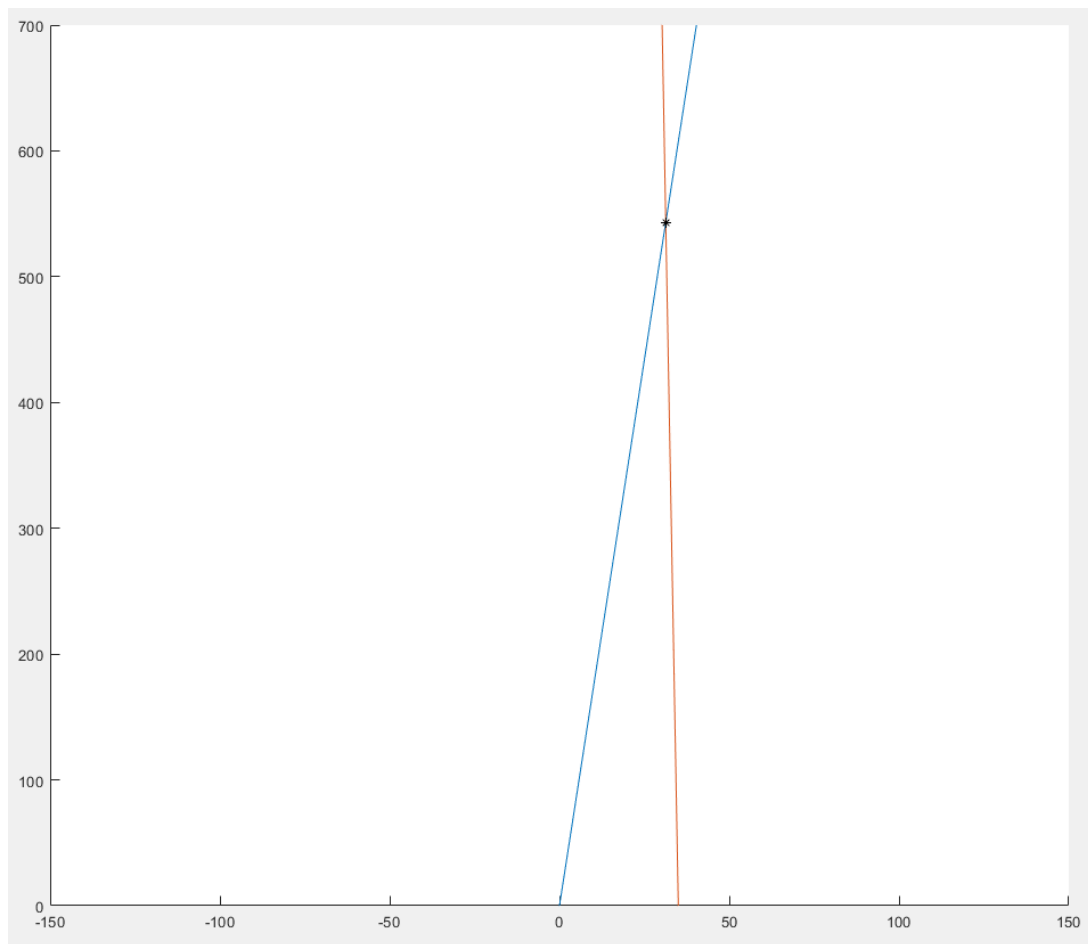


Рис. 2. Компьютерная модель применяемого алгоритма

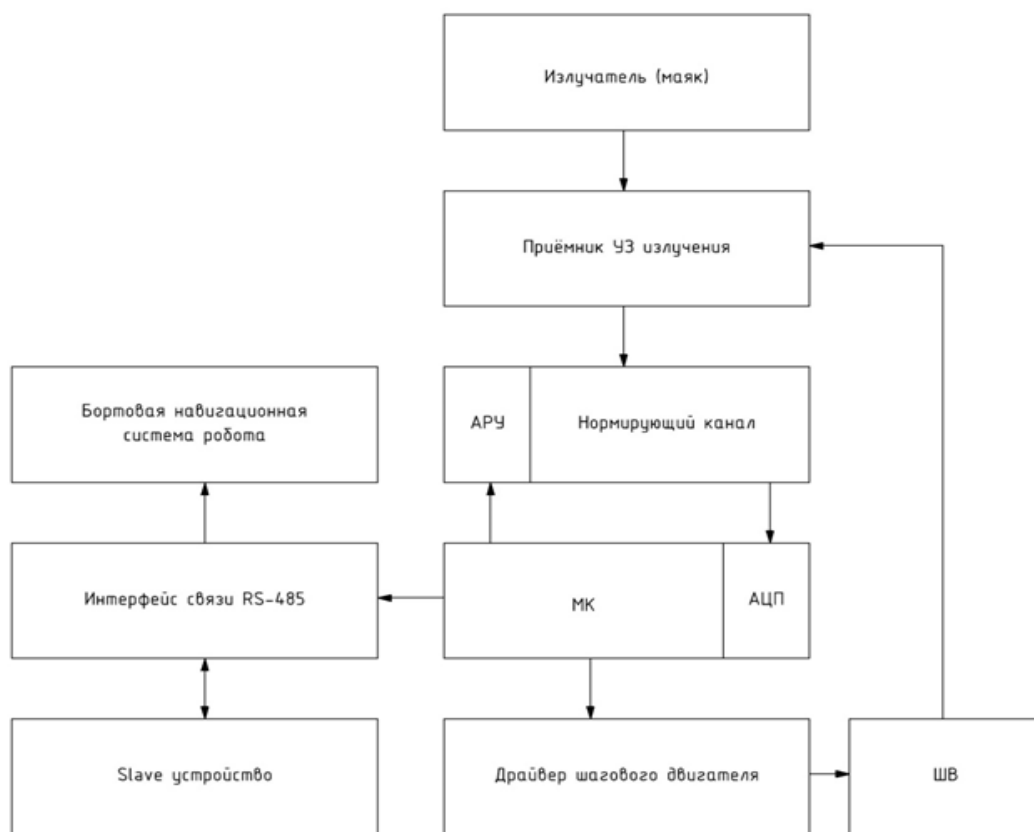


Рис. 3. Структурная схема устройства

Определение положения излучателя сводится к решению следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} y1 = k1 \cdot x; \\ y2 = k2 \cdot x + b; \\ y > 0. \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} k1 &= \operatorname{tg}\left(\infty1 \cdot \frac{\pi}{180}\right); \\ k2 &= \operatorname{tg}\left(\infty2 \cdot \frac{\pi}{180}\right); \\ b &= -L \cdot k2. \end{aligned} \quad (2)$$

Если $k2 \rightarrow \infty$, то $x = L$

$$\begin{cases} x = \frac{b}{k1 - k2}; \\ y = k1 \cdot x. \end{cases} \quad (3)$$

Для определения направления с максимальным уровнем излучения приемники будут совершать вращение в плоскости перемещения робота. Для вращения приемников используется шаговый двигатель (ШД), т. к. он дает хорошую точность по углу поворота без использования обратной связи. Если ШД имеет $2 \cdot N$ шагов на оборот, то:

$$\infty1 = \frac{Ni1}{N} \cdot 180, \text{ где } Ni1 - \text{ шаг, на котором зафиксирована максимальная мощность УЗ-}$$

излучения на первом приемнике.

$$\infty2 = \frac{Ni2}{N} \cdot 180, \text{ где } Ni2 - \text{ шаг, на котором зафиксирована максимальная мощность на}$$

втором приемнике.

Алгоритм работы системы:

1. Излучающий модуль испускает ультразвуковые пачки с частотой 10 Гц.
2. На приемных модулях производится поочередное вращение вала двигателя против/по часовой стрелке на 180° .
3. На каждом шаге проверяется наличие принимаемого сигнала, при его наличии производится запись и обработка.
4. По окончании вращения в текущем направлении master передает сообщение о готовности приема данных на slave.
5. Проверяется значение уровня максимального принятого сигнала на каждом приемнике, если оно равно нулю, то коэффициент усиления увеличивается. Если оно не равно нулю, то производится перерасчет коэффициента усиления автоматической регулировки усиления.
6. На модуле master производится прием данных с slave устройства, для дальнейшей обработки и отправки на бортовую навигационную систему робота.

Спроектированная система, примененная на практике, позволила определять направление и дальность до излучателя.

Список использованных источников и литературы

1. Костров, Б. В. Искусственный интеллект и робототехника / Б. В. Костров, В. Н. Ручкин, В. А. Фулин. – Москва : Диалог-Мифи, 2008. – С. 178–184.
2. Бесконтактные средства локальной ориентации роботов / С. М. Власов [и др.]. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2017. – 169 с.
3. Котюк, А. Ф. Датчики в современных измерениях. – Москва : Радио и связь, 2006.
4. Румянцев, А. А. Ультразвуковой дальномер: помощь людям с ограниченными возможностями // Молодой ученый. – 2020. – № 27 (317). – С. 106–111. – URL: <https://moluch.ru/archive/317/72373/> (дата обращения: 20.12.2022).

5. Система технического зрения для автоматического ориентирования и позиционирования мобильного робота / Д. А. Юдин [и др.] // Робототехника и техническая кибернетика – 2014. – № 1. – С. 70–75.

6. Миниахметов, Р. М. Обзор алгоритмов локального позиционирования для мобильных устройств / Р. М. Миниахметов, А. А. Рогов, М. Л. Цымблер // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. – 2013. – № 2. – С. 83–96.

7. Захарова, Е. А. Структура информационно-измерительного комплекса определения взаимного положения ведущего и ведомого транспортного средства и его калибровка // Интеллектуальные системы в производстве. – 2022. – № 1 (20). – С. 13–21.

D. V. Lifantiev, Post-graduate

Department of Automation and Information Technologies in Management
Ryazan state radio engineering university named after V.F. Utkin, Ryazan

Leader positioning system based on triangulation with ultrasonic sensors

This paper presents a system for determining the position of the master bearing to the object and the distance to it.

Keywords: ultrasound; triangulation; following; angle; leading.

И. С. Пономарев, магистрант
С. В. Клишин, кандидат физико-математических наук, доцент
Кафедра «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Исследование процесса измерения параметров ненапыленного резонатора твердотельного волнового гироскопа

В работе исследуется процесс измерения параметров ненапыленного резонатора твердотельного волнового гироскопа, а именно возможность измерения колебаний с помощью оптического метода. Рассматриваются существующие измерительные системы, обосновывается выбор способа измерения колебаний и датчиков перемещения, а именно фотоприемников, предназначенных для измерения колебаний резонатора. Предложен вариант возбуждения резонатора механическим воздействием. Особое внимание уделяется разработке схемы измерительной системы. Приводятся план экспериментов и результаты одного эксперимента с механическим возбуждающим элементом измерительной системы. Разрабатываемая измерительная система позволит оценивать физические параметры ненапыленного кварцевого полусферического резонатора посредством измерения его колебаний.

Ключевые слова: измерительная система; физические параметры резонатора; колебания резонатора; датчики перемещения; фотоприемники; механический возбуждающий элемент; твердотельный волновой гироскоп.

Цель данной работы: оценить физические параметры ненапыленного кварцевого полусферического резонатора посредством измерения его колебаний.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- 1) Произвести анализ существующих измерительных систем, используемых для измерения параметров резонатора.
- 2) Обосновать выбор датчиков перемещения, предназначенных для измерения колебаний резонатора.
- 3) Промоделировать процесс измерения параметров «ненапыленного» резонатора в программе MATLAB.
- 4) Спроектировать и собрать макет, произвести натурный эксперимент.

Существующие измерительные системы, используемые в балансировке чувствительного элемента ТВГ, позволяют измерять колебания резонатора, на который нанесена металлическая пленка (напыление). Но остается неизвестным вопрос: каким образом технологические процессы напыления внутренней части полусферы, шлифовка, полировка и химическое травление влияют на характеристики резонатора? Неизвестно, какие погрешности несут в себе эти процессы, т. е. насколько сильно данные воздействия изменяют параметры резонатора. Недостаточная точность оценки параметров резонатора и неизвестность этих параметров на ранних этапах производства является основой данной проблемы.

На данный момент существуют четыре измерительные системы, используемые в балансировке и в измерении физических параметров¹:

- на основе LCard;
- СКФП;
- на основе 8-электродной пуш-пульной системы управления;
- на основе пьезодатчика.

Все эти системы, кроме системы на основе пьезодатчика, позволяют воздействовать на резонатор и получать информацию о колебаниях резонатора с помощью электрического метода съема информации и возбуждения стоячей волны в резонаторе, с помощью электродов емкостного типа. В пьезодатчиках используется механический метод, который каким-либо образом может повлиять на изменение параметров резонатора. Поэтому на данных установках измерение физических параметров ненапыленного резонатора невозможно. Как мы видим, реализованных оптических измерительных систем пока что нет.

Для того чтобы можно было измерять колебания ненапыленного резонатора, необходимо создать специальную измерительную систему, которая позволит производить измерения колебаний резонатора на предшествующим балансировке этапам. С помощью такой системы можно будет выявить, как влияют производственные процессы на физические параметры резонатора, а также произвести контроль параметров на ранних этапах производства, который позволит поддерживать высокие характеристики резонатора в целом. Такая разработка позволит выявить и предусмотреть минусы технологических процессов, будет способна повысить точность оценки физических параметров благодаря оценке этих параметров у ненапыленного резонатора. Это приведет к получению более высоких характеристик резонатора на выходе, что в результате повысит точность твердотельного волнового гироскопа¹ (табл. 1).

Таблица 1. Способы измерения колебаний

Механические	Оптические	Электрические
Вибрографы	Доплеровский метод	Индуктивные датчики
Торсиографы	Теневой метод	Емкостные датчики
Частотомеры	Голографический метод	Наклеиваемые тензорезисторные датчики, тарированные на перемещения
Преобразователь относительных перемещений	Метод получения нескольких голограмм	Индукционные датчики
Индуктивные преобразователи перемещения с сердечниками или со щупом, жестко соединенными с объектом измерения	–	Пьезоэлектрические датчики с использованием интегрирующих устройств

В табл. 1 представлены три основных способа измерения колебаний. Анализируя эту информацию, можно прийти к выводу, что механические и электрические способы измерения не могут быть использованы для измерения колебаний резонатора по второй моде. Поскольку при механических методах требуется определенный физический контакт с объектом измерения, а при электрических – электроды, напыление, т. е. тоже воздействие на резонатор, приводящее к изменению его параметров, то от всего этого как раз надо избавиться.

На основе вышесказанного рационально использовать оптический способ, т. е. оптические датчики (например, фотоэлементы, оптопары), потому что они не оказывают механического воздействия на резонатор и не требуют технологического процесса изготовления, т. к. их можно приобрести по низкой стоимости в отличие от других датчиков. Колебания резонатора не зависят от рабочих зазоров, что приводит к упрощению конструкции установки.

В результате того, что резонатор полупрозрачный, был выбран теневой метод измерения колебаний, т. к. в этом случае от кромки резонатора падает четкая тень, с которой можно работать. В других методах отражение лазера от резонатора слабое, он практически полностью проходит через стекло резонатора [1, 2].

Следующим этапом нужно определить, какие фотоприемники использовать. Рассмотрим 3 варианта фотоприемников: фоторезистор, фотодиод и фототранзистор, т. к. других датчиков перемещения, которые измеряют в микрометрах, практически нет.

¹Внутренние документы проекта «Твердотельный волновой гироскоп» (080).

Надо сказать, что сопротивление фоторезисторов колеблется при изменении температуры, они не подходят нам по спектру чувствительности, и у них скорость срабатывания ниже, чем у других фотоприемников. Поэтому были подобраны и представлены на слайде основные представители рынка фотодиодов и фототранзисторов. Средняя их цена составляет примерно 100 рублей. Надо сказать, что фототранзистор высокочувствителен к падающему свету в одном направлении, но в другом может не работать. А фотодиод обладает высоким быстродействием по сравнению с фототранзистором. В ходе предстоящих экспериментов мы выясним, какой фотоприемник нам подходит больше всего по чувствительности, скорости срабатывания и конструкции¹.

Определившись с выбором фотоприемников, перейдем к рассмотрению возбуждающего элемента нашей измерительной системы. Возбуждение колебаний в ненапыленном резонаторе предлагается делать некоторым механическим воздействием, например, с помощью удара специальным молоточком. Тогда в резонаторе возникнет стоячая волна, которая будет колебаться со своей частотой примерно равной 5 кГц. Эта волна будет колебаться в режиме выбега, т. е. она будет постепенно затухать, т. к. ее амплитуду колебаний никто не поддерживает. Физические параметры как раз измеряются в данном режиме. Экспериментально нужно проверить работоспособность данного способа. Схема измерительной системы представлена на рис. 1².

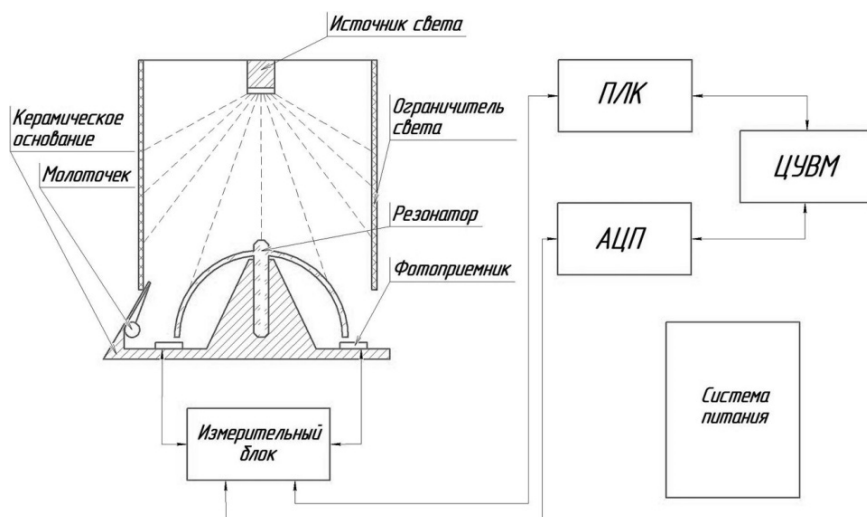


Рис. 1. Схема измерительной системы: ЦУВМ – центральная управляющая вычислительная машина; ПЛК – программируемый логический контроллер; АЦП – аналого-цифровой преобразователь

Функционирование предполагается реализовать следующим образом. Для возбуждения резонатора производится механический удар молоточком по внешней части резонатора с помощью подачи электрического сигнала через ЦУВМ, ПЛК и измерительный блок на устройство с молоточком.

Для измерения колебаний резонатора используется источник света (светодиод) и фотоприемники (фотодиоды или фототранзисторы). Они запитываются от системы питания. Для того чтобы не было лишних отражений (лучей), попадающих на фотоприемники, в конструкции должен быть предусмотрен ограничитель света, который не отражает свет. Фотоприемники расположены относительно резонатора по кромке на расстоянии 7 мм от нее так, что при обычном состоянии часть тени, падающей от кромки резонатора, немного перекрывает фотоприемники. При этом сигнал на выходе всех фотоприемников будет одинаковый. Съем сигнала с фотоприемников происходит через измерительный блок и АЦП на ЦУВМ, где происходит вычисление параметров резонатора и представление результатов оператору (рис. 2).

¹ЗАО «ЧИП и ДИП» – приборы, радиодетали и электронные компоненты – 2006–2022. URL: <https://www.chip-dip.ru/>

²Внутренние документы проекта «Твердотельный волновой гироскоп» (080).

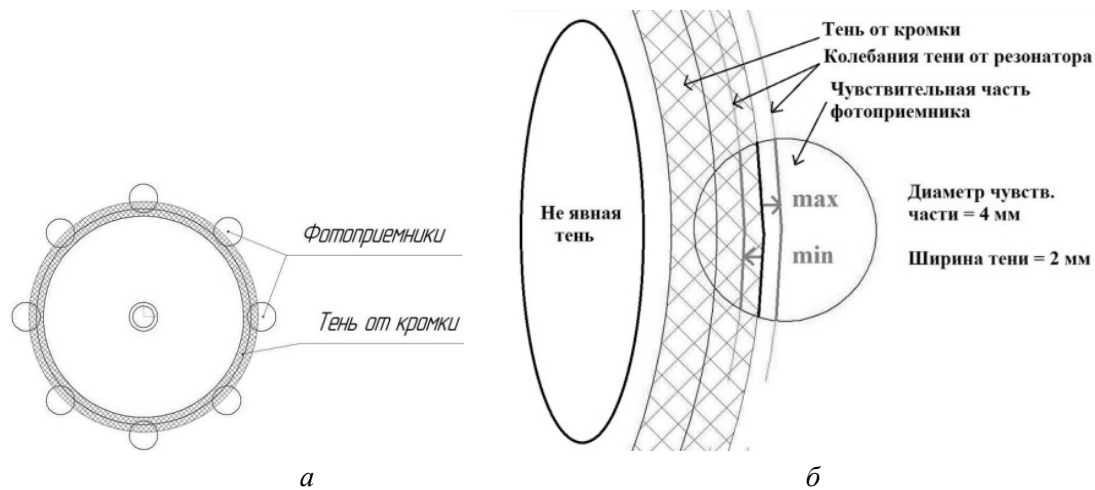


Рис. 2. Схема измерительной системы: *а* – вид сверху; *б* – увеличенный вид сверху

Как только молоточек ударит по резонатору, стоячая волна будет возбуждена, и тень, падающая от кромки резонатора, также будет колебаться с той же частотой, что и стоячая волна. В результате чего возникнет на одних фотоприемниках большее перекрытие тенью, а на других меньшее. Таким образом, фотоприемник, который перекрыт тенью больше, будет выдавать меньший электрический сигнал (в виде напряжения), соответственно фотоприемник, который перекрыт тенью меньше, будет выдавать сигнал по значению больше. Исходя из этого мы можем определять, в каком положении находится стоячая волна, т. е. можем измерять ее колебания и перемещения. А измерив колебания, уже известно, как вычислить физические параметры резонатора¹.

Определим, насколько чувствителен фотодиод к колебаниям тени от резонатора. Для этого определим площадь чувствительной части фотодиода. Диаметр чувствительного элемента фотодиода $D_{\text{чэ}} = 4$ мм, соответственно радиус $R_{\text{чэ}} = 2$ мм. Площадь чувствительной части рассчитаем по следующей формуле

$$S_{\text{чэ}} = \pi R^2 = 12,56 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2. \quad (1)$$

Площадь сектора чувствительной части перекрытого тенью при максимальном отклонении близка к половине площади чувствительного элемента фотодиода и высчитывается по следующей формуле:

$$S_{\text{сект}} = \frac{\pi R^2 \varphi}{360} = 6,28 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2, \quad (2)$$

где φ – угол (сектор) перекрытия чувствительной части фотодиода тенью.

Изменения площади перекрытия чувствительной части тенью при амплитуде колебаний резонатора $A = 2$ мкм вычислим по следующей формуле:

$$S_{\text{Изм.тени}} = D_{\text{чэ}} A = 8 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2. \quad (3)$$

Оценим отношение $S_{\text{Изм.тени}}$ к $S_{\text{чэ}}$:

$$\frac{S_{\text{Изм.тени}}}{S_{\text{чэ}}} \cdot 100 = 0,06 \%. \quad (4)$$

Следующим шагом определим чувствительность фотодиода к колебаниям тени от резонатора исходя из его характеристик: интегральной токовой чувствительности $S_{\text{ИТЧ}} = 6$ мА/лм и темнового тока $I_T = 0,005$ мкА.

¹Внутренние документы проекта «Твердотельный волновой гироскоп» (080).

Если в процессе колебаний тени происходит максимальное изменение освещаемой площади диода на 0,06 %, то пропорционально этому произойдет и изменение тока фотодиода при неизменном световом потоке

$$S_{\text{итч}} \cdot \frac{S_{\text{Изм.тени}}}{S_{\text{чЭ}}} = 6 \text{ мА} \cdot 0,0006 = 0,0000036 \text{ А} = 3,6 \text{ мкА}. \quad (5)$$

Сравнивая данную величину с темновым током, отметим, что изменения тока выше уровня шума. Можно сделать вывод, что фотодиод будет чувствителен к колебаниям тени резонатора.

Поскольку регистрация колебаний тени предполагается с помощью измерения тока фотодиода, то надо оценивать разрешающую способность амперметра, что предстоит проделать в качестве эксперимента.

Для разработки такой измерительной системы требуется провести ряд экспериментов, чтобы убедиться, что наша измерительная система жизнеспособна, а также для проверки работоспособности отдельных ее элементов:

- 1) Проверка возбуждения напыленного резонатора механическим воздействием и съем сигнала с электродов;
- 2) Позиционирование и настройка фотоприемников и излучателя света без резонатора, проверка качества сигнала на осциллографе, максимальное и минимальное напряжения;
- 3) Настройка и анализ сигнала с фотоприемников при невозбужденном состоянии резонатора, позиционирование резонатора;
- 4) Проверка чувствительности фотоприемников к колебаниям резонатора, анализ полученных данных;
- 5) Съем сигнала, сбор данных и сравнение с моделируемыми результатами;
- 6) Проведение измерения и вычисления физических параметров.

Здесь приведен достаточно грубый план экспериментов, т. к. не представлены эксперименты с различными фотоприемниками и различными источниками излучения, т. е. необходимо провести окончательный выбор компонентов измерительной системы [1].

На данный момент работа находится на этапе сборки измерительной системы, поэтому был проведен только первый эксперимент из плана. В результате его проведения при возбуждении напыленного резонатора механическим воздействием съем производили с 8-го электрода, а толчок молоточком производили под 90 градусов к этой оси.

Резонатор был возбужден и колебался по второй моде в режиме выбега, как и предполагалось, средняя частота колебаний равна 5263 Гц, т. е. резонатор колеблется на той же частоте, что и при возбуждении через электроды. На графиках представлено изменение амплитуды колебаний резонатора за время 120 секунд для всех 5 измерений. Как мы видим, возбуждение происходит с небольшой и разной амплитудой, это недостаток данного подхода. Молоточек требует доработки. Были высчитаны постоянные времени затухания для 5 графиков, которые представлены в табл. 2.

Дельта постоянной затухания составила

$$\Delta\tau = 8,45 \text{ с}. \quad (6)$$

Также была высчитана разночастотность данного резонатора, она достаточно большая и составила:

$$\Delta f = 3,57 \cdot 10^{-2}, \quad (7)$$

естественно он является разбалансированным.

В итоге получается, возбуждение резонатора с помощью молоточка осуществить реально и это достаточно удобно, особенно при использовании в измерительной системе для ненапыленного резонатора [1].

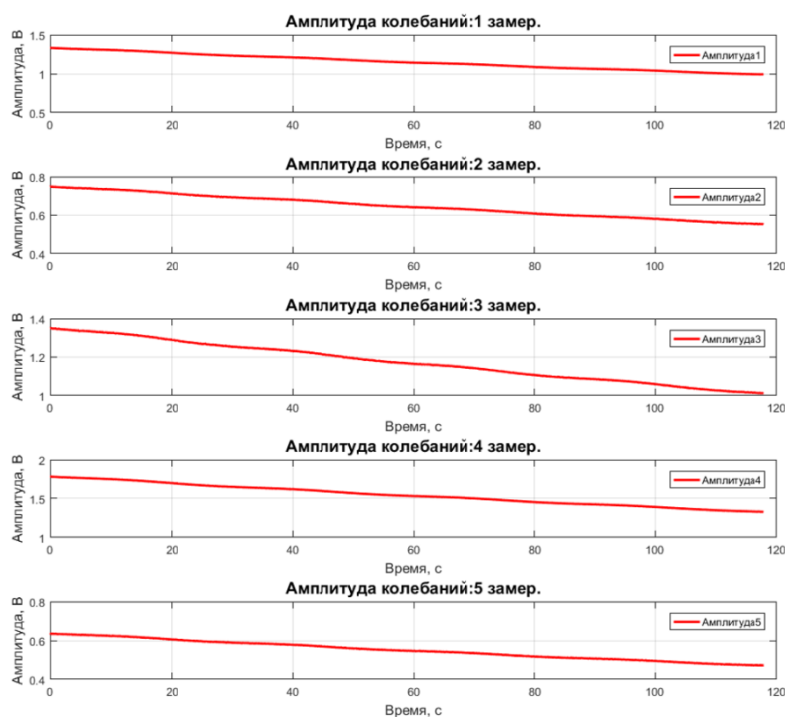


Рис. 4. Графики амплитуды колебаний резонатора для 5 замеров

Таблица 2. Постоянные времени затухания

τ_1	394,1
τ_2	384,6
τ_3	401,5
τ_4	395,6
τ_5	389,3

В ходе выполнения работы были достигнуты следующие результаты:

- 1) Рассмотрены существующие измерительные системы, используемые для измерения параметров резонатора;
- 2) Обоснован выбор способа измерения и датчиков перемещения;
- 3) Разработана схема измерительной системы, имеющая достаточно простое функционирование и недорогие компоненты;
- 4) Проведен эксперимент с механическим возбуждающим элементом, получены удовлетворительные результаты.
- 5) Решены две задачи из четырех поставленных.

Список использованных источников и литературы

1. Кирилловский В. К., Точилина Т. В. Оптические измерения. Часть 1. Введение и общие вопросы. Точность оптических измерений / В. К. Кирилловский, Т. В. Точилина. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО. – 2017.
2. Челомей, В. Н. Вибрации в технике : справ.: в 6 т. – Москва : Машиностроение, 1981. – Т. 5. Измерения и испытания. – 1981. – С. 496.

I. S. Ponomarev, Master's Degree Student
S. V. Klishin, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Department of Design of Radioelectronic Equipment
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Investigation of the process of measuring the parameters of a non-sprayed resonator of a solid-state wave gyroscope

In this article, we study the process of measuring the parameters of a non-sprayed resonator of a solid-state wave gyroscope, namely, the possibility of measuring oscillations using the optical method. Existing measuring systems are considered, the choice of a method for measuring oscillations and displacement sensors, namely photodetectors intended for measuring resonator oscillations, is substantiated. A variant of excitation of the resonator by mechanical action is also proposed. Particular attention is paid to the development of the measuring system scheme. The plan of experiments and the results of one experiment with a mechanical exciting element of the measuring system are presented. The developed measuring system will allow estimating the physical parameters of a non-deposited hemispherical quartz resonator by measuring its oscillations.

Keywords: measuring system; physical parameters of the resonator; resonator oscillations; displacement sensors; photodetectors; mechanical exciting element; solid-state wave gyroscope.

В. С. Рейхерт, аспирант
Кафедра «Кибернетические системы»
Тюменский индустриальный университет

Разработка расчетного модуля гидравлических показателей для интеллектуальной системы по реконструкции промливневого трубопровода

Рассматривается алгоритм расчета гидравлических показателей для систем промливневого трубопровода в разных отраслях, например, в нефтяной отрасли. За основу взяты формулы гидравлического расчета ливневого трубопровода. Апробация велась на основе городской ливневой системы канализаций. Изложена методика расчета гидравлических показателей и решение двух подзадач. Практическое применение позволит делать расчеты вариантов реконструкций промливневого трубопровода, тем самым использовать данный модуль в разрабатываемой интеллектуальной системе для поддержки принятия решений при реконструкциях промливневых трубопроводов любой сложности.

Ключевые слова: промливневый трубопровод; интеллектуальная система; гидравлические показатели; варианты реконструкций; расчетный модуль; алгоритмы.

Промливневый трубопровод предназначен для очистки талых, дождевых сточных вод, попадающих в систему дождевой канализации, с последующим сбросом в сети канализации или водные объекты. Такие объекты распространены в разных отраслях, например, в нефтегазовой и, в большей степени, это безнапорный трубопровод (самотеком). Большинство сооружений сбрасывают большой объем воды, которая уходит за пределы предприятия в полном объеме. Но с течением времени эффективность отвода воды падает по причине частых переустройств промливневого трубопровода, появляются участки с отрицательными уклонами, т. е. с участками, где вода не может проходить по трубе самотеком, и с недостаточными диаметрами труб, которые, в сезон сильных дождей, не позволяют принимать большой объем воды, тем самым большие объемы воды перестают протекать по трубопроводу, изливаясь на поверхность.

Решение проблемы локализации проблемного участка трубопровода и его реконструкция не является наилучшим решением потому, что гидродинамически связанная система промливневого трубопровода при корректировке одной ее части повлечет изменения в другой: решается проблема в одном месте, создается проблема в другом. Из этого следует что промливневая трубопроводная система будет продолжать функционировать не в полном объеме – возникают новые участки, которые необходимо исправлять. Выходом из данной ситуации является решение данной задачи системно: строится глобальная модель промливневого трубопровода и на ней отрабатывается множество сценариев реконструкции данной системы. Для решения такой задачи необходимо применить математические методы оптимизации (метод золотого сечения, градиентные методы, генетические алгоритмы и др.). При определении оптимальных результатов для системы водоотведения необходимо учитывать срок безаварийной работы системы по такому варианту, поэтому вводится методика, которая базируется на основе современных алгоритмов анализа больших данных и прогнозирования состояния объектов, в том числе на алгоритмах кластерного анализа и распознавания образов.

В рамках данного тезиса описываются алгоритмы расчета гидравлических показателей промливневого трубопровода для расчета вариантов реконструкций. Данный модуль будет использоваться в интеллектуальной системе поддержки принятия решений при управлении производственными объектами.

Предыдущие исследования были связаны с определением зон дренирования, т. е. площадей, откуда приходят объемы воды и в какой дождеприемник промливневого трубопровода попадает данный объем. Данный алгоритм уже описан и находится в эксплуатации в проектно-институте ЗАО «Институт «Тюменькомунстрой» в г. Тюмени, специализирующемся на проектировании сооружений, зданий в строительной сфере [1, 2].

В данной работе описывается математический модуль для расчета гидродинамических показателей промливневого трубопровода. Расчет гидродинамических показателей проводится для заданных уклонов и диаметров. Если уклоны и диаметры не заданы, то по умолчанию принимается минимальный уклон и минимальный диаметр в промливневом трубопроводе. Задача разбивается на две подзадачи.

Подзадача № 1 сводится к оценке возможности каждого участка коллектора пропустить через себя расход воды, попадающей в колодцы и из предыдущих участков. Другими словами, сначала определяется максимальная пропускная способность коллектора участка, а затем сравнивается с интегральным расходом воды в начале участка. Если второй меньше первой, то алгоритм программы переходит к подзадаче № 2. Если второй больше первой, то для колодца в начале рассматриваемого участка записывается избыточный расход как разность расхода на входе и расхода при полном заполнении коллектора, а на вход подается расход, равный расходу при полном заполнении коллектора и алгоритм программы переходит к подзадаче № 2, минуя определение степени заполнения участка промливневого трубопровода. Оптимизационным методом, используемым для нахождения локального максимума, является метод золотого сечения (рис. 1).

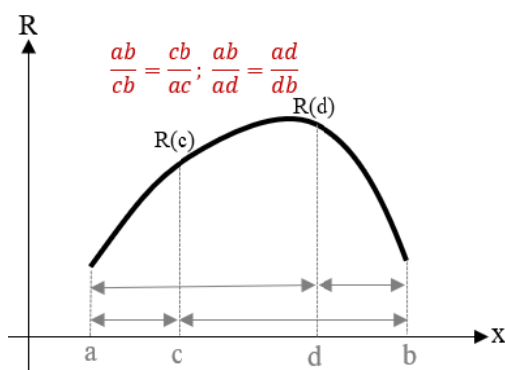


Рис. 1. Поиск локального максимума (поиск максимальной пропускной способности)

Подзадача № 2 сводится к определению скорости потока при заданном расходе воды, уклоне и диаметрах коллектора промливневого трубопровода.

Решение первой подзадачи сводится к расчету максимальной пропускной способности и степени заполнения коллектора промливневого трубопровода и определяется путем нахождения локального максимума методом золотого сечения. Метод золотого сечения основан на делении некоторого отрезка $[a, b]$, где содержится искомый экстремум, на две неравные части, подчиняющиеся правилу золотого сечения, при котором отношение длины большего отрезка к длине всего интервала равно отношению длины меньшего отрезка к длине большего. После нахождения максимальной пропускной способности участка проводится ее сравнение с расходом воды, попадающей в начало данного участка через колодец и из предыдущего участка:

- если максимальная пропускная способность больше или равна расходу воды в начале участка, то переходим к решению *подзадачи № 2*;
- если максимальная пропускная способность меньше расхода воды в начале участка, то для колодца в начале рассматриваемого участка записывается избыточный расход как разность расхода на входе и расхода при полном заполнении коллектора, а на вход в рассматриваемый участок подается расход, равный расходу при полном заполнении коллектора.

Решение второй подзадачи сводится к определению для каждого участка коллектора промливневого трубопровода скорости течения воды при заданном расходе, уклоне и внутреннем диаметре коллектора. Для этого определяется степень заполнения коллектора, если через него будет протекать суммарный расход воды, попадающей в начало рассматриваемого участка через колодец и из предыдущего участка.

Если при решении *подзадачи № 1* было установлено, что пропускная способность коллектора участка меньше подаваемого на его вход расхода, то значение скорости потока в трубе равно скорости потока при полном заполнении коллектора, определенной в *подзадаче № 1*.

Если суммарный расход воды, которая попадает в начало рассматриваемого участка с поверхности и предыдущего участка меньше максимальной пропускной способности коллектора, то степень заполнения коллектора для определения скорости определяется через итерационный метод *дихотомии*. Следует отметить, что линия зависимости степени заполнения трубы от расхода немонотонна (рис. 2) и имеет область, где одному и тому же расходу соответствует две степени заполнения. В связи с этим для некоторых значений расхода будут определяться две вероятных степени заполнения. Однако разумно предположить, что решение будет находиться в Зоне 1, границу которой определяет точка максимального расхода, определённая в *подзадаче № 1*.

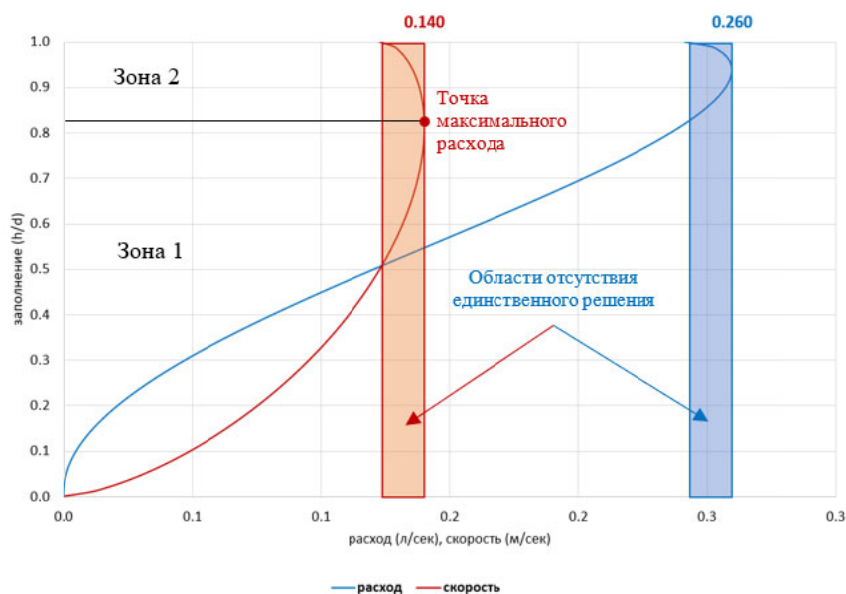


Рис. 2. Зависимость степени заполнения трубы от расхода и скорости потока

Данная логика описана в виде подключаемого модуля для *Autodesk Civil 3D*, а также описывается в виде индивидуального модуля для разрабатываемой интеллектуальной системы для поддержки принятия решений при реконструкции промливневого трубопровода. При анализе предметной области данное направление мало изучено, и аналогов, которые бы решали такую задачу, практически нет. Поэтому разработка такого модуля является актуальной. Данный модуль понадобится для написания алгоритмов по оптимизации промливневого трубопровода, чтобы использовать оптимизированную модель в проекте реконструкции трубопровода. При расчете оптимизационных моделей рассчитываются варианты реконструкции в трех видах: по уклонам, по подбору диаметра или для построения накопительных резервуаров, которые будут скапливать воду. Данная логика основывается на расчетах гидравлических показателей, и в дальнейшем будет развиваться. Дальнейшее развитие предполагает подключение машинного обучения для анализа бесперебойной работы промливневой канализации, на данный момент логика описывается оптимизационными методами нахождения решения.

Список использованных источников и литературы

1. Туренко, С. К. Разработка алгоритма расчета зон дренирования дождевых колодцев для интеллектуальной системы поддержки принятия решений при реконструкции систем городского водоотведения / С. К. Туренко, В. С. Рейхерт // Современное программирование : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Нижневартовск, 08 декабря 2021 г. / под общ. ред. Т. Б. Казиахмедова. – Нижневартовск : Нижневартовский гос. ун-т, 2022. – С. 275–279.

2. Рейхерт, В. С. Алгоритм по вычислению долей площадей поверхностей водосбора для интеллектуальной системы по реконструкции систем водоотведения // Инновации. Интеллект. Культура : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 435-летию основания г. Тобольска, году Даниила Чулкова в г. Тобольске, Тобольск, 22 апр. 2022 г. – Тюмень : Тюмен. индустр. Ун-т, 2022. – С. 176–179.

V. S. Reikhert, Graduate Student
Department of Cybernetic Systems
Tyumen Industrial University

Development of a calculation module for hydraulic indicators for intellectual system for the reconstruction of an industrial stormwater pipeline

An algorithm for calculating hydraulic performance for industrial stormwater pipeline systems in various industries, such as the oil industry, is considered. The formulas for the hydraulic calculation of a storm pipeline are taken as a basis. Approbation was carried out based on the city storm sewer system. The technique for calculating hydraulic indicators and the solution of two subtasks are presented. Practical application will make it possible to make calculations of options for the reconstruction of industrial storm pipelines, thereby using this module in the developed intellectual system to support decision-making during the reconstruction of industrial storm pipelines of any complexity.

Keywords: industrial stormwater pipeline; intellectual system; hydraulic performance; reconstruction options; calculation module; algorithms.

А. О. Журавлев, аспирант
Инженерная академия
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), г. Москва

О развитии преобразования сигналов в системах диагностики вращающихся деталей машин

В статье кратко приведена методика диагностики дефектов вращающихся деталей машин при использовании измеренных значений вибрации. В общих чертах описывается преобразование сигналов при помощи вейвлетов и дальнейшая аналитика с помощью нейронных сетей.

Ключевые слова: вибрация; диагностика; преобразование; вейвлет; нейросеть; нестационарный объект.

Сегодня одним из основных направлений развития тяжелой промышленности является автоматизация производства. Целью является повышение производительности труда и повышение качества выпускаемой продукции. Для того чтобы достичь высоких показателей надежности, разрабатываются все более совершенные средства самодиагностики. Данные средства позволяют с высокой долей вероятности предсказать неисправность, предупредить о сроках ее возникновения и способах превентивного устранения.

В качестве примера рассмотрим средства диагностики неисправности вращающихся механизмов. К таким средствам относятся датчики вибрации, установленные на оборудовании в точках трехмерного контроля, средства приема сигналов, это могут быть различные контроллеры или осциллографы. Результатом работы такой системы диагностики является график амплитуды колебаний, график виброскорости и виброускорения относительно времени. Что же можно сказать о состоянии высокоточных деталей вращающейся машины по такому графику. Исходя из значений вибрации во времени можно сказать только то, что вибрация есть и, возможно, она сильно превосходит заявленные производителем характеристики. Такие отклонения, как правило, говорят о серьезном дефекте, связанным с сильным износом поверхностей деталей. Можно ли узнать о возникновении подобного дефекта на ранних стадиях? Можно. Для этого сигнал необходимо повергнуть более глубокой аналитике. На этом этапе и возникает необходимость в преобразовании сигналов в иной, спектральный вид, чтобы извлечь из него больше информации.

Основными информационными технологиями диагностирования являются [1]:

- энергетическая технология, которая базируется на измерении амплитуды (или мощности) контролируемого сигнала;
- частотная технология, которая анализирует амплитудно-частотный спектр сигнала;
- фазо-временная технология, которая базируется на сравнении формы сигналов, которые измеряются через фиксированные интервалы времени.

Самым распространенным способом исследования амплитудно-частотного спектра является *преобразование Фурье*. Спектр Фурье даст точную информацию о том, что в механической системе присутствуют вибрации определенных частот, скоростей и ускорений. В стационарных системах этим можно ограничиться, но дефекты в сложных вращающихся системах требуют оценки с точки зрения их *нестационарности*. Для нестационарных объектов существует оконное преобразование Фурье, но оно имеет недостатки, связанные с пространственной локализацией, некоторые особенности сигнала могут оказаться за пределами исследовательского окна и остаться неучтенными. Его точности недостаточно для выявления микродефектов, которые потом перерастают в серьезные неисправности (рис. 1, 2).

В настоящее время большое распространение получило вейвлет-преобразование. Термин «вейвлет» (*wavelet*), в переводе означает «короткая волна». Вейвлет-преобразование стало новым этапом развития анализа нестационарных сигналов.

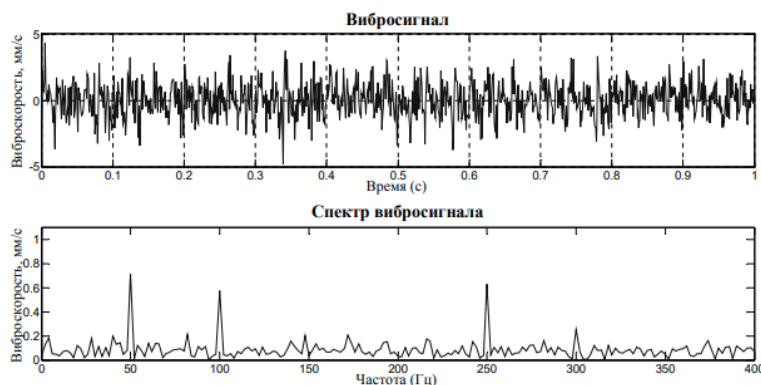


Рис. 1. Пример нестационарного сигнала и его спектра Фурье

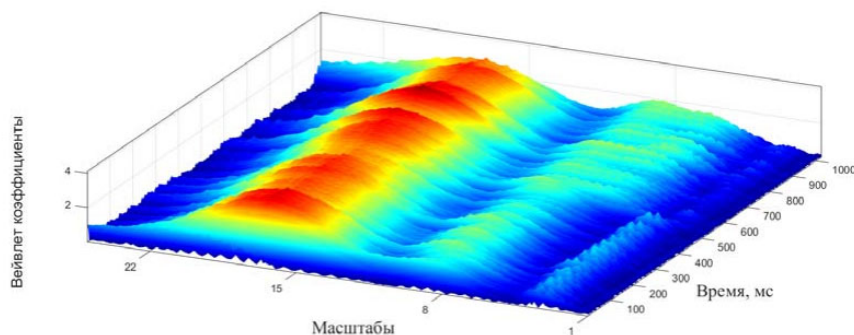


Рис. 2. Вейвлет преобразование сигнала, представленного на рис. 1

В основу вейвлет-аналитики сигналов лег вейвлет Хаара, который породил целое семейство вейвлетов, у которых были все необходимые свойства: они имеют компактный носитель, т. е. сосредоточены на ограниченном промежутке; «присутствуют» в любой точке пространства R ; могут замечать быстрые колебания функций.

Развитие области исследований вейвлетов приводит к появлению быстрого и дискретного преобразований. Применяются иные формы вейвлетов: вейвлет Шеннона – Котельникова, вейвлеты Батла – Лемарье, В-сплайны, симлеты, койфлеты, биортогональные вейвлеты, двумерные вейвлеты, мультивейвлеты.

В результате преобразования одномерного сигнала от вибросенсоров можно получить развернутую картину состояния деталей.

Экспериментальная верификация, описанная в статье [2], показывает, что таким образом на вращающихся деталях, таких как шестерня, выявляются дефекты размером от 340–350 микрон. Исследование проведено с использованием различных комбинаций вейвлетов. В дальнейшем необходимо проводить исследования для создания комплексного подхода к определению типа дефекта при помощи того или иного семейства вейвлетов. Другими словами, данные о вибрации машины обрабатываются при помощи последовательности вейвлет-преобразований, каждое из которых исследует объект на отдельный дефект.

Однако для непрерывной самодиагностики во время работы машины необходимо постоянно получать данные о вибрации, анализировать их и прогнозировать появление серьезных дефектов. Для решения данной задачи целесообразно использовать *нейросети* или *машинное обучение*. Обучив нейросеть оптимальным показателям вибрации, используя заведомо исправные механические узлы, в дальнейшем любое отклонение будет определяться нейросетью как аномалия. Классификация аномалий и приведение каждой из них к распространенному дефекту создаст базу знаний о природе каждой неисправности, времени ее раз-

вития от мелкого повреждения до полного износа или разрушения. Обучив нейронную сеть таким знаниям, можно в режиме реального времени определять вид неисправности и прогнозировать время, когда она произойдет с большой точностью. Чем больше знаний в виде цифрового опыта, тем точнее прогноз.

Таким образом, исследование нестационарного объекта при помощи вейвлет-аналитики в сочетании с нейросетями позволят осуществлять самодиагностику вращающихся деталей машин с высокой точностью, что позволит сократить время простоя и повысить производительность оборудования.

Список использованных источников и литературы

1. Кухарчук, В. В. Применение вейвлет-преобразований в задачах мониторинга, вибродиагностирования машин и оборудования / В. В. Кухарчук, С. Ш. Кацыв // Научные труды Винницкого национального технического университета. – 2009. – № 4. – С. 1.

2. Tianfu, Li. WaveletKernelNet: An Interpretable Deep Neural Network for Industrial Intelligent Diagnosis / Tianfu Li, Student Member, IEEE, Zhibin Zhao, Chuang Sun, Li Cheng, Xuefeng Chen, Senior Member, IEEE, Ruqiang Yan, Senior Member, IEEE, Robert X. Gao, Fellow, IEEE // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, vol. 52, Issue 4, April 2022, pp. 2302-2312.

A. O. Zhuravlev, Post-graduate
Engineering Academy

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN), Moscow

On the development of signal conversion in diagnostic systems for rotating machine parts

The article briefly describes a technique for diagnosing defects in rotating machine parts using measured vibration values. In general, signal transformation using wavelets and further analytics using neural networks are described.

Keywords: vibration; diagnostics; transformation; wavelet; neural network; non-stationary object.

А. А. Миронов, магистрант
В. А. Глушков, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка модели объекта управления системы автоматического теплообмена в аппарате воздушного охлаждения масла в среде *TRACE MODE*

На сегодняшний день системы автоматизированного управления представляют собой совокупность множества сложных узлов и объектов управления. Для проверки работы и целесообразности использования современные АСУТП предоставляют интегрированные аппараты моделирования, которые в разы ускоряют ввод в эксплуатацию новых систем в эксплуатацию. Целью данной работы является разработка модели САП теплообмена в аппарате воздушного охлаждения масла в TRACE MODE.

Ключевые слова: САП; передаточная функция; TRACE MODE; моделирование.

Введение

При изучении любых объектов (технических систем, процессов, явлений) основной задачей является построение их моделей. Как результат познания модель представляет собой отображение в той или иной форме свойств, закономерностей, физических и других характеристик, присущих исследуемому объекту. Характер модели определяется поставленными целями и может быть различным в зависимости от ее назначения. Для управления объектом необходимо иметь модель в виде математического описания, устанавливающего связь между входными и выходными переменными. В данной работе будет применен инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации *TRACE MODE* для создания готовых библиотек устройств моделирования.

Вычисление математической модели рассматриваемой САП

Работа аппарата воздушного охлаждения масла газоперекачивающих и нефтеперегонных узлов происходит по принципу отдачи избыточного тепла в окружающую среду. Масло, при контакте с ребренной трубой теплообменника передает ей теплоту, а она, в свою очередь, охлаждается потоком холодного воздуха.

При математическом описании процессов теплообмена часто пользуются системой нелинейных уравнений Фурье [1] и рассматривают теплообменник как объект с распределенными параметрами. Однако следует заметить, что поскольку систему управления АВО масла оснащают датчиком, измеряющим среднюю температуру масла на выходе теплообменника, то для синтеза системы совершенно неважно знать распределение температур по радиусу и длине трубки. Этот вывод позволяет перейти к рассмотрению процесса теплообмена в аппаратах воздушного охлаждения (АВО) масла как объекта с сосредоточенными параметрами и воспользоваться при выводе передаточных функций законами сохранения энергии и теплового баланса.

Процессы тепломассопереноса, протекающие в теплообменном аппарате, описываются системой нелинейных уравнений [2].

$$\begin{cases} G_m \rho_m C_m (T_m - T_{m.вх}) + m_m C_m \frac{dT_m}{dt} + \alpha_m F_{вн} (T_m - T_{тр}) = 0; \\ m_{тр} C_{тр} \frac{dT_{тр}}{dt} - \alpha_m F_{вн} (T_m - T_{тр}) + \alpha_b F_{нар} (T_{тр} - T_b) = 0; \\ G_b \rho_b C_b (T_b - T_{b.вх}) = \alpha_b F_{нар} (T_{тр} - T_b), \end{cases} \quad (1)$$

где G_m и G_b – объемные расходы масла и воздуха; ρ_m и ρ_b – плотности масла и воздуха; C_m и C_b – удельные теплоемкости масла и воздуха; T_m и $T_{тр}$ – массы масла и трубки; α_m – коэффициент теплоотдачи от масла к стенке трубки теплообменника; α_b – коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к воздуху; $F_{вн}$ и $F_{нар}$ – внутренняя и наружная площади теплообмена; T_m и T_b – средние значения температур масла и воздуха на выходе аппарата воздушного охлаждения; $T_{m.вх}$ и $T_{b.вх}$ – средние значения температур масла и воздуха на входе аппарата воздушного охлаждения; $T_{тр}$ – средняя температура трубки теплообменника; t – время.

Первое и третье уравнения системы (1) отражают закон сохранения мощности тепловых потоков масла и воздуха соответственно. Второе уравнение представляет собой баланс тепла, подведенного к трубке, отданного воздуху и аккумулированному в материале теплообменника.

Входным управляющим воздействием в АВО масла является объемный расход воздуха G_b , регулируемой координатой – средняя температура масла на выходе теплообменника T_m . К возмущающим воздействиям следует отнести изменения температур масла $T_{m.вх}$ и $T_{b.вх}$ воздуха на входе аппарата воздушного охлаждения, а также вариацию объемного расхода масла G_m [1].

Система уравнений (1) показывает, что процесс теплообмена в АВО масла представляет собой нелинейный объект управления. Нелинейность определяется прежде всего перемножением переменных G_b и T_b , G_m и T_m . Кроме того, известно, что коэффициенты теплоотдачи α_m и α_b являются нелинейными функциями скорости движения соответствующей среды, т. е. функциями G_m и G_b . Тем не менее для обоснованного синтеза системы управления АВО масла и выбора параметров регуляторов найдем линеаризованное представление процесса теплообмена как объекта управления. Предположим, что объемный расход G_m масла постоянен и в районе некоторой рабочей точки с параметрами G_{b0} , T_{b0} и $T_{b.вх0}$ процесс характеризуется постоянными коэффициентами теплоотдачи. Тогда, переходя в (1) к приращениям, разлагая основные нелинейности в степенной ряд Тейлора и ограничиваясь первыми членами разложения, получим линеаризованную систему уравнений, описывающих динамику процесса теплообмена в аппарате воздушного охлаждения:

Заменяя операцию дифференцирования символом $\rho = \frac{d}{dt}$, запишем в операторной форме:

$$\begin{cases} (m_m C_m \rho + G_m \rho_m C_m + \alpha_m F_{вн}) \Delta T_m - G_m \rho_m C_m \Delta T_{m.вх} - \alpha_m F_{вн} \Delta T_{тр} = 0; \\ (m_{тр} C_{тр} \rho + \alpha_m F_{вн}) \Delta T_{тр} - \alpha_m F_{вн} \Delta T_m + \alpha_b F_{нар} \Delta T_{тр} - \alpha_b F_{нар} \Delta T_b = 0; \\ \rho_b C_b (T_{b0} - T_{b.вх0}) \Delta G_b + (G_{b0} \rho_b C_b + \alpha_b F_{нар}) \Delta T_b - G_{b0} \rho_b C_b \Delta T_{b.вх} = \alpha_b F_{нар} \Delta T_{тр}. \end{cases} \quad (2)$$

Системе (2) соответствует линеаризованная структурная схема процесса теплообмена как объекта управления (рис. 1). Полученные уравнения позволяют найти передаточные

функции процесса теплообмена по отношению к управляющему и возмущающим воздействиям. Применим принцип суперпозиции и положим в (2) $\Delta T_{\text{в.вх}} = 0$, $\Delta T_{\text{м.вх}} = 0$ [1].

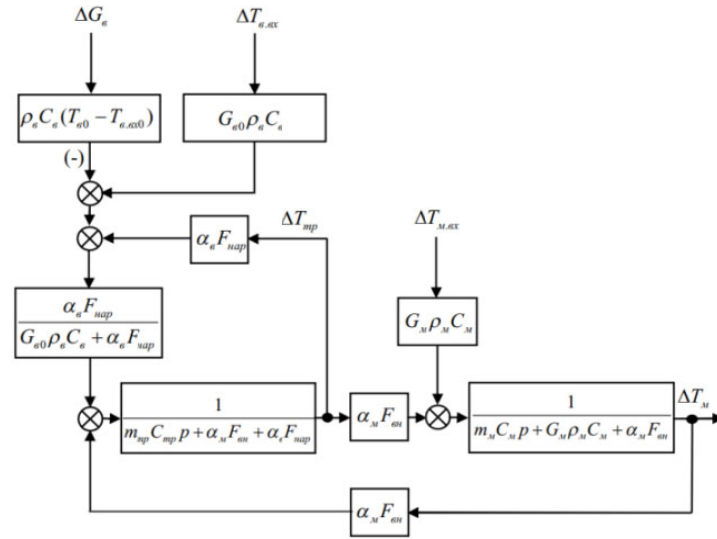


Рис. 1. Структурная схема процесса теплообмена как объекта управления

$$\begin{cases} (m_{\text{м}} C_{\text{м}} \rho + G_{\text{м}} \rho_{\text{м}} C_{\text{м}} + \alpha_{\text{м}} F_{\text{вн}} + \alpha_{\text{м}} F_{\text{вн}}) \Delta T_{\text{м}} - \alpha_{\text{м}} F_{\text{вн}} \Delta T_{\text{тр}} = 0; \\ (m_{\text{тр}} C_{\text{тр}} \rho + \alpha_{\text{м}} F_{\text{вн}}) \Delta T_{\text{тр}} - \alpha_{\text{м}} F_{\text{вн}} \Delta T_{\text{м}} + \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}} \Delta T_{\text{тр}} - \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}} \Delta T_{\text{в}} = 0; \\ \rho_{\text{в}} C_{\text{в}} (T_{\text{в}0} - T_{\text{в.вх}0}) \Delta G_{\text{в}} + (G_{\text{в}0} \rho_{\text{в}} C_{\text{в}} + \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}}) \Delta T_{\text{в}} = \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}} \Delta T_{\text{тр}}. \end{cases} \quad (3)$$

Система уравнений (3) позволяет найти передаточную функцию объекта по отношению к управляющему воздействию $\Delta G_{\text{в}}$. Выразим из третьего уравнения (3) $\Delta T_{\text{в}}$ и подставим эту промежуточную переменную во второе уравнение (2):

$$\begin{aligned} & (m_{\text{тр}} C_{\text{тр}} \rho + \alpha_{\text{м}} F_{\text{вн}}) \Delta T_{\text{тр}} - \alpha_{\text{м}} F_{\text{вн}} \Delta T_{\text{м}} + \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}} \Delta T_{\text{тр}} = \\ & = \frac{\alpha_{\text{в}}^2 F_{\text{нар}}^2}{G_{\text{в}0} \rho_{\text{в}} C_{\text{в}} + \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}}} \Delta T_{\text{тр}} + \frac{\alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}} \rho_{\text{в}} C_{\text{в}} (T_{\text{в}0} - T_{\text{в.вх}0})}{G_{\text{в}0} \rho_{\text{в}} C_{\text{в}} + \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}}} \Delta G_{\text{в}}. \end{aligned} \quad (4)$$

Выразим из (4) $\Delta T_{\text{тр}}$ и подставим это значение в первое уравнение системы (3), после несложных преобразований получим:

$$\begin{aligned} & \left\{ T_{\text{тр}} C_{\text{тр}} T_{\text{м}} C_{\text{м}} \rho^2 + \left[T_{\text{м}} C_{\text{м}} \left(\alpha_{\text{м}} F_{\text{вн}} + \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}} - \frac{\alpha_{\text{в}}^2 F_{\text{нар}}^2}{G_{\text{в}0} \rho_{\text{в}} C_{\text{в}} + \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}}} \right) + \right. \right. \\ & \quad \left. \left. + T_{\text{тр}} C_{\text{тр}} (G_{\text{м}} \rho_{\text{м}} C_{\text{м}} + \alpha_{\text{м}} F_{\text{вн}}) \rho + (G_{\text{м}} \rho_{\text{м}} C_{\text{м}} + \alpha_{\text{м}} F_{\text{вн}}) \times \right. \right. \\ & \quad \left. \left. \times \left(\alpha_{\text{м}} F_{\text{вн}} + \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}} - \frac{\alpha_{\text{в}}^2 F_{\text{нар}}^2}{G_{\text{в}0} \rho_{\text{в}} C_{\text{в}} + \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}}} \right) - \alpha_{\text{м}}^2 F_{\text{вн}}^2 \right\} = \Delta T_{\text{м}} - \frac{\alpha_{\text{м}} F_{\text{вн}} \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}} \rho_{\text{в}} C_{\text{в}} (T_{\text{в}0} - T_{\text{в.вх}0})}{(G_{\text{в}0} \rho_{\text{в}} C_{\text{в}} + \alpha_{\text{в}} F_{\text{нар}})} \Delta G_{\text{в}}. \end{aligned} \quad (5)$$

Переходя к преобразованиям Лапласа и обозначая $T_{\text{м}}(p) = L\{\Delta T_{\text{м}}\}$, $G_{\text{в}}(p) = L\{\Delta G_{\text{в}}\}$, найдем передаточную функцию процесса теплообмена по отношению к управляющему воздействию [2]:

$$W_y(p) = \frac{T_{\text{м}}(p)}{G_{\text{в}}(p)} = -\frac{k_G}{a_0 p^2 + a_1 p + 1}, \quad (6)$$

где

$$k_G = \frac{\alpha_M F_{ВН} \alpha_B F_{Нап} \rho_B C_B (T_{B0} - T_{B,ВХ0})}{G_{B0} \rho_B C_B + \alpha_B F_{Нап}}; \quad (7)$$

$$\left(G_M \rho_M C_M + \alpha_M F_{ВН} \right) \left(\alpha_M F_{ВН} + \alpha_B F_{Нап} - \frac{\alpha_B^2 F_{Нап}^2}{G_{B0} \rho_B C_B + \alpha_B F_{Нап}} \right) - \alpha_M^2 F_{ВН}^2$$

$$a_0 = \frac{m_M C_M m_{Тр} C_{Тр}}{\left(G_M \rho_M C_M + \alpha_M F_{ВН} \right) \left(\alpha_M F_{ВН} + \alpha_B F_{Нап} - \frac{\alpha_B^2 F_{Нап}^2}{G_{B0} \rho_B C_B + \alpha_B F_{Нап}} \right) - \alpha_M^2 F_{ВН}^2}; \quad (8)$$

$$a_1 = \frac{m_M C_M \left(\alpha_M F_{ВН} + \alpha_B F_{Нап} - \frac{\alpha_B^2 F_{Нап}^2}{G_{B0} \rho_B C_B + \alpha_B F_{Нап}} \right) + m_{Тр} C_{Тр} (G_M \rho_M C_M + \alpha_M F_{ВН})}{\left(G_M \rho_M C_M + \alpha_M F_{ВН} \right) \left(\alpha_M F_{ВН} + \alpha_B F_{Нап} - \frac{\alpha_B^2 F_{Нап}^2}{G_{B0} \rho_B C_B + \alpha_B F_{Нап}} \right) - \alpha_M^2 F_{ВН}^2}. \quad (9)$$

Разработка функционального блока рассматриваемой САП в TRACE MODE

Рассмотрим аппарат воздушного охлаждения масла как объект управления (ОУ) системы автоматического регулирования. Для начала определим аргументы и переменные, требуемые для создания математической модели. Аргументы разделяем на входные, выходные. Далее на функциональном блоке входные аргументы будут располагаться слева, выходные – справа, а переменные будут скрыты, т. к. используются только во внутренних расчетах. Входные аргументы могут быть заданы как в самой программе, так и через человеко-машинный интерфейс на функциональном блоке (ФБ) блоке модели аппарата.

```

FUNCTION_BLOCK function_test
VAR_INPUT Gb0 : REAL; END_VAR // Объемный расход воздуха
VAR_INPUT Gm : REAL; END_VAR // Объемный расход масла
VAR_INPUT Fm : REAL; END_VAR // Плотность масла
VAR_INPUT Fb : REAL; END_VAR // Плотность воздуха
VAR_INPUT Cm : REAL; END_VAR // Удельная теплоемкость масла
VAR_INPUT Cmp : REAL; END_VAR // Удельная теплоемкость
VAR_INPUT Cb : REAL; END_VAR // Удельная теплоемкость воздуха
VAR_INPUT Mm : REAL; END_VAR // Масса масла
VAR_INPUT Mmp : REAL; END_VAR // Масса трубки
VAR_INPUT Am : REAL; END_VAR // Коэффициент теплоотдачи от масла к стенке трубки теплообменника
VAR_INPUT Ab : REAL; END_VAR // Коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к воздуху
VAR_INPUT Tb0 : REAL; END_VAR // Среднее значение температуры воздуха на выходе аппарата воздушного охлаждения
VAR_INPUT Tbx0 : REAL; END_VAR // Среднее значение температуры воздуха на входе аппарата воздушного охлаждения
VAR_INPUT Fbh : REAL; END_VAR // Внутренняя площадь теплообмена
VAR_INPUT Fpar : REAL; END_VAR // Наружная площадь теплообмена
VAR_OUTPUT Wp : REAL; END_VAR // Передаточная функция
VAR Kg : REAL; END_VAR // Коэффициент
VAR Kgidividend : REAL; END_VAR
VAR Kgidivisor : REAL; END_VAR
VAR p : REAL; END_VAR // Комплексная переменная
VAR A0 : REAL; END_VAR // Коэффициент
VAR A0dividend : REAL; END_VAR
VAR A0divisor : REAL; END_VAR
VAR A1 : REAL; END_VAR // Коэффициент
VAR A1dividend : REAL; END_VAR
VAR A1divisor : REAL; END_VAR

```

Рис. 2. Задание переменных ФБ

Теперь требуется написать сам код программы для вычисления передаточной функции, моделирующей работу рассматриваемого устройства. Программа будет основана на формулах, описанных в разделе выше [3]. Результат кода программы с готовыми формулами представлен на рис. 3.

Далее пробуем скомпилировать данную программу: ошибок не возникло, значит, код и переменные валидны.

Следующим шагом является разработка условного графического обозначения (УГО) модели объекта исследования. Создадим ФБ аппарата воздушного охлаждения масла на языке *FBD* и свяжем его с приведенной выше программой (рис. 4).

Для того чтобы посмотреть работоспособность данного блока, промоделируем работу ФБ путем передачи входных значений как констант. Результат работоспособного ФБ показан на рис. 5.

```

Kgdividend = ((Am^Fbh*Ab^Fpar^Pb^Cb)/(Gb0^Pb^Cb+Ab^Fpar))*(Tb0-Tbbx0);
Kgdivisor = (Gm^Pm^Cm+Am^Fbh)*(Am^Fbh+Ab^Fpar-(((Ab^Ab)*(Fpar^Fpar))/(Gb0^Pb^Cb+Ab^Fpar)))-Am^Am^Fbh^Fbh;
//Вычисляем коэффициент Kg
Kg = Kgdividend/Kgdivisor;

A0dividend = Mm^Cm^Mmp^Cmp;
A0divisor = (Gm^Pm^Cm+Am^Fbh)*(Am^Fbh+Ab^Fpar-(((Ab^Ab)*(Fpar^Fpar))/(Gb0^Pb^Cb+Ab^Fpar)))-Am^Am^Fbh^Fbh;
//Вычисляем коэффициент A0
A0 = A0dividend/A0divisor;

Aldividend = Mm^Cm*(Am^Fbh+Ab^Fpar-(((Ab^Ab)*(Fpar^Fpar))/(Gb0^Pb^Cb+Ab^Fpar)))+Mmp^Cmp*(Gm^Pm^Cm+Am^Fbh);
Aldivisor = (Gm^Pm^Cm+Am^Fbh)*(Am^Fbh+Ab^Fpar-(((Ab^Ab)*(Fpar^Fpar))/(Gb0^Pb^Cb+Ab^Fpar)))-Am^Am^Fbh^Fbh;
//Вычисляем коэффициент A1
A1 = Aldividend/Aldivisor;

Wp=Kg/(A0^P+P+A1^P+1);

END_FUNCTION_BLOCK

```

Рис. 3. Программа расчета передаточной функции аппарата

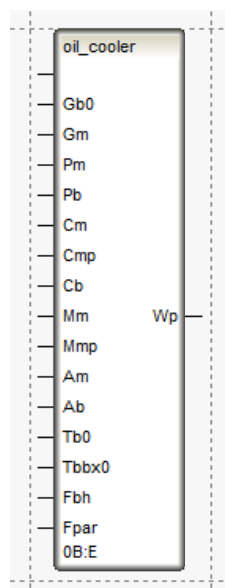


Рис. 4. УГО аппарата воздушного охлаждения масла

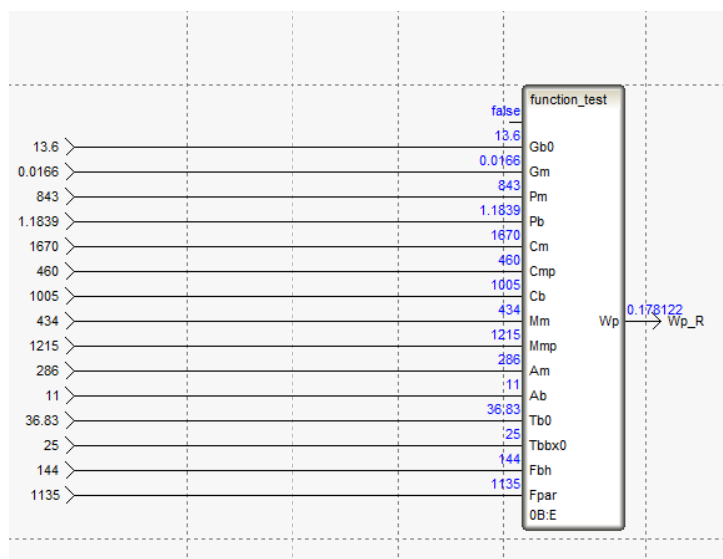


Рис. 5. Моделирование созданного ФБ и программы

Попробуем промоделировать данный элемент для модели АВО масла типа 06-10 с параметрами: $G_{B0} = 13,6 \text{ м}^3/\text{с}$; $G_M = 0,0166 \text{ м}^3/\text{с}$; $\rho_M = 843 \text{ м}^3/\text{с}$; $\rho_B = 1,1839 \text{ кг}/\text{м}^3$; $C_M = 1670 \text{ Дж}/\text{кгК}$;

$C_{тр} = 460$ Дж/кгК; $C_B = 1005$ Дж/кгК; $T_M = 434$ кг; $T_{тр} = 1215$ кг; $\alpha_M = 286$ Вт/м²К; $\alpha_B = 11$ Вт/м²К; $T_{в0} = 36,83$ °С; $T_{в.вх0} = 25$ °С; $F_{вн} = 144$ м²; $F_{нар} = 1135$ м².

Функциональный блок работоспособен и рассчитывает передаточную функцию. Но следует проверить верность работы программы и ФБ, рассчитав передаточную функцию алгебраически, подставив те же входные значения в формулу (8). Полученные путем математического расчета и моделирования нашей функции передаточные функции совпадают и выглядят следующим образом:

$$W_y(p) = -\frac{0,1781}{286,0733p^2 + 50,1418p + 1} \quad (10)$$

Заходим в раздел «Экран», к которому мы привязали график нашей передаточной функции по каналу Wp_R. Получившийся график показан на рис. 6 [4].

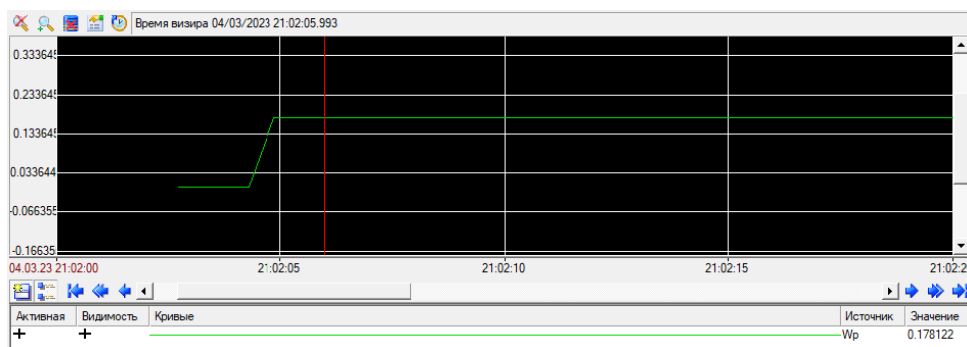


Рис. 6. График передаточной функции, полученный с выхода ФБ

Для закрепления результата построим график переходной характеристики компьютерной модели ОУ в среде графического моделирования *Simulink*. Структурная схема полученной системы приведена на рис. 7.

Чтобы оценить качество регулирования системы и поведение динамической системы (посмотреть на время ее установки и принцип работы), подается единичный импульс (рис. 8).

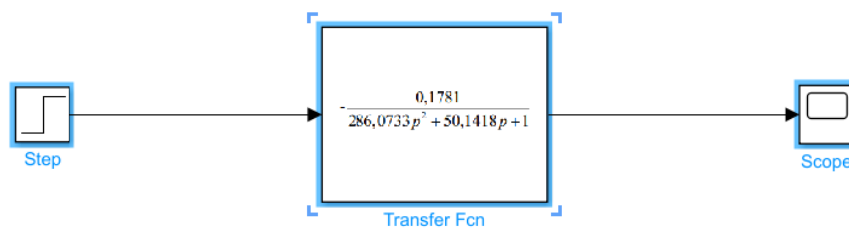


Рис. 7. Модель системы в *Simulink*

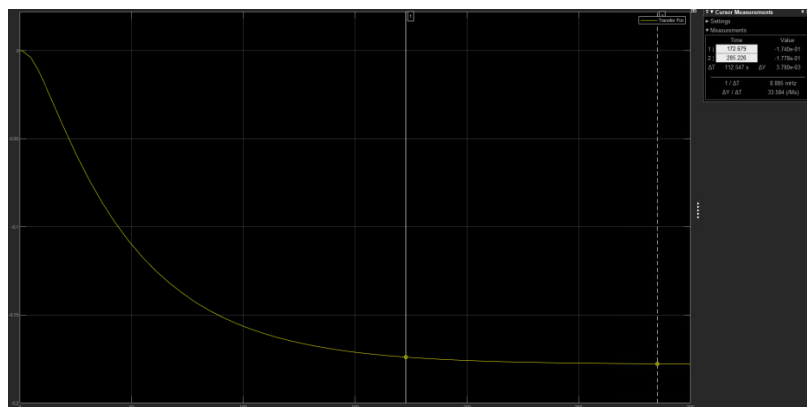


Рис. 8. График реакции передаточной функции на единичный импульс

Время переходного процесса – время регулирования системы, определяется как интервал времени от момента приложения какого-либо воздействия до времени вхождения в пятипроцентную трубку (достижение 95 % от устоявшегося значения системы).

$$h_{\text{пер}} = 0,95h_{\text{уст}}, \quad (11)$$

Из графика (рис. 8) видно, что $h_{\text{уст}} = -0,1778$, следовательно $h_{\text{пер}} = -0,1740$. Исходя из этого можно рассчитать время переходного процесса $t_{\text{пер}} = 178,2$ с.

Заключение

В данной работе были рассчитаны математические параметры модели исходного объекта управления, а именно системы автоматического теплообмена в аппарате воздушного охлаждения масла. В среде разработки *TRACE MODE* была разработана модель рассматриваемой САП, выполнено УГО и интеграция *FBD* блока модели с рассчитанными ранее математическими функциями.

Разработанная модель была проверена в программах *TRACE MODE* и *Simulink*. Анализ моделирования в обеих средах показал результаты, аналогичные друг с другом и с реальными значениями системы, что подтверждает правильность работы разработанного устройства.

Список использованных источников и литературы

1. *Стариков А. В.* Линеаризованная математическая модель асинхронного электродвигателя как объекта системы частотного управления // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. Вып. 16. Сер. Физико-математические науки. – Самара : СамГТУ, 2002. – С. 175–180.
2. Особенности математической модели асинхронного электродвигателя аппаратов воздушного охлаждения масла / Валерий Александрович Кузнецов [и др.] // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. Серия: Технические науки. 2011. – № 3. – С. 171–179.
3. САПР *TRACE MODE 6*: учеб.-метод. пособие / А. А. Мезенцев, В. М. Павлов ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2012. – 137 с.
4. *Зиятдинов, Р. Р.* Программирование промышленных контроллеров в *TRACE MODE* на языке Техно ST: учеб.-метод. пособие / Р. Р. Зиятдинов, А. А. Шабаев– Набережные Челны : ИПЦ НЧИ КФУ, 2017. – 36 с.

A. A. Mironov, Master's Degree Student
V. A. Glushkov, PhD in Engineering, Associate Professor
Electronic equipment design department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of a model of the control object of the automatic heat exchange system in the air oil cooler in the SCADA TRACE MODE

Today, automated control systems are a combination of many complex nodes and control objects. To check the operation and expediency of use, modern process control systems provide integrated simulation devices that significantly speed up the commissioning of new systems. The purpose of this work is to develop a model of ACS for heat exchange in an air oil cooler in SCADA TRACE MODE.

Keywords: ACS; Transfer function; TRACE MODE; modeling.

К. В. Земсков, студент
В. А. Сидорина, кандидат педагогических наук, доцент
Кафедра «Радиотехника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Использование концепции интернет вещей для разработки схемы управления комплексом культивирования растений

Статья посвящена разработке схемы управления комплексом культивирования растений с использованием концепции интернет вещей. В работе представлена часть системы управления комплексом культивирования растений с применением доступных на рынке микроконтроллерных устройств, таких как Arduino, ESP. Разработана электронная схема блока управления комплексом.

Ключевые слова: интернет вещей; микроконтроллер; комплекс культивирования растений; пользовательский интерфейс.

Введение

В сфере внедрения автоматизированных систем для культивирования растений концепция интернет вещей остается мало распространенной. Такой подход существует лишь на уровне крупных, государственных производств, хотя сам принцип используется повсеместно во многих сферах жизни человека. Под этим понятием принято говорить о некоторой вычислительной сети физических объектов (предметов, вещей), оснащенных встроенными технологиями (интерфейсами) для взаимодействия друг с другом или с внешней средой [1–3].

На данный момент интернет вещей – не просто тенденция. Он глубоко внедрен в нашу жизнь. Сети производственного оборудования, базы данных – это компьютеры в автомобилях, сети камер наблюдения, устройства умного дома, и, конечно, пользовательские гаджеты [1].

Основной идеей данной статьи является возможность создания и внедрения устройств автоматизированного культивирования растений на уровне частного хозяйства или мелкого бизнеса. В работе главное значение уделялось применению современных технологий, в особенности концепции интернета вещей как более качественного подхода к поиску и применению методов рационального современного производства. Время, а также материальные затраты на долю продукции, предположительно должны значительно сократиться.

Основная часть

В ходе изучения научного материала и предложений, уже существующих на рынке, было разработано решение, направленное на создание устройства, позволяющего скомпоновать комплекс для выращивания растений, использующий преимущества микроконтроллерных устройств, сети Интернет и беспроводной связи [4–6].

Данное устройство изначально рассчитывалось, как самостоятельный контроллер, способный управлять различного рода нагрузкой (клапаны, нагреватели, насосы, элементы освещения), опираясь на данные сенсоров. Система должна быть гибкой, т. к. для разных культур параметры среды отличаются. Это означает, что в функции контроллера должна входить возможность широкой настройки регулирования перечисленных параметров и временных промежутков. В программу контроллера могут быть установлены параметры для нужных культур. Настройка не должна требовать особенных знаний у пользователя. Пользовательский интерфейс включает местный, (непосредственно при работе с органами управления микроконтроллером) и веб-интерфейс. Веб-интерфейс предоставляет более широкие

возможности в настройке, отслеживании параметров, а также объединении нескольких устройств в комплекс.

С помощью веб-сервиса *EasyEDA* была разработана схема электрическая принципиальная контроллера и блока питания (рис. 1).

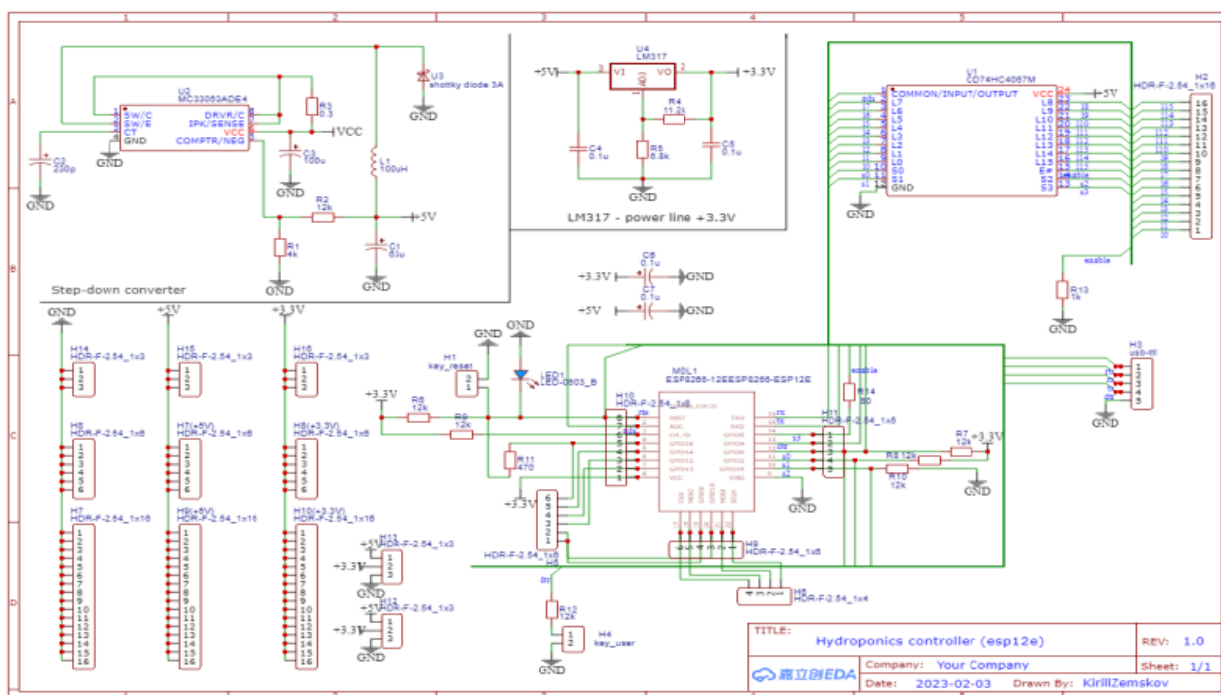


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

Устройство должно быть простым по конструктиву. Предполагается модульность с продуманным и простым подключением его функциональных элементов, которая может обеспечить относительную дешевизну при отдельной замене неисправных комплектующих, изменении конфигурации.

Блок питания выполнен на отдельной плате с соответствующими разъемами питания. Микроконтроллер рассчитан на питание 3,3 вольта, многие модули, микросхемы и устройства работают от напряжения 5 вольт. Блок питания спроектирован на два уровня напряжения: +3,3 и +5 вольт, каждый из которых стабилизирован. Входное напряжение блока питания от 12 до 24 вольт. Это позволяет подключать стандартные блоки питания и накопители энергии.

Помимо питания при каждом выводе микроконтроллера, дополнительно выведены по три вывода питания.

Основная плата контроллера содержит микроконтроллер esp12e, обвязку питания, порты входа/выхода, порты интерфейса i2c, обвязку информационных портов. С учетом сравнительно небольшого количества выводов у микроконтроллера esp12e – всего 12 цифровых и один аналоговый – в схему добавлен мультиплексор/демультиплексор cd74hc4067.

Вместо прежнего набора выводов получено 24 вывода, 16 из которых аналоговые, но подключаются последовательно. По шине i2c предполагается подключение экрана. Элементы интерфейса: кнопки, переключатели на плате прототипа не предусмотрены и подключаются отдельно. Предусмотрена автоматическая прошивка микроконтроллера без снятия с платы через i2c-интерфейс. Для этого к соответствующему разъему подключается ttl-переходник на usb-интерфейс. Данную процедуру можно осуществить путем подключения контроллера к другому устройству по Wi-fi или Bluetooth.

В ходе работы были разработаны в веб-сервисе EasyEDA и разведены печатные платы блока питания и контроллера. Результат разработки показан на рис. 2 и 3.

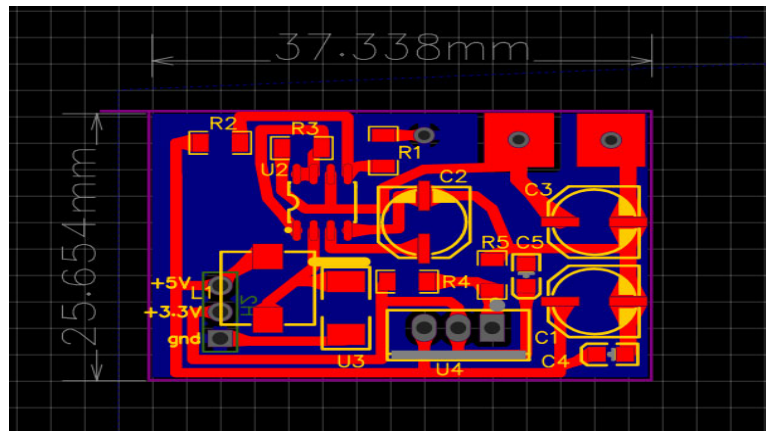


Рис. 2. Верхняя сторона схемы разведенной печатной платы блока питания

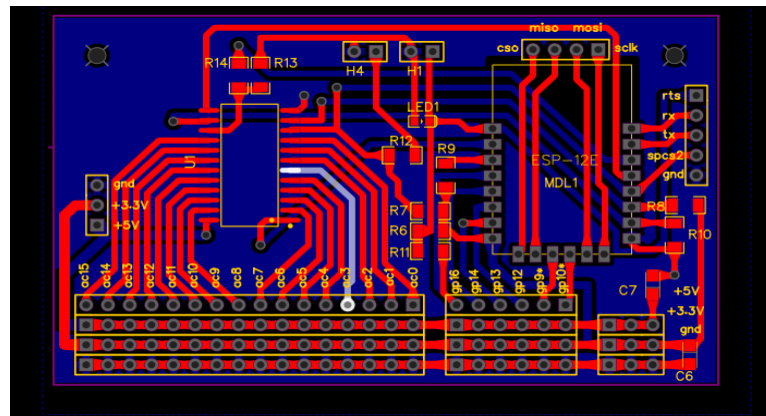


Рис. 3. Верхняя сторона разведенной печатной платы контроллера

В той же среде получены трехмерные модели блока питания и основной платы. Они представлены на рис. 4 и 5.

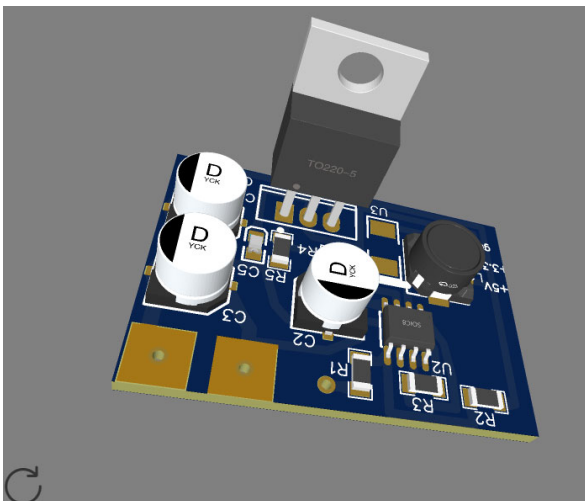


Рис. 4. 3d-модель блока питания

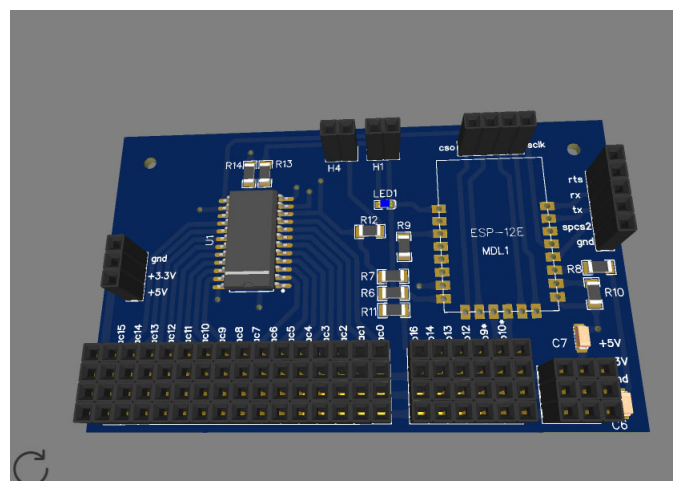


Рис. 5. 3d-модель основной платы

В дальнейшем планируется программирование контроллера и создание сайта для управления комплексом культивирования.

Выводы

В ходе работы была разработана схема устройства управления комплексом культивирования растений с использованием концепции интернета вещей, разведены печатные платы контроллера и блока питания, получены их трехмерные модели.

Дальнейшее продвижение идеи данного проекта в рамках Акселерационной программы ИжГТУ имени М. Т. Калашникова позволит вывести на общий рынок продукт, упрощающий процесс выращивания растений и обеспечивающий автоматизацию частных производств.

Список использованных источников и литературы

1. Блинков, Е. М. Общие вопросы концепции интернета вещей. Системы интернета вещей прямого доступа на микроконтроллерах // Стратегии развития современной науки : сб. науч. ст. / науч. ред. И. В. Таньчева. Ч. I. – Москва : Перо, 2019. – С. 96–101. – EDN: YLIUBR
2. Программно-аппаратный комплекс для выращивания растений в домашних условиях методом гидропоники / Т. А. Верещагин [и др.] // Энергетические установки и технологии. – 2022. – Т. 8, № 3. – С. 68–72. – EDN: QXVGQI
3. Патент № 2635396 С1 Российская Федерация, МПК А01G 31/00. Способ гидропонного бес- субстратного выращивания растений и устройство для его осуществления (варианты) / П. В. Шишкин. – № 2016143583; заявл. 07.11.2016; опубл. 13.11.2017. – EDN: IFTDPT
4. Научно-технические основы оптимизации производственного процесса в регулируемой агро- экосистеме / Г. Г. Панова [и др.] // Агрофизика. – 2011. – № 1. – С. 29–37. – EDN: OEKRYF
5. Арсланов, И. А. Использование интегрированной среды программирования ArduinoIDE для создания учебных проектов / И. А. Арсланов, В. А. Сидорина // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф., Ижевск, 26–27 мая 2022 г. – Ижевск : ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2022. – С. 256–260. – EDN: BINEMK
6. Зайцева, Е. М. Использование информационных технологий в процессе проектирования радиоэлектронных средств / Е. М. Зайцева, Н. А. Королев, А. С. Раев // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : электронное научное издание : сб. материалов IV Всерос. науч. техн. конф. асп., магистрантов и молодых ученых с междунар. участием, Ижевск, 20–21 апр. 2016 г. – Ижевск : ИННОВА, 2016. – С. 315–317. – URL: http://sconf.istu.ru/docs/sbornik_2016.pdf (дата обращения: 16.03.2023).

K. V. Zemskov, Student
V. A. Sidorina, PhD in Pedagogical, Associate Professor
Department of Radio Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Using the concept of the Internet of Things to develop a management scheme for a plant cultivation complex

The article is devoted to the development of a control scheme for a plant cultivation complex using the concept of the Internet of Things. The paper presents a part of the control system for a plant cultivation complex using microcontroller devices available on the market, such as Arduino, ESP. An electronic circuit of the control unit of the complex has been developed.

Keywords: Internet of Things; microcontroller; plant cultivation complex; user interface.

А. Д. Курдесова, студент
А. Б. Турыгин, кандидат технических наук
Кафедра «Ремонт и основы конструирования машин»
Костромская государственная сельскохозяйственная академия

Особенности определения погрешности измерений величин, выраженных через логарифм

В статье рассмотрены вопросы обработки результатов измерений величин, которые выражены в неперах или децибелах. На практике средства измерения показывают в неперах или децибелах, и соответственно их калибровка производится в этих величинах. Известно, что непер и децибел связаны с логарифмом. По результатам работы можно сделать заключение, что рассчитывать погрешность в децибелах так, как в любой другой единице СИ, допустимо с минимальной погрешностью.

Ключевые слова: непер; децибел; погрешность; измерения; распределение; неопределенность.

Количественные значения в неперах и децибелах, с первого взгляда отличаются от тех, которые выражены в линейном масштабе (т. е. в условных единицах). Величины выражены в неперах и децибелах, связаны с логарифмом. Масштаб расширен на низких частотах и конденсирован на высоких частотах. Возникает вопрос о целесообразности преобразования значений, полученных в неперах и децибелах в единицу СИ. Насколько будет велика ошибка, если обработаем данные в децибелах так же, как данные в единицах системы СИ?

Анализ, проведенный в работе, показывает, что при расчете погрешностей получаем минимальную ошибку, если не считать логарифмический характер измеряемых данных, которым при нормальных условиях (только при суммарной модели измерения) можно пренебречь, когда результат измерения получается только с помощью суммы отдельных членов функции.

Таким образом, результат должен иметь следующий вид:

$$Y_{\text{дБ}} = A_{\text{дБ}} + B_{\text{дБ}} + C_{\text{дБ}} + \dots$$

Или в линейном масштабе:

$$Y = A \cdot B \cdot C \dots$$

В работе подтверждается существование так называемого логарифмически-нормального распределения для линейных данных (Y, A, B, \dots) . Данные можно перевести в логарифмическую форму $Y_{\text{дБ}}, A_{\text{дБ}}, B_{\text{дБ}}, \dots$ следующим образом:

$$Y - 10 \lg Y.$$

$Y_{\text{дБ}}$ имеет нормальное распределение (в соответствии с кривой Гаусса). Тогда для результатов измерения в децибелах применяются те же самые выражения, как и в системе СИ.

У повторяемого измерения величины Y является стандартной неопределенность типа A4:

$$u_{AY} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2},$$

где \bar{y} – медиана, имеющая следующую форму:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i.$$

Тип B стандартной неопределенности рассчитывается исходя из закона распространения неопределенности:

$$u_{BY} = \sqrt{\sum_{j=1}^m A_j^2 u_{Bj}^2},$$

где u_{Bj} – стандартная неопределенность типа B , связанная с j -м источником неопределенности и A_j – коэффициентом передачи, причем учитываем m источников неопределенности. Если известны источники расширенной неопределенности U_j и соответствующий коэффициент расширения k_j , можно записать:

$$u_{Bj} = \frac{U_j}{k_j}.$$

Если знаем только определение погрешностей $\pm \max$ от j -го источника неопределенности, можно записать:

$$u_{Bj} = \frac{\Delta_{\max, j}}{x_j},$$

где величина x_j зависит от распределения вероятности случайной величины – погрешности j -го источника неопределенности в диапазоне $\pm \Delta \max$.

В случае если некоторые источники неопределенности взаимно влияют друг на друга, необходимо в уравнении рассмотреть и члены взаимной корреляции

$$u_{BY} = \sqrt{\sum_{j=1}^m A_j^2 \cdot u_{Bj}^2 + 2 \cdot \sum_{\substack{j=2 \\ k < j}}^m A_j \cdot A_k \cdot u_{Bj} \cdot u_{Bk} \cdot r_{Bjk}}.$$

Коэффициент корреляции r_{Bjk} оценивает соотношение между j -м и k -м источниками неопределенности. В большинстве случаев r_{Bjk} неизвестен, в случае какой-либо взаимной связи источников неопределенности рекомендуется выбирать его максимум, т. е. $r_{Bjk} = 1$, в противном случае $r_{Bjk} = 0$.

Стандартные неопределенности типа A и B могут быть объединены на основе закона Гаусса о распространении стандартного отклонения. Таким образом, получена суммарная стандартная неопределенность вида

$$u_{CY} = \sqrt{u_{AY}^2 + u_{BY}^2}$$

и расширенная неопределенность U_y с учетом коэффициента расширения k_j будет иметь следующий вид:

$$U_y = k_u u_{CY}.$$

В результате многократного прямого измерения одной величины получаем среднее значение всех измерений \bar{y} с неопределенностью U_y . Результат измерения может быть записан следующим образом:

$$Y_s = \bar{y} \pm U.$$

Стандартная неопределенность типа A получается путем статистического анализа нескольких повторных измерений, стандартная неопределенность типа B получается:

- от погрешностей измерительного прибора, находящихся в паспорте прибора, в сертификатах о калибровке и т. д.;
- погрешностей измерительного прибора, возникающих при невыполнении лабораторных измерений;
- из предыдущего анализа погрешностей на основе измерений, расчетов и моделирования;
- из опыта лабораторного персонала и знаний о конкретном измерении.

Если в первом случае (неопределенность типа 4) можно легко рассчитать расширенную неопределенность и коэффициент покрытия, то во втором случае необходимо получить промежуток погрешностей Δ_{\max} , определить характер функции распределения случайной величины и параметр x .

В инженерной практике для расчета стандартной неопределенности типа B часто используются следующие распределения случайной величины.

Нормальное (гауссово) распределение – наиболее часто применяемое распределение. Погрешности, возникающие в процессе измерения непрерывных данных, носят характер нормального распределения. Его используем, если при измерении номинального значения возникают погрешности, которые уменьшаются с отдалением от этого значения. Коэффициент распределения $x = 22$ (или $x = 3$).

Равномерное (прямоугольное) распределение вероятностей равномерно в интервале $[\pm\Delta]_{\max}$. Это распределение используется для измерительных приборов, максимальная погрешность которых $[\pm\Delta]_{\max}$ и ожидаем, что номинальная величина находится на отрезке $[\pm\Delta]_{\max}$ с равномерной вероятностью. Равномерное распределение используется и тогда, когда нет другой статистической информации, т. е. распределение неизвестно. Значение коэффициента распределения $x = \sqrt{3}$.

Треугольное распределение – плотность распределения линейно понижается с расстоянием от средней величины до пределов $[\pm\Delta]_{\max}$. При оценке неопределенности измерения треугольное распределение может быть применено в процессах, где номинальная величина находится в узком интервале, к примеру, если принимает значение, близкое к теоретическому. Значение коэффициента $x = \sqrt{6}$.

U-образное распределение используется, если число источников неопределенности бесконечно. Например, коэффициент стоячих волн (КСВ) на кабелях между двумя устройствами в измерительной цепи. Это явление возникает, если волновое сопротивление СВЧ-кабеля и источника СВЧ не совпадает. На практике всегда часть передаваемой энергии отражается и возвращается до передатчика. Отраженная энергия ухудшает работу передатчика и может его повредить. Погрешность, возникающую при этом явлении, рассчитаем следующим образом:

$$\Delta_{\max} = 20 \log(1 \pm |\Gamma_1| \cdot |\Gamma_2|),$$

где Γ – коэффициент отражения от входа (выхода) СВЧ-устройства. Значение коэффициента $x = \sqrt{2}$.

Продemonстрируем на следующем примере.

С помощью селективного высокочастотного (ВЧ) вольтметра на выходе ВЧ-усилителя при частоте $f = 10$ МГц измеряем переменное напряжение $U_V = 14,02; 14,03; 14,05; 14,01; 13,98; 13,97; 13,99; 13,96; 14,02; 14,05; 14,08; 14,10$ дБм. С паспорта вольтметра (лист калибровки) получаем расширенную неопределенность 1,0 дБм с коэффициентом расширения $k = 2$. Для измерения использовали аттенюатор с затуханием $L = 6$ дБ с максимальной погрешностью $\pm 0,2$ дБ по всему используемому диапазону частот.

Приблизительное значение реального измеряемого напряжения является средним значением:

$$\overline{U_z} = \frac{1}{n} \sum U_{zi} = \frac{1}{12} \sum_1^{12} (U_{Vi} + L) = 10,02 \text{ дБм.}$$

Стандартная неопределенность типа A равна:

$$u_{AU_z} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (U_{zi} - \overline{U_z})^2} = 0,0125 \text{ дБм.}$$

Известные источники неопределенности погрешности измерительного ВЧ-вольтметра и аттенуатора определяются следующим образом:

$$u_{B1} = \frac{U_{U_V}}{k_{U_V}} = \frac{1}{0,5} = 0,5 \text{ дБ}; u_{B2} = \frac{\Delta_{\max,L}}{\chi_L} = \frac{0,2}{\sqrt{3}} = 0,1155 \text{ дБ.}$$

Коэффициенты передачи A_{ij} в обоих случаях имеют значение 1.

Стандартная неопределенность типа B равна:

$$u_{BU_z} = \sqrt{A_1^2 u_{B1}^2 + A_2^2 u_{B2}^2} = \sqrt{1^2 (0,5)^2 + 1^2 (0,1155)^2} = 0,5132 \text{ дБ.}$$

Суммарная неопределенность и расширенная неопределенность:

$$u_{CU_z} = \sqrt{u_{AU_z}^2 + u_{BU_z}^2} = \sqrt{0,0125^2 + 0,5132^2} = 0,5133 \text{ дБ, resp. } U = 1,0266 \text{ дБ.}$$

Результат измерения напряжения усилителя с расширенной неопределенностью при коэффициенте расширения $k_U = 2$ записывается как

$$U_z = 20,02 \pm 1,03 \text{ дБ.}$$

Результат измерения целесообразно записать в децибелах с симметричной неопределенностью. В практике используется и запись измерения в виде напряжения в вольтах с симметричной неопределенностью тоже в вольтах:

$$U_z = 2,242 - 0,250 ; 2,42 + 0,279 \text{ В.}$$

Для проверки безошибочности расчетов в децибелах сделаем расчет неопределенности в линейном масштабе данных. В результате получаем

$$U_z = 2,242 - 0,249 ; 2,42 + 0,279 \text{ В.}$$

Этот пример подтверждает возможность использования данных, выпаженных в децибелах, для расчета неопределенности

Список использованных источников и литературы

1. Расчет погрешностей измерения/сост. Ю.В. Турыгин и др. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2014. – 72 с.
2. Bronaugh, E. L. Estimating Measurement Uncertainty / E. L. Bronaugh, D. N. Heiman // A Brief Introduction to the Subject. – IEEE EMC Society Newsletter, Issue no. 2000 (Winter 2004). – Pp. 32–43.

A. D. Kurdesova, Student
A. B. Turygin, Candidate of Technical Sciences
Department of Repair and fundamentals of machine design
Kostroma State Agricultural Academy

Features of determining the measurement error of quantities expressed in terms of the logarithm

The article deals with the issues of processing the results of measurements of quantities that are expressed in nepers or decibels. In practice, measuring instruments are shown in nepers or decibels and, accordingly, they are calibrated in these values. It is known that the neper and the decibel are related to the logarithm. Based on the results of the work, it can be concluded that it is permissible to calculate the error in decibels as in any other SI unit with a minimum error

Keywords: neper; decibel; error; measurements; distribution; uncertainty.

Н. А. Поторочина, магистрант
В. А. Глушков, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Увеличение надежности наноспутника за счет резервирования отдельных блоков

В работе представлено использование метода структурного резервирования как одного из способов повышения надежности наноспутников формата CubeSat 3U. Произведена оценка вероятности безотказной работы для отдельных блоков, а также для разных вариантов резервирования: общего, поблочного и группового.

Ключевые слова: структурные схемы; резервирование; безотказность; наноспутник; соединение.

Введение

В настоящее время одним из современных направлений развития космических аппаратов, является внедрение новых технологий для разработки спутников нанокласса. Они относятся к области целевого использования как гражданского, так и военного направления. После создания такого спутника поломка самого незначительного узла небольшой стоимостью или ошибка программного обеспечения может вывести из строя весь комплекс. Поэтому надежность здесь играет очень важную роль, т. к. является одной из основных характеристик электронной аппаратуры, оказывает влияние на ее массогабаритные и экономические показатели, и определяет выбор элементной базы, схемотехнические и конструктивные решения. Для повышения надежности используют различные методы, в частности метод структурного резервирования.

Методика расчета

Метод структурного резервирования системы включает в себя применение дополнительных (резервных) блоков, которые влияют на надежность всего наноспутника. Характерной особенностью структурного резервирования является необходимость их применения после отказа основных блоков системы. В системе со структурным резервом не всегда отказ какого-либо блока приводит к отказу всей системы, т. к. работа системы поддерживается за счет реконфигурации структуры и подключения резервных блоков [1].

По способу подключения резервных элементов различают общее, групповое и поэлементное резервирование. Резервирование считается общим, если резервируется система в целом. Групповое резервирование предупреждает отказ группы блоков системы. Поэлементный резерв предназначен для предупреждения отказов отдельных блоков системы [2].

Рассмотрим надежность системы наноспутника при различных вариантах построения структурных схем как без резервирования, так и с резервированием блоков наноспутника *CubeSat* [3] и для каждого из вариантов определим функцию $P(t)$ как вероятность безотказной работы всей системы. Для расчета надежности систем со структурным резервированием будем использовать основные формулы теории вероятности. Оценивать надежность резервированных систем целесообразно по вероятности $P(t)$ [4].

Для наглядности рассмотрим расчет для непрерывной работы устройства. Время работы t будет равно 8000 часов в соответствии с ГОСТ 27883–88 «Средства измерения и управления технологическими процессами. Надежность. Общие требования и методы испытаний».

Ориентировочный расчет надежности проведем, основываясь на информации, изложенной в литературе и справочнике ЦНИИ МО РФ [5].

Расчет интенсивности отказов:

$$\lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \lambda_{\text{отг}i} \cdot Ni \cdot K_{\text{э}}, \quad (1)$$

где λ_{Σ} – общая интенсивность отказов, ч^{-1} ; $\lambda_{\text{отг}i}$ – средняя интенсивность отказов группы элементов при испытании в режиме номинальной нагрузки и нормальной температуры среды, ч^{-1} ; Ni – количество элементов в группе; $K_{\text{э}}$ – эксплуатационный коэффициент для пересчета интенсивности отказов групп или типов изделий от режимов испытаний к условиям эксплуатации различных видов аппаратуры.

Интенсивность отказа элемента – справочное значение, которое мы можем использовать. Поправочный коэффициент элемента для каждой схемы свой, в нашем случае согласно ГОСТ РВ 20.39.304–98 «Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам», наноспутник относится к 5-му классу аппаратов, а именно: бортовая аппаратура космической техники. На основе этого в справочнике было выбрано значение $K_{\text{э}}$, равное 1.

Среднее время безотказности работы

$$T_{\text{ср}} = \frac{1}{\lambda_{\text{общ}}}, \quad (2)$$

где $\lambda_{\text{общ}}$ – интенсивность отказа всей системы, час^{-1} .

Вероятность безотказной работы

$$P(t) = e^{-\lambda_{\text{общ}} \cdot t}, \quad (3)$$

где t – время безотказной работы, в часах.

Вычисленные вероятности безотказной работы каждого отдельного блока наноспутника для указанных выше условий приведены в табл. 1.

Таблица 1. Вероятности безотказной работы блоков после 8000 часов работы

Название блока	$P(t)$
Система электропитания (СЭП)	0,98942
Бортовой цифровой вычислительный модуль (БЦВМ)	0,99834
Приемо-передающее устройство (ППУ)	0,99778
Система ориентации и стабилизации (СОиС)	0,99470

Далее рассмотрим различные варианты построения структурных схем надежности наноспутника *CubeSat* и для каждого из вариантов определим функцию $P(t)$ как вероятность безотказной работы всей системы [6].

1. Исходная структурная схема надежности, при которой отказ любого элемента (блока) влечет за собой отказ всего устройства (рис. 1).



Рис. 1. Нерезервированная система

Общая вероятность безотказной работы составит:

$$P_{\text{неп}}(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot P_3(t) \cdot P_4(t) = 0,98942 \cdot 0,99834 \cdot 0,99778 \cdot 0,99470 = 0,980361097719$$

2. Общее резервирование, при котором резервируется вся система в целом (рис. 2).

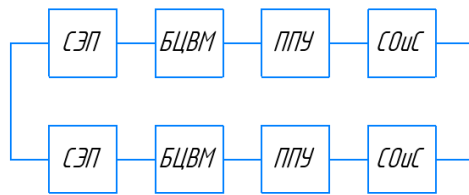


Рис. 2. Общее резервирование

Общая вероятность безотказной работы составит:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{общ}}(t) &= 1 - (1 - P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot P_3(t) \cdot P_4(t)) \cdot (1 - P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot P_3(t) \cdot P_4(t)) = \\
 &= 1 - (1 - 0,98942 \cdot 0,99834 \cdot 0,99778 \cdot 0,99470) \times \\
 &\times (1 - 0,98942 \cdot 0,99834 \cdot 0,99778 \cdot 0,99470) = 0,999614313517.
 \end{aligned}$$

3. Зарезервирован каждый блок по отдельности (рис. 3).

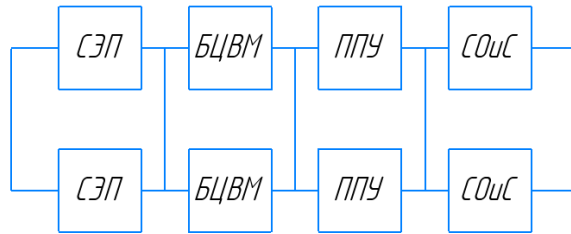


Рис. 3. Поэлементное (поблочное) резервирование

Общая вероятность безотказной работы составит:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{поэл}}(t) &= 1 - (1 - P_1(t)) \cdot (1 - P_1(t)) \cdot (1 - P_2(t)) \cdot (1 - P_2(t)) \times \\
 &\times (1 - P_3(t)) \cdot (1 - P_3(t)) \cdot (1 - P_4(t)) \cdot (1 - P_4(t)) = \\
 &= 1 - (1 - 0,98942) \cdot (1 - 0,98942) \cdot (1 - 0,99834) \cdot (1 - 0,99834) \times \\
 &\times (1 - 0,99778) \cdot (1 - 0,99778) \cdot (1 - 0,99470) \cdot (1 - 0,99470) = 0,999999999793.
 \end{aligned}$$

4. Зарезервированы все блоки, кроме системы ориентации и стабилизации (рис. 4).

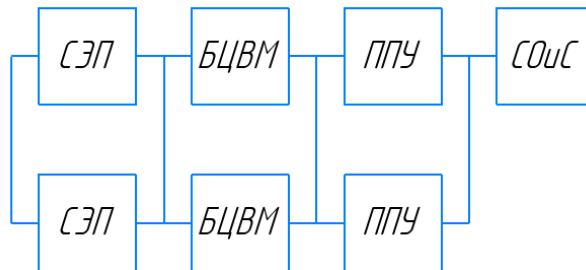


Рис. 4. Вариант группового резервирования

Общая вероятность безотказной работы составит:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{груп}}(t) &= (1 - (1 - P_1(t)) \cdot (1 - P_1(t)) \cdot (1 - P_2(t)) \cdot (1 - P_2(t)) \cdot (1 - P_3(t)) \cdot (1 - P_3(t))) \cdot P_4(t) = \\
 &= (1 - (1 - 0,98942) \cdot (1 - 0,98942) \cdot (1 - 0,99834) \cdot (1 - 0,99834) \cdot (1 - 0,99778) \cdot (1 - 0,99778)) \times
 \end{aligned}$$

$$\times 0,99470 = 0,994699961217.$$

В рассмотренном примере уровень надежности всех модулей оказался примерно одинаковым. Выигрыш в надежности от резервирования составил:

– для общего резервирования

$$\left[\frac{(P_{\text{ОБЩ}} - P_{\text{НЕР}})}{P_{\text{НЕР}}} \right] \cdot 100\% = 1,963890228\% ;$$

– для поэлементного/поблочного резервирования

$$\left[\frac{(P_{\text{ПОЭЛ}} - P_{\text{НЕР}})}{P_{\text{НЕР}}} \right] \cdot 100\% = 2,003231475\% ;$$

– для указанного варианта группового резервирования

$$\left[\frac{(P_{\text{ГРУП}} - P_{\text{НЕР}})}{P_{\text{НЕР}}} \right] \cdot 100\% = 1,462610413\% .$$

При этом в первых двух случаях масса, габариты, энергопотребление и стоимость системы увеличиваются в два раза. В третьем случае увеличение подобных показателей уже будет менее, чем двукратное.

Заключение

При анализе показателей надежности, в частности безотказности таких необслуживаемых систем, как сверхмалый космический аппарат, важными являются как вопросы обеспечения их работоспособности, так и обеспечения их массы, габаритов, энергопотребления и удорожания в приемлемых рамках. Находить такой баланс можно с помощью анализа подобной системы, разделения ее блоков по уровням критичности для конкретной полетной миссии и обеспечение соответствующего резервирования с оценкой вариантов.

Список использованных источников и литературы

1. Викторова В. С., Степанянц А. С. Модели и методы расчета надежности технических систем. – Изд. 2-е, испр. – Москва : ЛЕНАНД, 2016 – 256 с.
2. Надежность структурно резервированных технических систем : метод. указания / сост.: Н. В. Лежнева, В. В. Гетман. – Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2009. – 32 с.
3. Наноспутниковая платформа CubeSat «OrbiCraft-Pro». – URL: [https://sputnix.ru/tpl/docs/Описание%20ОрбиКрафт-Про%20\(рус.\).pdf](https://sputnix.ru/tpl/docs/Описание%20ОрбиКрафт-Про%20(рус.).pdf) (дата обращения: 09.10.2023).
4. Теория надежности :учебник для вузов / В. А. Острейковский [и др.] ; под ред. В. А. Острейковского. – Москва : Высшая школа, 2003. – 463 с.
5. Надежность ЭРИ ИП : справочник. – Москва : Изд-во ЦНИИ 22 МО, 2006. – 52 с.
6. Метод структурных схем и оценка безотказной работы / сост.: С. В. Мрыкин, М. И. Вильчек. – URL: <http://repo.ssau.ru/bitstream/Methodicheskie-ukazaniya/Method-strukturnyh-shem-i-ocenka-bezotkaznosti-sistemy-Elektronnyi-resurs-elektron-metod-ukazaniya-k-lab-rabote-53285/1/Мрыкин%20С.В.Метод%20структурных.pdf> (дата обращения: 09.10.2023).

N. A. Potorochina, Master's Degree Student
V. A. Glushkov, PhD in Engineering, Associate Professor
Electronic equipment design department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Increasing the nanosatellite reliability by means of redundancy of individual blocks

The paper represents use of structural redundancy method to increase CubeSAT 3U nanosatellite reliability. Failure-less operation probability is estimated for separate blocks as well as for different variants of redundancy: whole system redundancy, block-wise redundancy and group redundancy.

Keywords: block diagrams; redundancy; reliability; nanosatellite; connection.

Ю. А. Фоминых, магистрант
В. А. Глушков, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Калькулятор для ориентировочного расчета надежности электронной аппаратуры

В статье описана разработка программы в среде VisualStudioCode на языке программирования Python, которая выполняет функцию калькулятора, который при заданных параметрах электрической цепи рассчитывает показатели безотказности ее работы и строит график зависимости вероятности безотказной работы от времени.

Ключевые слова: надежность; VisualStudioCode; Python; калькулятор; интенсивность отказов; безотказная работа.

Введение

Согласно [1], *надежность* – это свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Таким образом, очевидно, что надежность – важнейшее свойство любого объекта, выполняющего функции частного и особенно гражданского и специального назначений. В большинстве случаев представляет интерес такое свойство, как *безотказность* – свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения [1].

Вопросы расчетов показателей безотказности сопряжены с оперированием множеством табличных цифровых данных, что с ростом сложности системы представляет проблему, особенно при ручном способе расчета, зачастую применяемом до сих пор.

Целью проекта является обеспечить автоматизацию расчета показателей безотказности электронного устройства по его электрической схеме. Рассматривается разработка программы-калькулятора, облегчающей такой расчет.

Для достижения цели выполнены следующие задачи:

1. Выбор основных формул для расчета надежности радиоэлектронной аппаратуры.
2. Краткое описание кода для расчета надежности безотказной работы.
3. Разработка кода в среде VisualStudioCode на языке программирования Python.

Математическая основа для вычислений

Тип расчета в рассматриваемой версии программы является ориентировочным, а также исходит из того, что рассматривается нерезервированная и невозстанавливаемая система. Таким образом, используется экспоненциальный закон распределения вероятности безотказной работы. Исходя из этого процесс расчёта в программе будет основан на трех формулах [2]:

1. Расчет интенсивности отказов:

$$\lambda_{\text{общ}} = \lambda_1 \cdot K_1 \cdot N_1 + \lambda_2 \cdot K_2 \cdot N_2 + \dots + \lambda_n \cdot K_n \cdot N_n,$$

где $\lambda_{\text{общ}}$ – интенсивность отказа всей системы, час⁻¹; λ_i – интенсивность отказа i -го элемента, час⁻¹; K_i – поправочный эксплуатационный коэффициент i -го элемента; N_i – количество экземпляров i -го элемента; n – количество элементов в схеме.

2. Среднее время безотказной работы, в часах:

$$T_{\text{ср}} = \frac{1}{\lambda_{\text{общ}}}.$$

3. Вероятность безотказной работы:

$$P(t) = e^{-\lambda_{\text{общ}} \cdot t}.$$

t – время безотказной работы в часах.

Значения λ_i и K_i , необходимые для расчета интенсивности отказов системы $\lambda_{\text{общ}}$, являются табличными данными и содержатся в справочнике [2], а именно в разделе «Расчетные значения эксплуатационной интенсивности отказов групп изделий в типовых усредненных условиях эксплуатации». Там значения интенсивности отказов приведены для групп изделий в зависимости от класса и подкласса, к которым относится аппаратура, в которой предполагается данные изделия использовать. В свою очередь, классы аппаратуры определяются [3]:

- 1) класс 1 – «Аппаратура наземной техники»;
- 2) класс 2 – «Бортовая аппаратура морской техники»;
- 3) класс 3 – «Бортовая аппаратура авиационной техники»;
- 4) класс 4 – «Бортовая аппаратура ракетной техники»;
- 5) класс 5 – «Аппаратура космической техники».

Данные указанной таблицы были переведены в формат электронной таблицы для дальнейшего обращения к ним самой программы.

Описание работы кода

Действия, выполняемые программой:

1. Ввод аргументов при запуске скрипта в консоли.
2. Формирование базы данных из .csv файлов.
3. Преобразование аргументов в массив групп элементов в схеме.
4. Указание пользователем подтипа каждой группы.
5. Определение соответствия коэффициентов каждой группы по типу и подтипу.
6. Расчет интенсивности отказов и среднего времени безотказной работы схемы и вывод их значений в консоли.
7. Построение временного графика вероятности безотказной работы.

Пример работы программы

Расчет показателей безотказности проведен на примере схемы транзисторного усилительного каскада, электрическая принципиальная схема которого представлена на рис. 1.

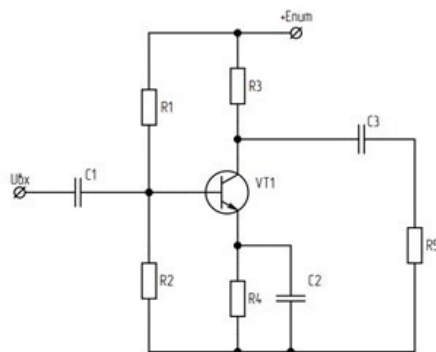


Рис. 1. Электрическая принципиальная схема усилительного каскада

Программный код на языке *Python* [4] запускается в консольном режиме командной строкой (рис. 2).

```
PS C:\Users\UlaF> & C:/Users/UlaF/AppData/Local/Programs/Python/Python310/python.exe c:/nadezhnost.py
```

Рис. 2. Запуск программного кода командной строкой

Для управления программой используются специальные консольные команды-параметры запуска, добавляемые в строке вызова. Например, имеется встроенная справка по доступным командам и их синтаксису (рис. 3).

```
PS C:\Users\UlaF> & C:/Users/UlaF/AppData/Local/Programs/Python/Python310/python.exe c:/nadezhnost.py -h
usage: nadezhnost.py [-h] [-mics [MICR_SEMICONDUCTOR_DIGITAL ...]] [-ram [RANDOM_ACCESS_MEMORY ...]] [-psd [PERSISTENT_STORAGE_DEVICES ...]] [-rom [REPROGRAMMABLE_READ_ONLY_MEMORY_DEVICES ...]]
[-micra [MICR_SEMICONDUCTOR_ANALOG ...]] [-micrh [MICR_HYBRID ...]] [-ds [SILICON_DIOD ...]] [-dmc [DIOD_MICROWAVE ...]] [-resn [RESISTORS_FIXED_NON_WIRE ...]]
[-resf [FIXED_WIRE_RESISTORS ...]] [-resv [VARIABLE_NON_WIRE_RESISTORS ...]] [-res [RESISTORS ...]] [-capf [FIXED_CAPACTORS ...]]
[-capr [TRIMMER_CAPACTORS ...]] [-swit [SWITCHING_PRODUCTS ...]] [-conf [RF_CONNECTORS ...]] [-conl [LOW_FREQUENCY_CONNECTORS ...]] [-inst [ELECTRONICUM_DEVICES ...]]
[-modmic [MICROWAVE_MODULES ...]] [-con [CONTACTS ...]] [-wir [WIRES ...]] [-sold [SOLDERING ...]] [-bat [BATTERIES ...]] [-ant [ANTENNAS ...]] [-time TIME -class {1,2,3,4,5}]

Программа расчета надежности

options:
-h, --help            show this help message and exit
-mics [MICR_SEMICONDUCTOR_DIGITAL ...], --micr-semiconductor-digital [MICR_SEMICONDUCTOR_DIGITAL ...]
                    Количество микросхем интегральных полупроводниковых цифровых (default: 0)
-ram [RANDOM_ACCESS_MEMORY ...], --random-access-memory [RANDOM_ACCESS_MEMORY ...]
                    Количество оперативных запоминающих устройств (default: 0)
-psd [PERSISTENT_STORAGE_DEVICES ...], --persistent-storage-devices [PERSISTENT_STORAGE_DEVICES ...]
                    Количество постоянных запоминающих устройств (default: 0)
-rom [REPROGRAMMABLE_READ_ONLY_MEMORY_DEVICES ...], --reprogrammable-read-only-memory-devices [REPROGRAMMABLE_READ_ONLY_MEMORY_DEVICES ...]
                    Количество перепрограммируемых постоянных запоминающих устройств (default: 0)
-micra [MICR_SEMICONDUCTOR_ANALOG ...], --micr-semiconductor-analog [MICR_SEMICONDUCTOR_ANALOG ...]
                    Количество микросхем интегральных полупроводниковых аналоговых (default: 0)
-micrh [MICR_HYBRID ...], --micr-hybrid [MICR_HYBRID ...]
                    Количество микросхем интегральных гибридных (default: 0)
-ds [SILICON_DIOD ...], --silicon-diod [SILICON_DIOD ...]
                    Количество кремниевых диодов (default: 0)
-dmc [DIOD_MICROWAVE ...], --diod-microwave [DIOD_MICROWAVE ...]
                    Количество диодов СВЧ (default: 0)
-resn [RESISTORS_FIXED_NON_WIRE ...], --resistors-fixed-non-wire [RESISTORS_FIXED_NON_WIRE ...]
                    Количество постоянных непроволочных резисторов (default: 0)
-resf [FIXED_WIRE_RESISTORS ...], --fixed-wire-resistors [FIXED_WIRE_RESISTORS ...]
                    Количество постоянных проволочных резисторов (default: 0)
-resv [VARIABLE_NON_WIRE_RESISTORS ...], --variable-non-wire-resistors [VARIABLE_NON_WIRE_RESISTORS ...]
```

Рис. 3. Вызов и вывод справки по доступным командам

Для расчета по вышеуказанной схеме необходимо задать следующие параметры:

- транзистор – 1 шт.;
- резисторы постоянные проволочные – 2 шт. одного типа и 3 другого;
- конденсаторы постоянные – 3 шт.;
- класс надежности – 2;
- рассматриваемый интервал времени безотказной работы – 1000 часов.

Соответствующая командная строка при этом будет следующей:

```
PS C:\Users\UlaF> &C:/Users/UlaF/AppData/Local/Programs/Python/Python310/python.exe c:/nadezhnost.py -tran 1 -resf 2 3 -capf 3 -bat 1 -class 2 -time 1000
```

Далее программа предлагает пользователю указать подтипы элементов (рис. 4).

```
Выберите тип подгруппы (Резисторы постоянные проволочные) с 2 элементами:
1) нагрузочные
2) прецизионные
3) особостабильные
4) фольговые
1

Выберите тип подгруппы (Резисторы постоянные проволочные) с 3 элементами:
1) нагрузочные
2) прецизионные
3) особостабильные
4) фольговые
2

Выберите тип подгруппы (Транзисторы) с 1 элементом:
1) Транзисторы биполярные кремниевые
2) Транзисторы полевые кремниевые
3) Транзисторы полевые арсенидгаллиевые
4) Транзисторные сборки кремниевые
5) Тиристоры кремниевые
6) Генераторы шума
7) Ограничители напряжения
8) Транзисторы СВЧ биполярные кремниевые малой и средней мощности
9) Транзисторы СВЧ биполярные кремниевые большой мощности
10) Транзисторы сборки СВЧ
1

Выберите тип подгруппы (Конденсаторы постоянной ёмкости) с 3 элементами:
1) Керамические на напряжение <1600В
2) Керамические на напряжение >1600В
3) Тонкопленочные с неорганическим диэлектриком
4) Стеклые
5) Слюдяные
6) Бумажные
7) Оксидно-электролитические
8) Объемно-пористые
9) Оксидно-полупроводниковые
10) С органическим синтетическим диэлектриком полистирольные
11) С органическим синтетическим диэлектриком фоторопластовые
12) С органическим синтетическим диэлектриком поликарбонатные и полипропиленовые
1

Выберите тип подгруппы (Провода) с 1 элементом:
1) Выводы высокочастотные
2) Провода соединительные
3) Кабели
4) Предохранители плавкие
5) Изоляторы
6) Изолирующие шайбы, прокладки
7) Плата печатной схемы
```

Рис. 4. Выбор подтипов элементов

Затем программа выводит в консоль рассчитанные показатели безотказности, а именно интенсивность отказов в 1/час и среднее время безотказной работы в часах (рис. 5), а также строит график зависимости вероятности безотказной работы от времени безотказной работы (рис. 6).

Интенсивность отказов: $3.032e-07$
Среднее время безотказной работы: 3298153.0343007916 часов

Рис. 5. Рассчитанные программой параметры безотказности

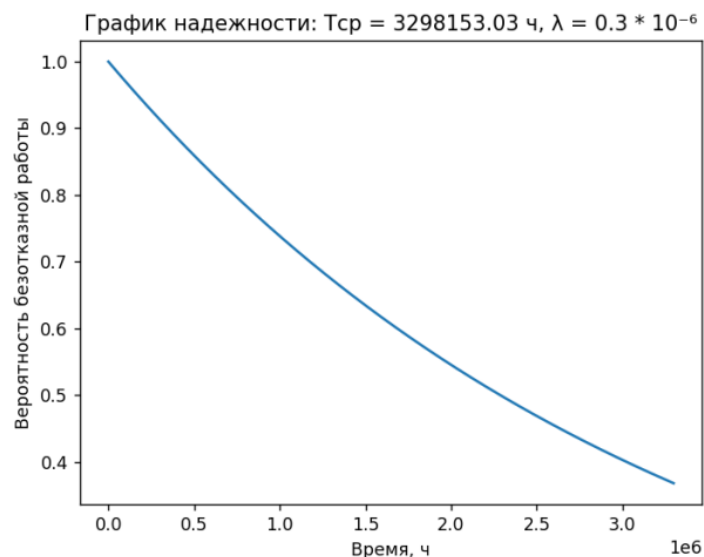


Рис. 6. Построенный программой график вероятности безотказной работы

Таким образом, представленный программный калькулятор позволяет снизить трудозатраты инженера на этапе эскизного проекта изделия, избавляя его от рутинных операций с табличными данными и вычислениями.

Заключение

Представленный программный калькулятор для ориентировочного расчета показателей безотказной работы радиоэлектронной аппаратуры реализован в виде кода на языке *Python*, который запускается в консольном режиме в среде разработки *VisualStudioCode*, где в консольном режиме происходит взаимодействие с пользователем и выводится результат работы. Дальнейшие пути совершенствования калькулятора представляются в проектировании для него графического интерфейса и добавления большего количества вариантов задания коэффициентов для определения значений интенсивностей отказов, соответствующих конкретным видам условий эксплуатации.

Список использованных источников и литературы

1. ГОСТ 27.002– 2015. Надежность в технике. Термины и определения // Кодекс. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136419> (дата обращения: 09.10.2023).
2. Надежность электрорадиоизделий : справочник. – Москва : Изд-во ЦНИИ 22 МО, 2006. – 641 с.
3. ГОСТ РВ 20.39.304-98. Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам : гос. военный стандарт / Разработан Техн. ком. по стандартизации ТК 319 «Надежность и стойкость ЭРИ и РЭА военного назначения». – Изд., нояб. 2014 г., с Изм. № 1, утв. в дек. 2009 г. / Введ. Впервые ; Введ. 1999-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2015. – III, 54 с.
4. Сузи, Р. А. Язык программирования Python : учебное пособие. – 3-е изд. – Москва : Интернет-университет информ. Технол. (ИНТУИТ) ; Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 350 с. – ISBN 978-5-4497-0705-5. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/97589.html> (дата обращения: 22.05.2023).

J. A. Fominykh, Master's Degree Student
V. A. Glushkov, PhD in Engineering, Associate Professor
Electronic equipment design department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Electronic equipment reliability estimation calculator

The article describes development of a Python computer program performed in Visual Studio Code IDE. The program is a calculator which receives the parameters of the given electrical circuit, computes the parameters of its faultless performance and plots the time diagram of its probability of failure-free operation.

Keywords: reliability; VisualStudioCode; Python; calculator; failure rate; failure-free operation.

А. Д. Юдина, магистрант
В. А. Глушков, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Определение параметров и компьютерное моделирование низкой околоземной орбиты исследовательского наноспутника

Рассматривается определение и расчет кеплеровых элементов орбиты. За основу взято проектирование орбиты малого космического аппарата в ПО GMAT. В качестве исследовательской цели поставлена задача минимизировать интервал времени между прохождениями наноспутника над городом Ижевском. Выбран тип орбиты, ее высота и наклонение. С помощью ПО GMAT смоделирована орбита космического аппарата и ее трек на карте Земли.

Ключевые слова: наноспутник формата *CubeSAT*; кеплеровы элементы; космический аппарат; орбита; *GMAT*.

Введение

В настоящее время повседневную жизнь невозможно представить без искусственных спутников Земли (ИСЗ). Эти космические аппараты (КА), которые мы не замечаем, оказывают огромное влияние человечество. Наноспутники формата *CubeSAT* (Кубсат) были разработаны в начале 2000-х годов в университете Калифорнии для упрощения проведения небольших научных экспериментов. Это миниатюрный спутник, созданный в форме куба со стороной около 10 см. Большинство кубсат-миссий размещаются на низкой околоземной орбите в среднем от 300 до 600 км над уровнем моря, т. к. она наиболее доступна и удобна для низкобюджетных запусков. На орбите кубсаты имеют период обращения вокруг Земли от 90 до 120 минут.

Задача выбора околоземной орбиты

Поставим задачу: исследовательский наноспутник формата 3U массой 3,14 кг, проектируемый в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, должен пролетать не менее трех раз в сутки над Ижевском для радиосвязи и может быть размещен на произвольной орбите 1 января 2023 г. В 18:00 по UTC (Ижевское время – UTC+4). Зададим параметры орбиты через кеплеровы элементы таким образом, чтобы в 9:00 2, 3 и 4-го января аппарат регулярно пролетал над Ижевском. Будем использовать GPS-координаты Ижевска: 56,8498° по широте, 53,2045° по долготу. При расчете орбиты будем предполагать, что орбита не подвержена прецессии, а влияние атмосферы на движение КА отсутствует.

Начальные данные:

- радиус Земли, м: 6371008,8;
- гравитационный параметр, $\mu = G \cdot M$, км³/с²: 398600,4418;
- средняя скорость вращения Земли, об/сут.: 1,00273781191135448;
- начальный угол вращения Земли: 24,66°.

Для решения задачи моделирования движения по орбите использован инструмент общего анализа миссии *GMAT (General Mission Analysis Tool)* – это инструмент с открытым исходным кодом для проектирования и навигации космических миссий. *General Mission Analysis Tool* разработан командой *NASA*.

Для того чтобы смоделировать работу наноспутника, необходимо определить параметры низкой околоземной орбиты, чтобы спутник пролетал над Ижевском регулярно для радиосвязи. Для этого необходимо определить высоту и соответствующий ей период обра-

щения, а также форму орбиты. Здесь нам в помощь приходит программное обеспечение *GMAT*.

В решении данной задачи можно выделить несколько подпунктов:

1. Выбор типа орбиты.
2. Определение долготы восходящего узла.
3. Определение кратности орбиты и ее большой полуоси.
4. Определение аномалии.

Прежде чем проектировать космическую миссию, необходимо разобраться, какие существуют типы орбит и их параметры.

Рассмотрим орбитальные элементы, которые еще называют кеплеровы элементы – это параметры орбиты ИСЗ в пространстве (рис. 1):

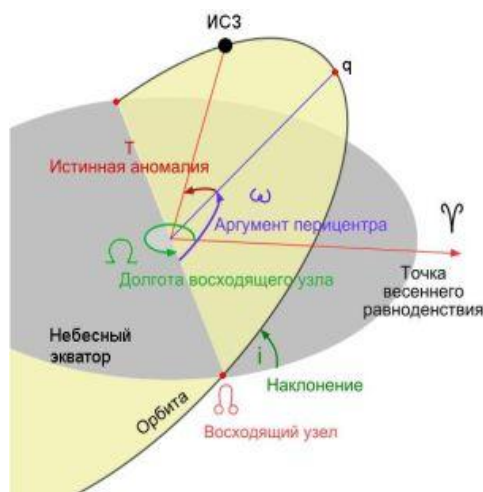


Рис. 1. Параметры орбиты

Большая полуось «а». Равна среднему расстоянию ИСЗ от центра Земли.

Эксцентриситет «е» – мера вытянутости эллипса.

Наклонение орбиты «i» к экваториальной плоскости Земли – угол пересечения плоскости орбиты ИСЗ с плоскостью экватора Земли. Отсчитывается против часовой стрелки, если смотреть со стороны восходящего узла орбиты. Измеряется от 0 до 180°. Если наклонение не более 90°, то движение спутника считается прямым, если более 90° – то обратным.

Аргумент перигея (АП) ω – угол, отсчитываемый в плоскости орбиты ИСЗ от восходящего узла орбиты до точки перигея (точка, где расстояние между ИСЗ и центром Земли наименьшее). Угол отсчитывается против часовой стрелки, если смотреть с северного полюса мира. Линия, соединяющая восходящий и нисходящий узлы называется линией узлов.

Долгота восходящего узла (ДВУ) Ω – угол, отсчитываемый в плоскости земного экватора от восходящего узла до точки весеннего равноденствия. Угол отсчитывается против часовой стрелки, если смотреть с северного полюса мира.

Средняя аномалия (СА) M_0 – угол, отсчитываемый в плоскости орбиты ИСЗ от перигея до ИСЗ на орбите. Угол отсчитывается против часовой стрелки, если смотреть с северного полюса мира.

Выбор типа орбиты: для простоты эксперимента и расчетов выбираем универсальную-круговую орбиту, следовательно:

$$e = 0;$$

$$i = 90^\circ;$$

$$\omega = 0^\circ.$$

Определение долготы восходящего узла: положение Земли определяется двумя системами координат (СК): инерциальной и связанной с Землей. Ориентация подвижной СК относительно неподвижной задается начальным углом вращения Земли: 24.66°. А ось X подвижной СК лежит на нулевой.

Долгота восходящего узла – угол, на который повернута орбита относительно оси X неподвижной СК.

Промежуток времени между началом движения аппарата по орбите и его проходом над указанными координатами – 15 часов.

За 15 часов Земля повернется на угол:

$$\omega_{\text{зем}} t = 1,00273781191135448 \cdot 360^\circ \cdot 15/24 = 225,616^\circ .$$

Тогда угол вращения Земли на 9 часов по г. Ижевску будет составлять:

$$a = 225,616^\circ + 24,66^\circ = 250,276^\circ .$$

Чтобы в нужный момент времени спутник мог пройти над нужной долготой, необходимо «довернуть» Землю на долготу г. Ижевска:

$$\Omega = a + 53,2045^\circ = 303,4805^\circ .$$

Долгота восходящего узла для нашей орбиты: $\Omega = 303,4805^\circ$.

Определение большой полуоси: большую полуось можно вычислить через период

$$a = \sqrt[3]{\mu \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2} .$$

Так как прецессии орбит нет, каждые звездные сутки аппарат будет пролетать через одну и ту же точку. Можно выбрать период вращения аппарата по орбите так, чтобы в сутки укладывалось целое число периодов, например, 15. В звездных сутках 86164 секунды, тогда:

$$T = 86164\text{с}/15 = 5744,2 \text{ с} .$$

Считаем большую полуось:

$$a = \sqrt[3]{398600,4418 \left(\frac{5744,2(6)}{2\pi} \right)^2} = 6932,3808 .$$

Большая полуось орбиты: $a = 6932,3808$ км (561 км над Землей).

Определение аномалии: средняя аномалия отсчитывается от экватора, и наш спутник должен начать свое движение в такой точке, чтобы через 15 часов оказаться на широте Ижевска. Найдем количество витков, которое совершит аппарат за 15 часов:

$$N = 15 \cdot 60 \cdot 60 / T = 9,400678 .$$

За каждый виток аппарат совершит один оборот в 360 градусов, поэтому будем учитывать только дробную часть, чтобы найти угол, на который сместится аппарат за 15 часов от своей начальной точки до целевой:

$$\varphi = 360^\circ \cdot 0,400678 = 144,24408^\circ .$$

Итак, чтобы оказаться в нужной точке через 15 часов, необходимо вычесть из широты Ижевска тот угол, на который сместится аппарат на своей орбите через эти 15 часов:

$$M_0 = 56,8498^\circ - 144,24408^\circ = -87,39428^\circ .$$

Средняя аномалия орбиты в итоге $M_0 = 360^\circ - 87,39428^\circ = 272,60572^\circ$.

Обобщая все расчеты, получаем 6 параметров орбиты:

$$e = 0$$

$$i = 90^\circ$$

$$\omega = 0^\circ$$

$$\Omega = 303,4805^\circ$$

$$a = 6932,3808 \text{ км}$$

$$M_0 = 272,60572^\circ$$

Моделирование рассчитанной орбиты

Переходим в ПО *GMAT*. Задаем рассчитанные параметры в настройках (рис. 2).

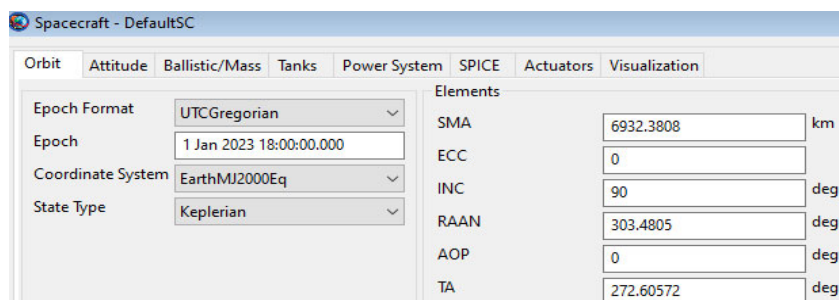


Рис. 2. Настройки орбиты

Задаем параметры г. Ижевска (рис. 3).

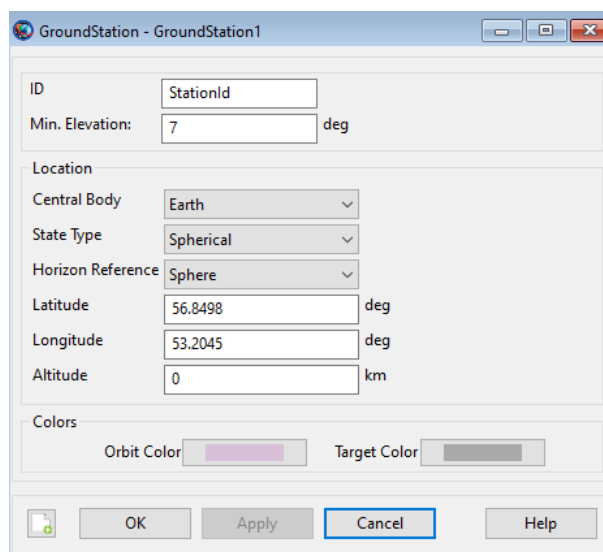


Рис. 3. Параметры г. Ижевска

Моделирование движения спутника в 3D показано на рис. 4.

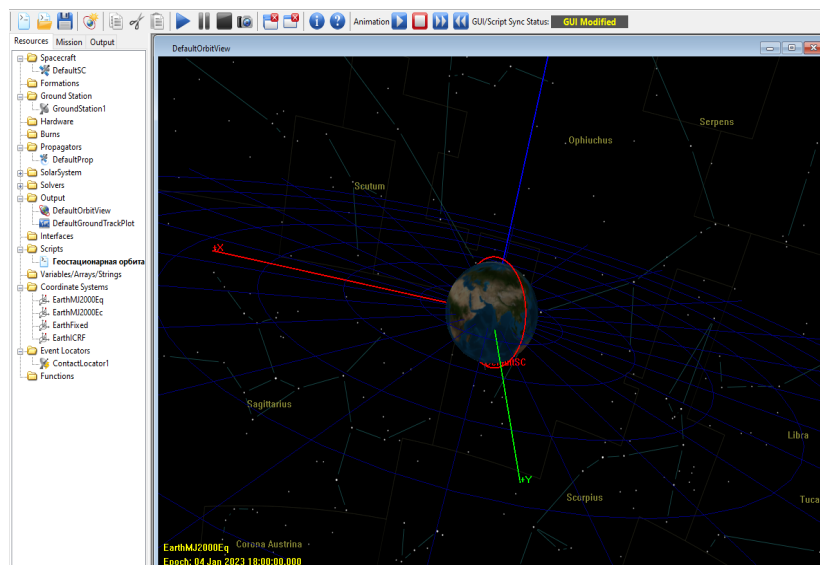


Рис. 4. 3D-моделирование движения спутника

Моделирование движения спутника в 2D показано на рис. 5.

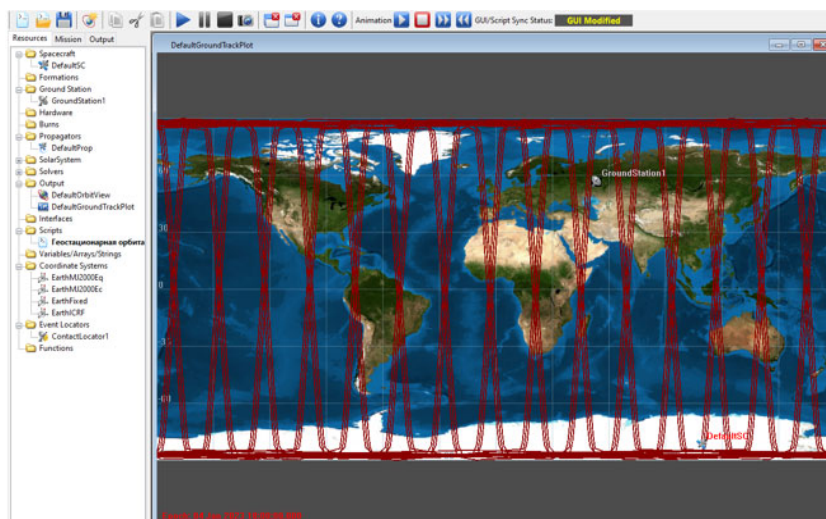


Рис. 5. 2D-моделирование движения спутника

На рис. 6 приведен смоделированный отчет приемной станции, располагаемой в г. Ижевске.

Start Time (UTC)	Stop Time (UTC)	Duration (s)
01 Jan 2023 20:28:15.426	01 Jan 2023 20:35:25.291	429.86507120
01 Jan 2023 22:03:36.393	01 Jan 2023 22:12:55.324	558.93035227
01 Jan 2023 23:40:40.977	01 Jan 2023 23:46:13.938	332.96101996
02 Jan 2023 08:59:03.344	02 Jan 2023 09:07:36.221	512.87737648
02 Jan 2023 10:34:48.003	02 Jan 2023 10:43:38.493	530.48972092
02 Jan 2023 20:29:10.197	02 Jan 2023 20:36:36.392	446.19528714
02 Jan 2023 22:04:36.914	02 Jan 2023 22:13:52.894	555.98059333
02 Jan 2023 23:41:50.515	02 Jan 2023 23:46:55.161	304.64608603
03 Jan 2023 08:59:56.464	03 Jan 2023 09:08:38.444	521.98050963
03 Jan 2023 10:35:53.083	03 Jan 2023 10:44:36.244	523.16118901
03 Jan 2023 20:30:05.546	03 Jan 2023 20:37:46.476	460.93032402
03 Jan 2023 22:05:37.660	03 Jan 2023 22:14:49.850	552.19054272
03 Jan 2023 23:43:01.883	03 Jan 2023 23:47:34.170	272.28778708
04 Jan 2023 09:00:50.255	04 Jan 2023 09:09:40.379	530.12473000
04 Jan 2023 10:36:58.891	04 Jan 2023 10:45:33.681	514.79048941

Number of events : 15

Рис. 6. Отчет приемной станции

Видим, что спутник пролетает над г. Ижевском, как и было запланировано, 2, 3 и 4-го января 2023 г. в 9:00 по UTC каждого дня, тем самым обеспечивает ежедневную связь со станцией в г. Ижевске.

Заключение

В результате были рассмотрены и рассчитаны кеплеровы элементы орбиты, а также спроектирована орбита малого космического аппарата в ПО GMAT. В завершение можно отметить, что всего сеансов связи за данный промежуток времени было 15, что отображается в отчете, каждый день в 9, 10, 20, 22 и 23 часа, средней продолжительностью 469,8 с.

Список использованных источников и литературы

1. Спутникостроение : учебное пособие / К. Ю. Ярушина [и др.]. – Москва, 2020. – 75 с.
2. Кеплеровы элементы орбиты // Википедия: электронная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кеплеровы_элементы_орбиты (дата обращения: 09.10.2023).
3. General Mission Analysis Tool (GMAT) || Инструмент общего анализа миссии // NASA Technology Transfer Program. – URL: <https://software.nasa.gov/software/GSC-17177-1> (дата обращения: 09.10.2023).

A. D. Yudina, Master's Degree Student
V. A. Glushkov, PhD in Engineering, Associate Professor
Electronic equipment design department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Research nanosatellite Low Earth Orbit parameters determination and computer simulation

Kepler orbital elements calculation is considered. Small satellite orbit is simulated with GMAT software. The goal of the work is to minimize the interval between the satellite passages over the City of Izhevsk. The type of the orbit, its altitude and inclination are determined. The orbit and its track on the Earth map are shown by means of GMAT.

Keywords: CubeSAT nanosatellite; Kepler orbit elements; spacecraft; GMAT.

М. Р. Качёлкин, магистрант
Л. Д. Качёлкина, магистрант
И. Г. Корнилов, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Вычислительная техника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка системы распознавания и подсчета свободных парковочных мест

Работа посвящена разработке системы, предназначенной для подсчета свободных парковочных мест по видеоизображению. Тема является актуальной, т. к. данная система сокращает интенсивность движения и ускоряет оборот мест для парковки возле зданий, торговых центров. Помогает водителю быстро найти необходимое место для парковки, получить информацию о ее стоимости и удобно оплатить платную парковку. В последующем система распознавания свободных парковочных мест может быть внедрена в системы контроля доступа на охраняемых территориях.

Ключевые слова: обработка изображений; размытие Гауса; бинаризация; компьютерное зрение *OpenCV*; медианный фильтр.

Большой размер парковки не гарантирует, что вы легко и быстро найдете парковочное место, а чаще даже наоборот, при заезде на парковку можно потратить много времени на объезд парковки, но в итоге не найти свободного места. Разработав систему распознавания и подсчета свободных парковочных мест, можно решить данную проблему. Появится возможность точно определять время стоянки транспортных средств. Эта функция полезна для платных парковок.

Проектирование системы видеонаблюдения начинают с выбора видеокамер. Сейчас наиболее перспективными являются *Ethernet*-технологии и, соответственно, *IP*-видеокамеры. Для ее подключения потребуется кабель *Ethernet* и модем.

Проводились эксперименты, в ходе которых определили, что при разрешении менее 1 мегапикселя недостаточно пикселей для определения контуров автомобилей. Поэтому выявили, что требуется видеоряд с разрешением не менее 1280×720 точек, а в идеале – 1920×1080 точек.

Характеристики камеры:

- угол обзора не менее 70 градусов;
- разрешение не менее 1280×720 точек;
- наличие ночного режима;
- наличие датчика освещенности;
- жесткое крепление камеры;
- защита от влаги и пыли.

Располагать камеру следует на высоте минимум 4 этажа (12 метров). При повышении расположения камеры, необходимо увеличить разрешение камеры. Минимальный угол обзора составляет 70 градусов, при котором достигается достаточный охват территории. Угол обзора выше 100 градусов излишен, парковочные места по краям обзора могут некорректно определяться, т. к. автомобили перекрывают друг друга. Камера должна быть оснащена ночным режимом, для работы в темное время суток. При работе в дождь и снег камера должна быть оснащена защитой от влаги и пыли.

Оптимальное размещение камеры показано на рис. 1.

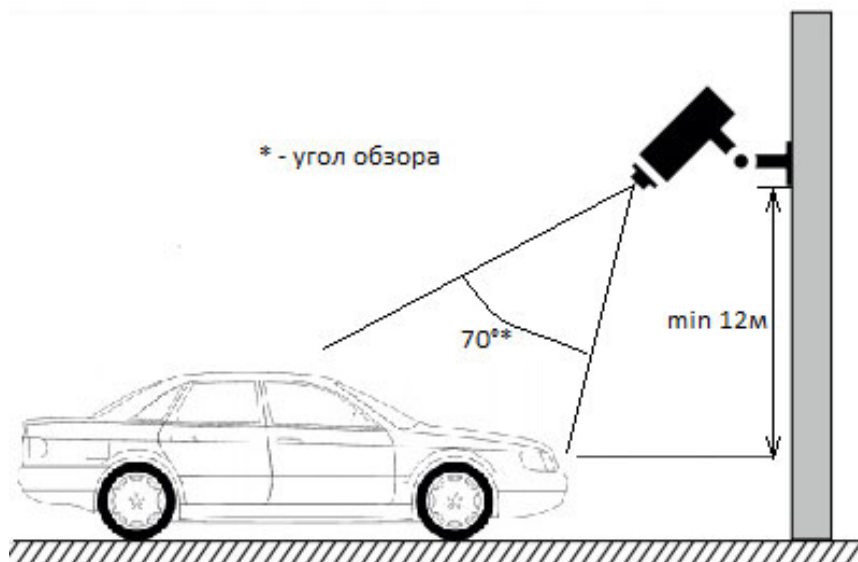


Рис. 1. Оптимальное размещение камеры

Крепление камеры следует выбрать жесткое, чтобы изображение не колебалось. Для облегчения первоначальной установки и настройки или подстройки угла наклона камеры, можно использовать кронштейн с поворотной площадкой.

Для каждого парковочного пространства требуется отдельная настройка системы и подбор оптимального места для расположения камеры, потребуется обслуживающий персонал, который будет выполнять проверку корректности настроек.

Обычно в весенний период приходится обновлять парковочную разметку, поэтому потребуется уточнить совпадение выделенных областей с нанесенной разметкой.

Области, на которых будут размещаться автомобили, настраиваются вручную. Будем хранить координаты введенных мест для парковки в отдельном файле в байтовом виде. Загрузку и выгрузку данных в файл будем производить с помощью библиотеки pickle [1].

Для добавления парковочной области напишем функцию *mouseClick*, которая при нажатии на левую кнопку мыши будет создавать область и записывать координаты в файл. При наведении на созданную область и нажатии на правую кнопку мыши будет происходить удаление области и очистка ее из файла. Пример разметки для парковки показан на рис. 2.

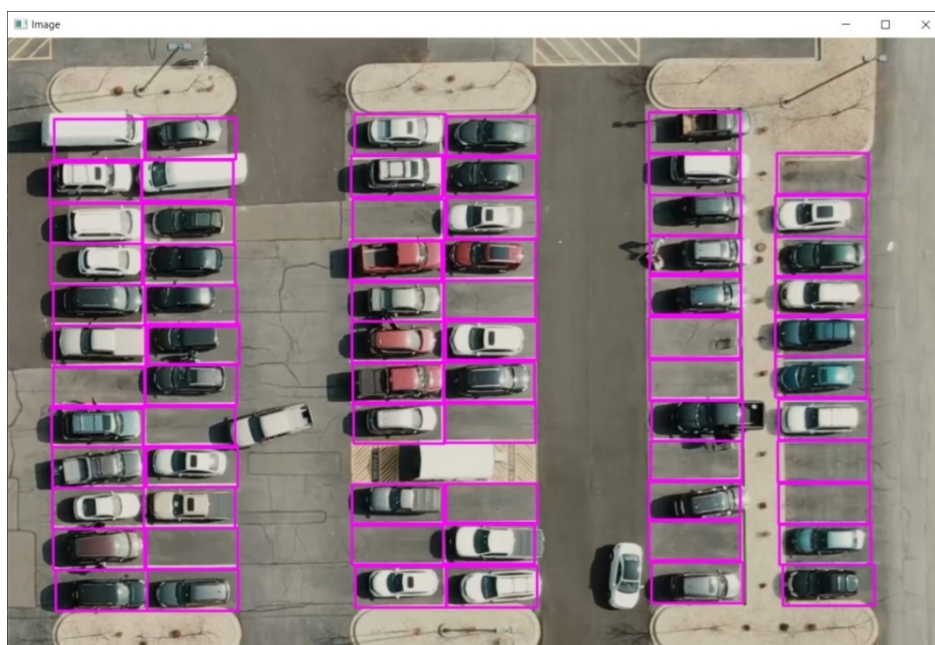


Рис. 2. Разметка парковочных мест

Основная программа принимает данные из файла с координатами и отображает созданные парковочные области на видео, затем выполняет нижеописанные преобразования и выводит актуальное состояние парковочных мест.

Сначала преобразуем изображение в оттенки серого [2] для облегчения дальнейших преобразований (рис. 3).

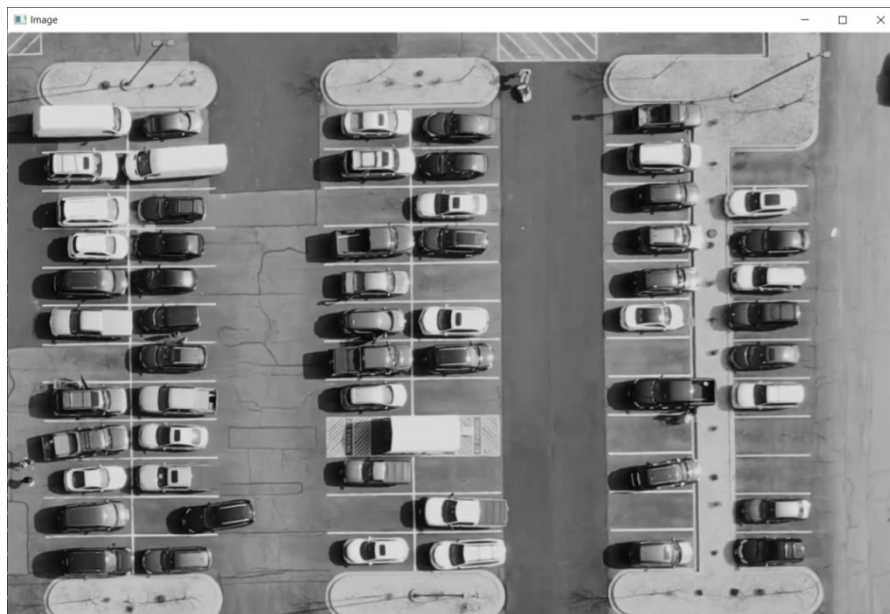


Рис. 3. Преобразование в оттенки серого

Изображение содержит различные типы шума. Методы сглаживания изображений помогают уменьшить шум. Используя возможности библиотеки OpenCV [3], применим размытие Гаусса [4] для сглаживания изображения (также называемое размытием). Результат применения размытия Гаусса представлен на рис. 4.

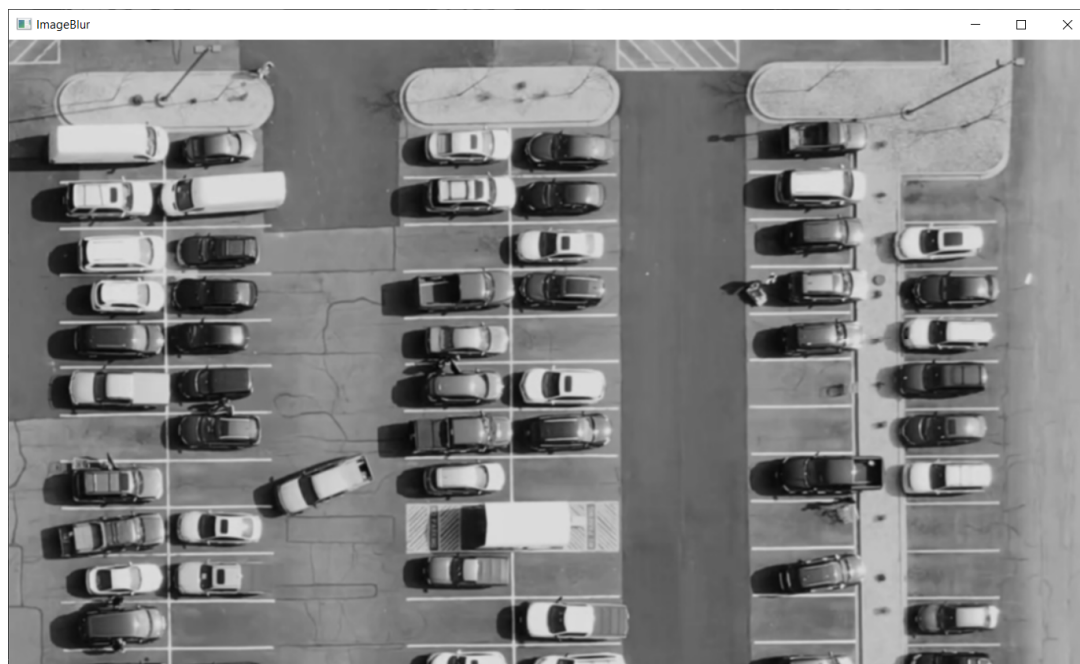


Рис. 4. Размытие Гаусса

Выполним Функцию бинаризации [5]: бинаризация изображения заключается в том, чтобы установить значение серого пикселей на изображении равным 0 или 255, что сделает

все изображение четким черно-белым. Бинаризация будет адаптивной, и на основе небольшой области и соседних областей будет высчитываться оптимальное значение. Таким образом, мы выделили контуры объектов (рис. 5).

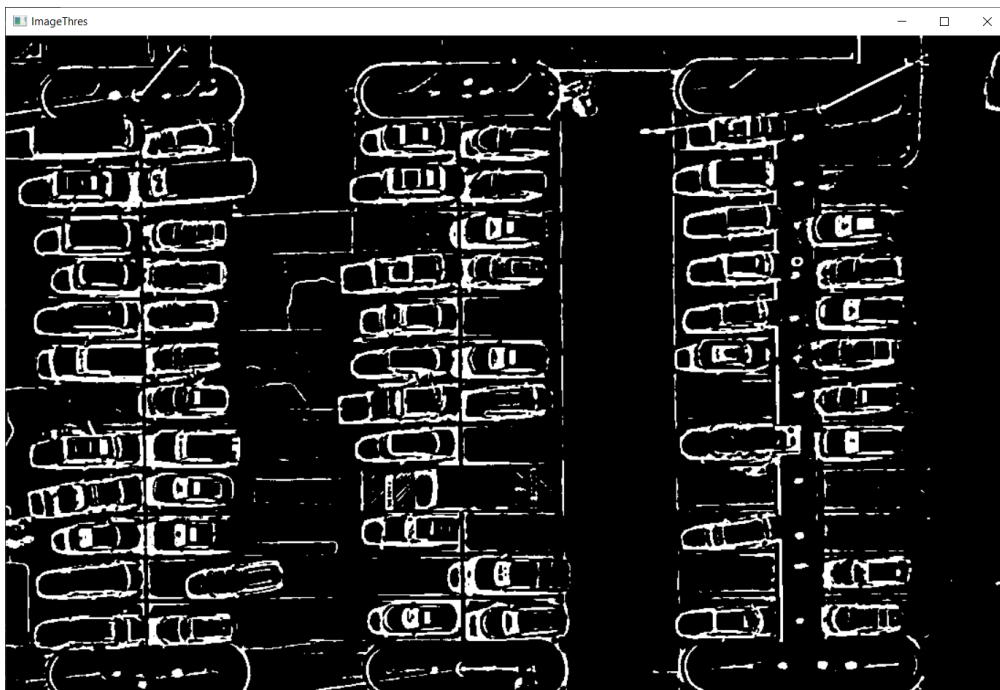


Рис. 5. Применение бинаризации

Видно, что осталось много лишних шумов, помимо контуров автомобилей. Применим к изображению медианный фильтр [6], при котором центральный пиксель изображения заменяется медианой всех пикселей в области (рис. 6).



Рис. 6. Применение медианного фильтра

Полученные границы автомобилей получились тонкими. Для облегчения нахождения пустых парковочных мест, увеличим толщину границы автомобиля, путем добавления трех пикселей к границам объектов на изображении (рис. 7).

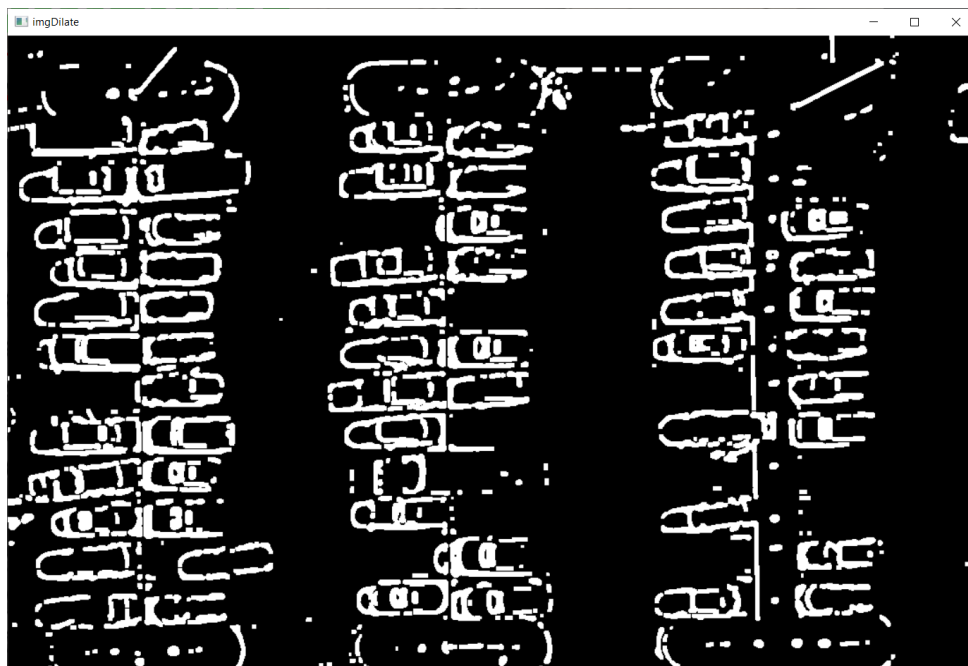


Рис. 7. Увеличение толщины границ объектов

Для каждой области, размеченной нами ранее, выполним подсчет белых пикселей. Если их количество меньше 900, будем считать, что место свободно. Конечный результат программы представлен на рис. 8.



Рис. 8. Итоговый результат программы

В зимнее время из-за снега не видно конкретной разметки и области для парковки, поэтому подсчет количества занятых мест невозможен. Проведен эксперимент по распознаванию уже припаркованных автомобилей, из 10 машин корректно распознано 5, одна область со снегом выделилась, как занятая, это продемонстрировано на рис. 9.

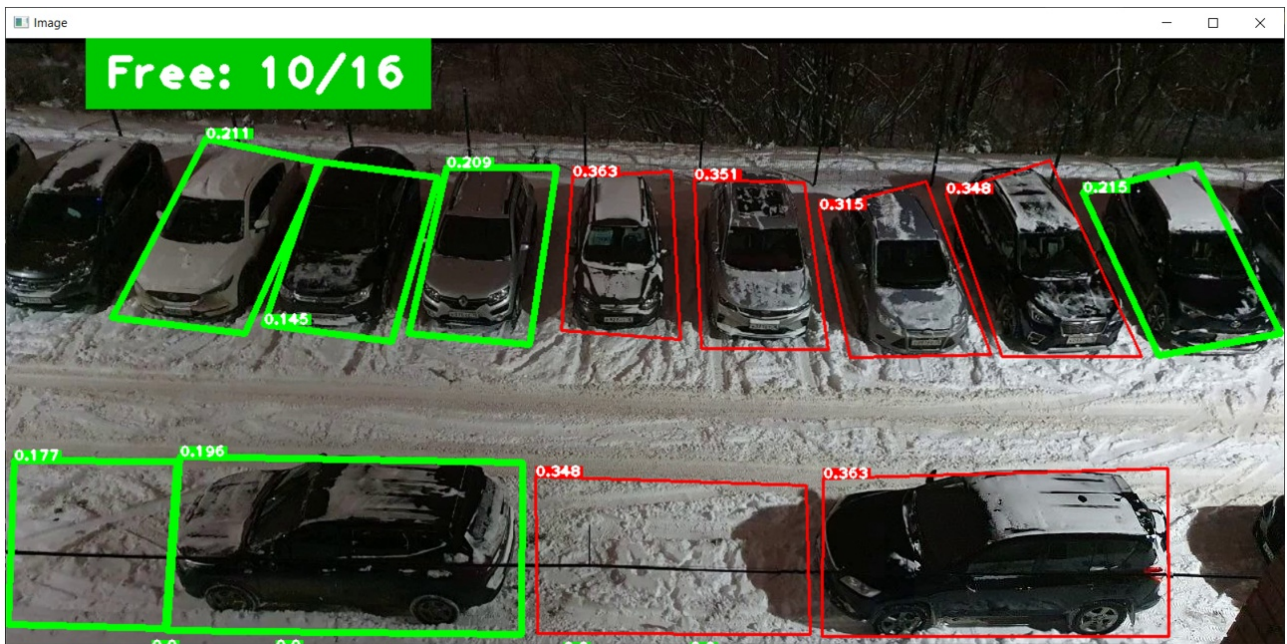


Рис. 9. Распознавание в зимнее время

Были проведены испытания с парковочными местами, на которых нанесен знак «Инвалид». Распознавание проведено корректно, рекомендуется наносить знаки небольшого размера (не более 10–15 % от общей площади одного места) или устанавливать знаки на столбе (рис. 10).

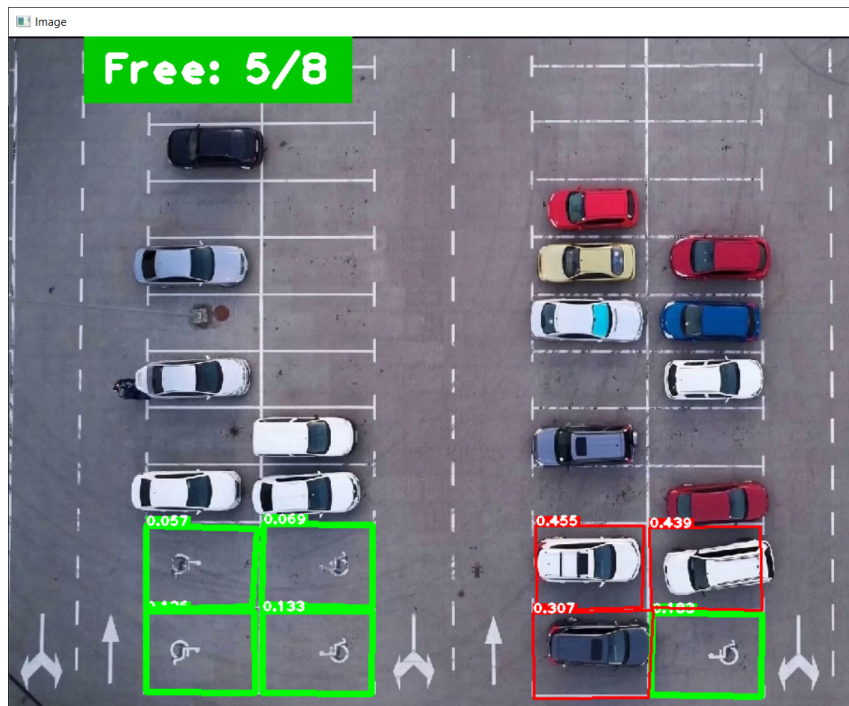


Рис. 10. Проверка работы при нанесении знака «Инвалид»

Выполнен эксперимент при дождливой погоде, распознавание выполнено корректно (рис. 11).

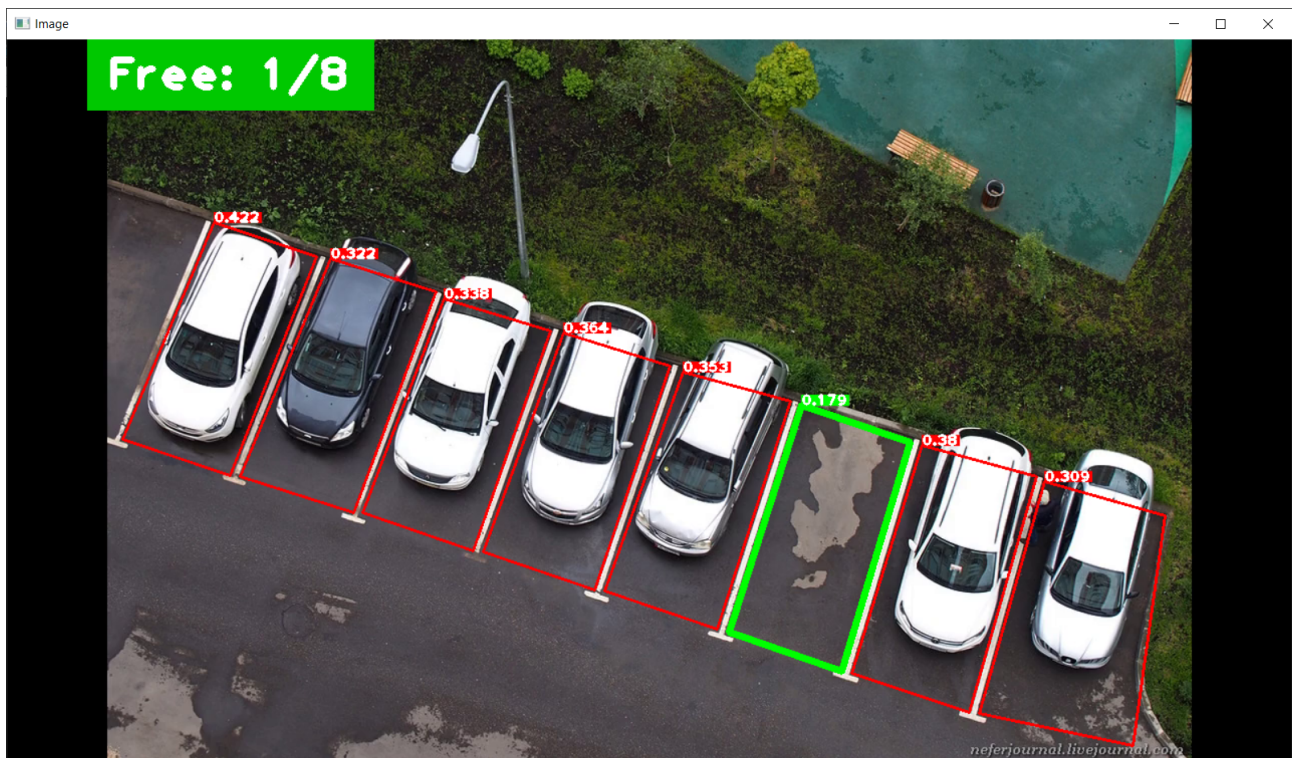


Рис. 11. Распознавание при дождливой погоде

Система идентификации свободных парковочных мест позволит упростить процесс поиска места для парковки. Данный способ определения корректно работает в период без снега. В зимнее время не видно парковочной разметки, автомобили паркуются хаотично, поэтому требуются дополнительные настройки, улучшение алгоритма. Подсчет автомобилей будет осуществляться камерой, которая распознает автомобильные номера на въезде на парковку.

Список использованных источников и литературы

1. pickle – Python object serialization // Python Software Foundation. – URL: <https://docs.python.org/3/library/pickle.html> (дата обращения: 13.11.2022).
2. OpenCV в Python // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/post/519454/> (дата обращения: 14.11.2022).
3. OpenCV – Краткое руководство // CoderLessons.com. – URL: <https://coderlessons.com/tutorials/akademicheskii/izuchite-opencv/opencv-kratkoe-rukovodstvo> (дата обращения: 15.11.2022).
4. OpenCV в Python // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/post/539228/> (дата обращения: 16.11.2022).
5. OpenCV: функция бинаризации cv2.threshold // Русские Блоги. – URL: <https://russian-blogs.com/article/90411216224/> (дата обращения: 17.11.2022).
6. Open Source Computer Vision // OpenCV. – URL: https://docs.opencv.org/4.x/d4/d13/tutorial_py_filtering.html (дата обращения: 17.11.2022).

M. R. Kachelkin, Master's Degree Student
L. D. Kachelkina, Master's Degree Student
I. G. Kornilov, PhD in Engineering, Associate Professor
 Department of Computer Engineering
 Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of a system for recognizing and counting free parking spaces

The work is devoted to the development of a system designed to count free parking spaces by video image. The topic is relevant, since this system reduces traffic intensity and accelerates the turnover of parking spaces near buildings, shopping centers. This system reduces traffic intensity and accelerates the turnover of parking spaces near buildings, shopping centers. It helps the driver to quickly find the necessary parking space, get information about its cost and conveniently pay for paid parking. In the future, the system for recognizing free parking spaces can be implemented in access control systems in protected areas.

Keywords: image processing; Gaussian blur; binarization; OpenCV computer vision; median filter.

Л. Д. Качёлкина, магистрант
М. Р. Качёлкин, магистрант
И. Г. Корнилов, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Вычислительная техника»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка интеллектуальной системы распознавания номера автомобиля

Работа посвящена разработке интеллектуальной системы, предназначенной для автоматического открывания шлагбаума на стоянке и идентификации номера автомобиля по видеоизображению. Данная тема является актуальной, т. к. в современных условиях, когда с каждым днем количество автомобилей на дорогах увеличивается, остро встает проблема с оптимизацией парковочных систем и их безопасностью. Возможность распознавания автомобильного номера позволит устанавливать принадлежность его владельцу, осуществлять контроль за проездом автомобилей, облегчит возможность оплаты платной парковки. В последующем система распознавания номеров может быть внедрена в системы контроля доступа на охраняемых территориях.

Ключевые слова: обработка изображений; распознавание номеров; *Tensorflow*-модели; обработка изображений *scikit-image*; компьютерное зрение *OpenCV*; преобразование Хафа.

Системы распознавания номеров автомобилей в первую очередь ассоциируются с установленными вдоль загруженных дорог программно-аппаратными комплексами. Такие комплексы вынуждены качественно обрабатывать большой поток достаточно быстро движущихся автомобилей в любых погодных условиях при любом освещении. Но не стоит забывать и о других вариантах использования автоматизированных систем распознавания номеров автомобилей. К примеру, с их помощью становится возможной автоматизированная регистрация автомобиля на парковках, автомойках, при проезде через шлагбаум на закрытую территорию. При таких сценариях использования условия смягчаются – значительно уменьшается поток автомобилей и их скорость. В случае с регистрацией номера автомобиля внутри помещения, будь то автомойка или склад, необходимость учета погодных условий и освещения исчезает, как следствие, некоторые функциональные возможности сложных программно-аппаратных комплексов являются излишеством.

В статье представлен пример разработки системы распознавания номера автомобиля при помощи библиотек – *TensorFlow Lite* [1], *OpenCV* [2] и *scikit-image* [3].

Обученные модели, приведенные ниже, созданы с помощью библиотеки *TensorFlow Lite*. *TensorFlow* – открытая программная библиотека для машинного обучения, разработанная компанией *Google* для решения задач построения и тренировки нейронной сети с целью автоматического нахождения и классификации образов, достигая качества человеческого восприятия.

TensorFlow позволяет работать с компонентами модели по отдельности и создавать ее «на ходу», при этом отдельно проверять каждый элемент. Это удобнее, чем описывать программу, как единую монолитную структуру. Подход делает разработку более интерактивной – структуру можно гибко настраивать и менять. Для получения данных будем использовать *ip*-камеру, для ее подключения потребуется кабель *ethernet*.

Сначала необходимо выполнить первоначальную подготовку изображения для того, чтобы начать процесс распознавания. Для этого будем использовать библиотеку *OpenCV* – это библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом, которая предназначена для анализа, классификации и обработки изображений. Одна из самых популярных библиотек для приложений по компьютерному зрению.

Для повышения точности распознавания изменим порядок входных цветовых каналов на синий, зеленый и красный (*BGR*) с помощью описанной выше библиотеки.

Загрузим обученную модель для распознавания образов *ssd mobilenet v2* [4] в интерпретатор *tensorflow*. С помощью модели запускаем поиск номерной рамки автомобиля на изображении. Успешный поиск номерной рамки представлен на рис. 1.



Рис. 1. Поиск номерной рамки

После того, как операция завершится, выполним обрезку изображения, оставив только часть с номером. Чтобы наиболее точно определить местоположение номерной рамки, ее границы и наклон относительно горизонта, преобразуем картинку в оттенки серого и применим функцию *canny* [5] библиотеки *skimage* для обнаружения границ объектов. Необходимо подобрать значение параметра *sigma* (стандартного отклонения фильтра Гаусса [6]) для функции, при которой границы символов будут четко выделяться.

При значении $\sigma = 1$ выделилось много лишних границ (рис. 2).



Рис. 2. Применение фильтра Гаусса, $\sigma = 1$

С увеличением σ до 2, стало лучше, но все еще остались лишние границы, показано на рис. 3.



Рис. 3. Применение фильтра Гаусса, $\sigma = 2$

Граничным значением оказалось $\sigma = 2.8$, при котором сохраняется четкость границ символов и отсутствие лишних шумов (рис. 4).



Рис. 4. Применение фильтра Гаусса, $\sigma = 2.8$

На изображении видно, что края номерной рамки не прямые, а зигзагообразные. Необходимо выполнить преобразование Хафа [7], которое может уменьшить влияние шума и обнаружить непрерывные линии, тем самым определить угол наклона относительно горизонта. Выполнив преобразование, установили, что угол наклона составляет 1 градус. Выполним поворот изображения на вычисленное значение наклона (рис. 5).



Рис. 5. Выполнение поворота изображения

Для увеличения контрастности используем адаптивное выравнивание гистограммы, при котором изображение делится на небольшие блоки, называемые «плитками» (в *OpenCV* *tileSize* по умолчанию 8×8). Затем каждый из этих блоков выравнивается гистограммой (рис. 6).



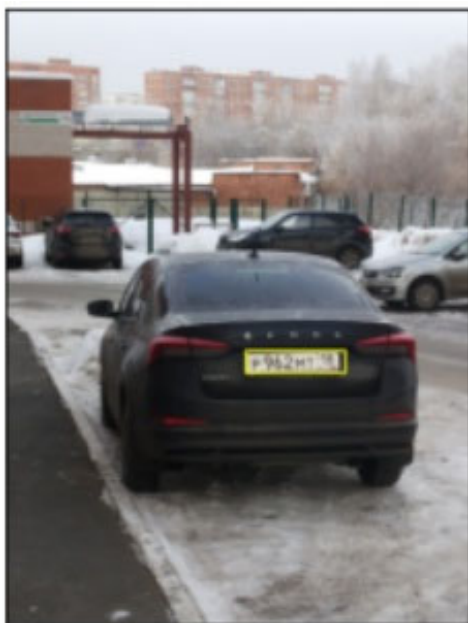
Рис. 6. Изображение с увеличенной контрастностью

Создадим массив возможных символов на номере, загрузим модель CNN+LSTM+СТС [8] на основе OCR (оптическое распознавание символов) для распознавания символов. Выполним распознавание (рис. 7).

Получили символьное представление распознанного номера и уверенность в правильности распознавания около 89 %.

Для выявления необходимых характеристик камеры мы уменьшали разрешение видеокамеры до момента, пока номер не перестал распознаваться системой. В итоге минимальная ширина номера составила 150 pix (рис. 8). Определили максимальную дальность расположения номера от камеры, которая составила приблизительно 4 метра и максимальный угол наклона камеры 45° .

Зная ширину номера в пикселях и зная область, в которой номерной знак автомобиля может появиться, можно рассчитать требуемое разрешение камеры. Оптимальное размещение камеры представлено на рис. 9.



['P962MT18']
уверенность 0.8872849

Рис. 7. Распознавание номера автомобиля



Рис. 8. Номер в разрешении 80 и 150 pix в ширину

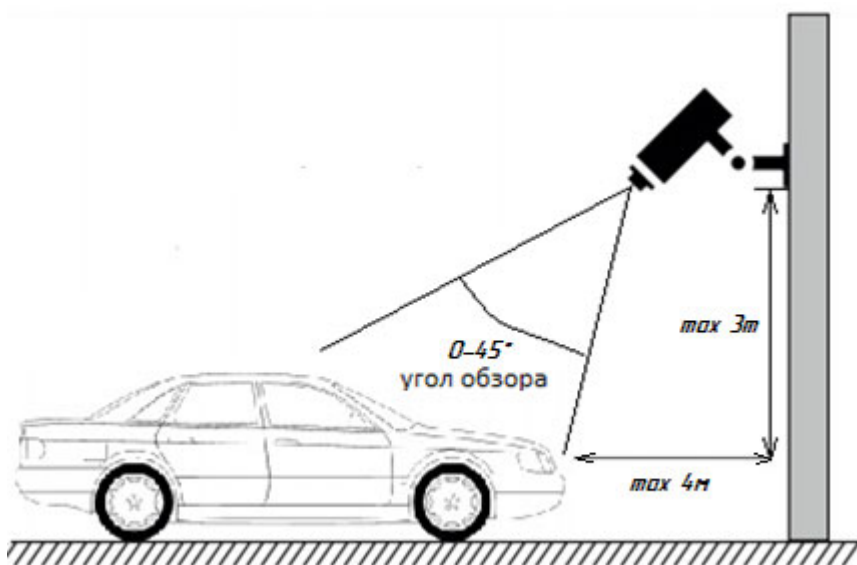


Рис. 9. Оптимальное размещение камеры

Размер номера составляет 520 мм. Область, в которой номерной знак автомобиля может появиться, равен 6 м, т. к. ширина шлагбаума может варьироваться в пределах от 2,5 до 4 м. Разрешение камеры: $(4/0,52) \cdot 150 \text{ pix} = 1154 \text{ pix}$.

Это соответствует разрешению HD-камеры 1280×720 1 Мрiх. Устанавливать камеру с разрешением больше, чем FullHD 2 Мрiх нецелесообразно, т. к. светочувствительность матрицы 2 Мрiх меньше, чем у камеры с матрицей 1 Мрiх, и в темное время суток могут появиться шумы, которые затруднят работу алгоритмов распознавания номера и потребуются дополнительное освещение. Светосила объектива – ключевой параметр, который определяет качество изображения для распознавания. В характеристиках объектива это F -число. Рекомендуется использовать объективы со светосилой не меньше, чем $F/1.4$. Камера должна иметь ночной режим и защиту от влаги и пыли.

Были проведены эксперименты распознавания номера в различных условиях с минимальной шириной номерного знака 150 рiх. Распознавание загрязненного номера, уверенность распознавания 75,7% представлено на рис. 10.



Рис. 10. Распознавание загрязненного номера

Результат распознавания номера при снеге, уверенность распознавания 83,2 %, показан на рис. 11.



Рис. 11. Распознавание при снеге

Результат распознавания старого номера, который имеет более тонкие, стертые символы, уверенность распознавания 87,6 %, показан на рис. 12.

Результат в темное время суток, уверенность распознавания 70,6 %, показан на рис. 13.

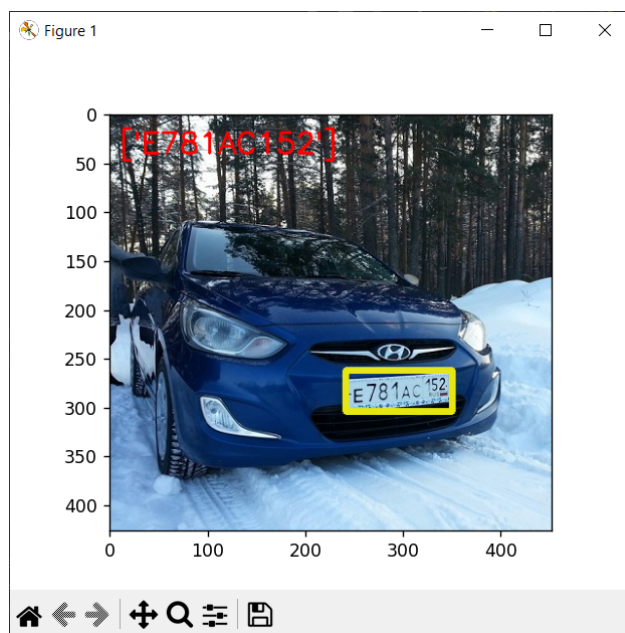


Рис. 12. Распознавание старого номера

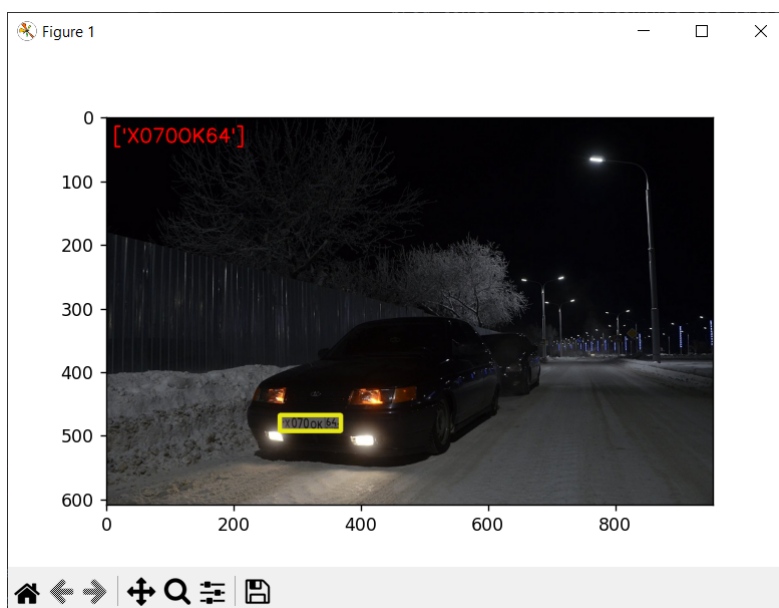


Рис. 14. Распознавание темное время суток

Таким образом, в статье был описан процесс создания системы распознавания номера автомобиля. Поставленная цель работы достигнута. Выполнено распознавание автомобильного номера с высокой уверенностью в любых условиях, определены параметры камеры в случае применения для автоматического открывания шлагбаума.

Список использованных источников и литературы

1. For Mobile & Edge || Для мобильных и периферийных устройств // TensorFlow. – URL: <https://www.tensorflow.org/lite> (дата обращения: 10.11.2022).

2. Learn computer vision with OpenCV // Изучите компьютерное зрение с помощью OpenCV // OpenCV. – URL: <https://opencv.org/> (дата обращения: 10.11.2022).
3. Image processing in Python // Обработка изображений в Python // Scikit-image. – URL: <https://scikit-image.org/> (дата обращения: 11.11.2022).
4. MobileNet: меньше, быстрее, точнее // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/post/352804/> (дата обращения: 13.11.2022).
5. Canny Edge Detector с использованием Python // CoderLesson.com. – URL: <https://coderlessons.com/articles/programirovanie/canny-edge-detector-s-ispolzovaniem-python> (дата обращения: 13.11.2022).
6. Гауссова фильтрация // Русские Блоги. – URL: <https://russianblogs.com/article/7930400611/> (дата обращения: 15.11.2022).
7. Классическое преобразование Хафа (преобразование Хафа) // Русские Блоги. – URL: <https://russianblogs.com/article/44681417187/> (дата обращения: 17.11.2022).
8. CNN+LSTM+CTC based OCR implemented using tensorflow // Pythonrepo. – URL: https://pythonrepo.com/repo/watsonyanghx-CNN_LSTM_CTC_Tensorflow-python-computer-vision (дата обращения: 18.11.2022).

L. D. Kachelkina, Master's Degree Student
I. G. Kornilov, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Computer Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of an intelligent car number recognition system

The work is devoted to the development of an intelligent system designed to identify a car number by video image. This topic is relevant, because in modern conditions, when the number of cars on the roads increases every day, there is an acute problem with the optimization of parking systems and their safety. The ability to recognize a car number will allow you to identify its owner, monitor the passage of cars, and facilitate the possibility of paying for paid parking. In the future, the number recognition system can be implemented in access control systems in protected areas.

Keywords: image processing; number recognition; Tensorflow models; image processing scikit-image; computer vision OpenCV; Hough transform.

Раздел 3
ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 378.147.88
ГРНТИ 14.35.07

С. Ю. Соломатина, кандидат филологических наук, доцент
Е. П. Пономаренко, старший преподаватель
Кафедра «Английский язык»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Информационные образовательные технологии иноязычного обучения
в техническом вузе в условиях изоляции России**

В условиях новой реальности в системе высшего образования происходят значительные трансформации. Соответственно, обновляются и задачи преподавателей технических вузов. Одна из приоритетных – внедрение современных информационных образовательных технологий в процесс иноязычного обучения. В условиях международной изоляции России есть ограничения по использованию ранее доступных иностранных информационных платформ в образовательных целях, появляются новые отечественные аналоги. Одним из перспективных направлений в преподавании иностранного языка является применение нейронных сетей с искусственным интеллектом.

Ключевые слова: электронные образовательные ресурсы; английский язык; образовательные платформы; технический университет; искусственный интеллект; цифровизация.

Качественное иноязычное обучение в техническом университете не представляется без использования современных информационно-коммуникационных технологий. Будущие инженеры, ориентированные на разработку, конструирование и внедрение технических систем, высокомотивированы на применение информационных новшеств, способствующих как повышению интереса к приобретению иноязычных знаний, так глубине и прочности овладения ими. Включение в процесс изучения иностранного языка компьютерных технологий важно еще и по той причине, что это будет положительно влиять на развитие цифровых навыков и компетенций у студентов инженерных направлений подготовки, что особенно актуально в условиях цифровой трансформации промышленности [5, 10]. Активное внедрение информационных интерактивных технологий позволяет эффективнее организовывать аудиторную и внеаудиторную работу студентов [4], разнообразить их самостоятельную работу и упростить схему консультирования и оказания поддержки благодаря возможности создания единого виртуального пространства для участников образовательного процесса.

Информационные образовательные технологии продолжают быстро развиваться, открывая новые возможности в обучении иностранным языкам.

В настоящее время широко используются мобильные информационные технологии в преподавании иностранного языка. Так, *QR*-коды и *QR*-сканеры для чтения как части мобильных технологий пополнили арсенал технических средств для образовательных целей. Эти коды со ссылками позволяют направлять студентов на нужные интернет-сайты и ресурсы, тем самым стимулируя у них поисково-исследовательскую деятельность. Методы обучения с использованием данных технологий формируют положительную мотивацию к иноязычному обучению у студентов технического университета [8].

В целях стимулирования познавательного интереса к изучению иностранного языка речевые задания, предлагаемые студентам, должны отражать возрастные интересы обучающихся. В качестве наглядного материала для обсуждения и комментирования предлагается включать интернет-мемы как профессиональные, так и бытовые, которые очень популярны

у молодежи [7]. Ряд интернет-ресурсов (<https://imgflip.com>, <https://www.memecam.io/>) позволяет создавать мемы благодаря загрузке фотографий или картинок в режиме реального времени. В качестве расширения учебно-методического репертуара можно использовать комиксы, которые можно создавать с использованием цифровых инструментов (<https://makebeliefscomix.com/Comix/>). Комиксы отвечают психологическим и когнитивным потребностям современного студента, а именно: переключение внимания, клиповое чтение, достраивание текста, совмещение зрительно-образного и логического восприятия текста, игровые приемы работы с текстом [6].

Одним из последних трендов стало развитие искусственного интеллекта и нейронных сетей, возможности которых могут привести к изменению парадигм в образовании [1]. Современные системы искусственного интеллекта позволяют генерировать тексты и автоматизировать рутинные задания, включая процессы сбора, обработки и передачи данных, освобождая время для более творческой работы [1, 3].

Например, система Twee (<https://app.twee.com/>), которая в настоящий момент работает в тестовом бесплатном формате, облегчает работу преподавателя английского языка при подготовке учебных материалов к занятиям. Данная система оснащена инструментарием искусственного интеллекта, который позволяет мгновенно разрабатывать задания для развития всех видов речевой деятельности (чтение, письмо, говорение и аудирование) и языковых навыков (лексика и грамматика), в том числе: создание текстов разного жанра для студентов разного языкового уровня, разработку заданий и скриптов по видеоматериалам, подборку цитат и утверждений для обсуждения, составление упражнений по заполнению пробелов и упражнений типа true/false и многое другое.

Нейронные сети с искусственным интеллектом могут быть полезны не только для преподавателей, но и для студентов, т. к. они могут предоставлять развернутые ответы на интересующие вопросы. В рамках исследования по изучению нейронных сетей для развития когнитивной активности студентов было выявлено, что ChatGPT положительно влияет на их критическое мышление, креативные способности, познавательный интерес, учебную мотивацию и рефлексивность [2]. Это становится возможным благодаря тому, что студенты получают возможность самостоятельно удовлетворить свои познавательные потребности, получая доступ к множеству идей и концепций. При взаимодействии с системами на основе искусственного интеллекта для получения необходимой информации обучающемуся необходимо грамотно сформулировать свой запрос, изучить информацию, полученную из разных источников, на предмет ее достоверности и оценить качество сгенерированных данных. Наш практический опыт показывает, что многие любознательные студенты уже активно осваивают существующие возможности и коммуницируют с чат-ботами, создавая различные модели и тексты и удовлетворяя не только свои личностные, но и учебные запросы.

В ходе проведения занятий по иностранному языку можно использовать искусственный интеллект при организации дебатов и дискуссий, задавая разные типы личностей в качестве виртуального собеседника и оппонента. Применение ChatGPT для этих целей не только представляет собой инновационный подход, но и позволяет развивать навыки аргументации и отстаивания своей точки зрения на иностранном языке [11].

Бесспорно, интеграция искусственного интеллекта в образовательный процесс весьма заманчива и жизнеспособна: она позволяет преподавателям переложить часть своей работы на современные технологии, делая при этом процесс обучения более продуктивным, интересным и разнообразным, а для студентов является серьезным подспорьем в выполнении домашних заданий, подготовке к экзаменам и зачетам. Однако несмотря на то что искусственный интеллект имеет много потенциальных преимуществ для образования, существуют и некоторые недостатки, которые необходимо учитывать. Так, например, есть большое опасение, что студенты будут слишком полагаться на эти инструменты и потеряют способность к критическому и творческому мышлению. Если люди всегда будут рассчитывать на искусственный интеллект, они перестанут совершенствоваться. Вызывает беспокойство и то, что информация, созданная ChatGPT, может быть ненадежной и небезопасной. Обучаясь в техническом вузе, студентам крайне важно доверять знаниям, которые они получают, и необходимо избегать контакта с ложной информацией.

Предвзятое отношение и дискриминация являются еще одной проблемой искусственного интеллекта в сфере высшего образования. Искусственные алгоритмы могут закрепить неверное отражение данных, которое приведет к несправедливому отношению к обучаемым. В связи с этим, необходимо, чтобы подобные проблемы были решены посредством разработки искусственных систем, которые были бы объективными.

Несмотря на большое количество перечисленных ранее положительных моментов, несомненно, важно обращать внимание на возможные минусы и просчеты машинного интеллекта и внедрять его в процесс обучения с осторожностью. Лишь в этом случае взаимодействие человека и искусственного интеллекта будет продуктивным [9].

Нельзя оставлять в стороне и вопрос о стремительно происходящей трансформации функций педагога в высшей школе. Дальнейшая модификация сферы образования изменит отношения между студентами и преподавателями. Поэтому важно заниматься научными исследованиями для разработки безопасной среды применения искусственного интеллекта в образовании.

Развитие общества сегодня диктует необходимость использования новых информационных технологий в обучении, и мы, интегрируя информационные образовательные технологии в процесс обучения английскому языку на своих занятиях, успешно пользовались такими *EdTech*-платформами, как: *Glogster EDU*, *Kahoot*, *Mentimeter* и др., помогая студентам создавать мультимодальные проекты (тексты, иллюстрации, видео, комиксы), презентации разного уровня сложности, совершенствовать свой уровень владения английским языком, сохраняя мотивацию к эффективной работе. Однако влияние санкций на российское образование не заставило себя ждать, и новые геополитические условия обозначили границы образовательных контактов с Россией: зарубежные площадки онлайн-образования прекращают сотрудничать, сайты блокируют посетителей из России, российским пользователям становятся недоступны многие сервисы, которые ранее использовались для связи между преподавателями и студентами. Так, международная образовательная площадка *Coursera* перестала сотрудничать с организациями из России, а с некоторых пор для российских педагогов стали недоступны привычные и удобные *Canva*, *Kahoot* и *Glogster EDU*.

Как известно, у каждого поколения свой вызов, и мы готовы его принять. Пословица гласит, что, когда закрывается одна дверь, обязательно открывается другая. Таким образом, санкционное воздействие обозначило ряд приоритетных задач для российской системы образования, что послужило причиной активного совершенствования отечественной системы обучения. Чтобы смягчить последствия санкций для российского образования и науки, государство принимает меры: Минпросвещения, Минцифры, ПАО «Ростелеком» и Mail.ru Group представили совместный проект. Образовательная платформа «Сферум» стала частью государственной программы по цифровой трансформации школьного образования. На платформе просматривают видеоматериалы, отправляют задания на проверку, составляют расписание и проводят собрания. У платформы есть чат, где участники образовательного процесса могут общаться и обмениваться материалами. Весь учебный материал хранится в облаке и может быть доступен с любого цифрового устройства (<https://sky.pro/media/sankcii-i-obrazovanie/>).

Российский рынок цифровых технологий высшего образования представлен следующими *EdTech*-платформами:

1) Образовательная платформа с онлайн-курсами – *Skillbox*. На платформе можно получить знания по актуальным направлениям: программирование, маркетинг, дизайн и другие. *Skillbox* является одним из самых успешных образовательных проектов на отечественном *EdTech*-рынке.

2) Образовательная платформа *GetCourse* – это цифровая платформа обучающих курсов для онлайн-школ, технических вузов, преподавателей, чья популярность закономерно растет вместе с общим интересом к цифровым образовательным технологиям.

3) Образовательная платформа *Skyeng* – образовательная технология, которая специализируется на персональных занятиях с преподавателем.

Еще одна достойная альтернатива содружественной разработки – *AhaSlides* – это инструмент для создания разнообразных игр, интерактивных презентаций и квизов. За счет

семнадцать типов слайдов можно создавать документы, отправлять QR-код или ссылку студентам – чтобы они смогли работать со смартфонами онлайн. Управляет такой работой преподаватель, в то время, как обучающимся будет доступен тот слайд, который на интерактивной доске открывает преподаватель. Благодаря сервису можно собирать «облака слов», проводить конкурсы, интервью, квизы и т. п. Интерфейс представлен на английском языке.

Российская система высшего образования в эпоху социальных разрывов постепенно видоизменяется. Можно предвидеть большие перемены и отказ от европейских стандартов. Возникающие затруднения, такие как приостановление работы электронных образовательных платформ, предоставляющих доступ к онлайн-курсам, безусловно, на какой-то период времени ограничат возможности профессиональной подготовки, однако, несомненно, не затронут качество обучения.

Цифровая трансформация высшего образования в условиях изоляции России открывает новые перспективы в использовании информационно-коммуникационных технологий, обеспечивая доступность, непрерывность и качество обучения. Технические вузы переосмысливают процесс обучения в условиях новой реальности, своевременно пополняя образовательную среду отечественными цифровыми платформами и ресурсами. Формируется и развивается новая цифровая дидактика, которая позволяет быстро реализовывать интегративно-компетентностный подход к обучению, формировать профессиональные компетенции и готовность к профессиональной деятельности.

В заключение следует отметить, что на пути цифровой трансформации современная система высшего образования прошла долгий путь, и впереди нас ждет не менее интересная и масштабная работа. Несомненным является и то, что потребность в гибкости и адаптируемости имеет первостепенное значение в условиях ограничений, а дальновидная цифровая стратегия с рядом эффективно используемых образовательных технологий улучшит процесс усвоения информации, повысит вовлеченность участников образовательного процесса, увеличит рост сотрудничества и количество высококвалифицированных исследований.

Список использованных источников и литературы

1. *Агальцова, Д. В.* Технологии искусственного интеллекта для преподавателя вуза / Д. В. Агальцова, Ю. Е. Валькова // МНКО. – 2023. – № 2 (99). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-dlya-prepodavatelya-vuza> (дата обращения: 17.05.2023).
2. *Гаркуша, Н. С.* Педагогические возможности CHATGPT для развития когнитивной активности студентов / Н. С. Гаркуша, Ю. С. Городова // Профессиональное образование и рынок труда. – 2023. – № 1 (52). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogicheskie-vozmozhnosti-chatgpt-dlya-razvitiya-kognitivnoy-aktivnosti-studentov> (дата обращения: 17.05.2023).
3. *Ивахненко, Е. Н.* CHATGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? / Е. Н. Ивахненко, В. С. Никольский // Высшее образование в России. – 2023. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chatgpt-v-vysshem-obrazovanii-i-nauke-ugroza-ili-tsennyu-resurs> (дата обращения: 17.05.2023).
4. *Кисель, О. В.* Применение ИКТ при обучении различным аспектам иностранного языка / О. В. Кисель, Н. Н. Зеркина, Г. А. Босик // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 68-1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-ikt-pri-obuchenii-razlichnym-aspektam-inostrannogo-yazyka> (дата обращения: 17.05.2023).
5. Цифровые технологии, навыки, инженерное образование для транспортной отрасли и технологии образования / А. А. Климов [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – № 10. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-navyki-inzhenernoe-obrazovanie-dlya-transportnoy-otrasli-i-tehnologii-obrazovaniya> (дата обращения: 17.05.2023).
6. *Королева, С. Б.* Комиксы в обучении РКИ: источники и приемы работы / С. Б. Королева, К. А. Полозова // НАУ. – 2020. – № 59-1 (59). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/komiksy-v-obuchenii-rki-istochniki-i-priemy-raboty> (дата обращения: 17.05.2023).
7. *Сафонов, С. М.* К вопросу использования интернет-мемов в преподавании иностранных языков (на материале английского языка) // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 9-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ispolzovaniya-internet-memov-v-prepodavanii-inostrannyh-yazykov-na-materiale-angliyskogo-yazyka> (дата обращения: 17.05.2023).

8. *Симонова, О. Б.* Теоретическое обобщение опыта использования qr кодов в преподавании иностранного языка в вузе / О. Б. Симонова, О. В. Маруневич // Проблемы современного педагогического образования. – 2021. – № 70-3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskoe-obobschenie-opyta-ispolzovaniya-qr-kodov-v-prepodavanii-inostrannogo-yazyka-v-vuze> (дата обращения: 17.05.2023).

9. *Струнин, Д. А.* Искусственный интеллект в сфере образования // Молодой ученый. – 2023. – № 6 (453). – С. 15–16. – URL: <https://moluch.ru/archive/453/99921/> (дата обращения: 18.05.2023).

10. *Тараканов, А. В.* Информационные технологии в подготовке инженера и его профессиональной деятельности // Вестник ВУиТ. – 2015. – № 4 (19). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-tehnologii-v-podgotovke-inzhenera-i-ego-professionalnoy-deyatelnosti> (дата обращения: 17.05.2023).

11. *Шуйская, Ю. В.* Привлечение нейросетей к проведению дебатов на иностранном языке на продвинутом этапе его изучения / Ю. В. Шуйская, Е. А. Дроздова, М. В. Мыльцева // МНКО. – 2023. – № 2 (99). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/privlechenie-neyrosetey-k-provedeniyu-debatov-na-inostrannom-yazyke-na-prodvinutom-etape-ego-izucheniya> (дата обращения: 17.05.2023).

S. Yu. Solomatina, PhD in Philology, Associate Professor
E. P. Ponomarenko, Senior Teacher
Department of English Language
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Information technologies in teaching foreign languages at technical universities while Russia's isolation

Under the conditions of the new reality, significant transformations are taking place in the system of university education. Accordingly, the goals of teachers of technical universities are also being reconsidered. One of the priorities is the introduction of modern information technologies in the process of foreign language education. While Russia's international isolation, there are restrictions on the use of previously available foreign digital platforms for educational purposes, but new domestic analogues are also emerging. One of the promising areas in teaching a foreign language is the use of neural networks with artificial intelligence.

Keywords: electronic educational resources; English language; educational platforms; technical university; artificial intelligence; digitalization.

М. А. Маякина, кандидат филологических наук, доцент
Кафедра «Иностранные языки»

Ивановский государственный университет

А. В. Соболева, кандидат педагогических наук, доцент
Кафедра «Английский язык в сфере научной коммуникации»

Томский государственный университет

И. В. Певнева, кандидат филологических наук, заведующий кафедрой
Кафедра «Иностранные языки»

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева

Организация межкультурной коммуникации при реализации международных проектов в цифровой среде

Цель статьи – определить дидактический потенциал применения цифровых инструментов в реализации международных иноязычных проектов. Цифровые ресурсы позволяют создавать условия, необходимые для организации межличностного и межкультурного взаимодействия участников, служат эффективным средством координации самостоятельной работы обучающихся, повышения мотивации студентов к познавательной деятельности, развития навыков совместной работы и коллективного познания, а также интенсификации обучения.

Ключевые слова: цифровые инструменты; английский язык; онлайн-проект; межкультурная коммуникация.

Современный этап развития общества, науки и техники, динамичные изменения подходов в образовательной политике, требования и условия, которые предъявляются на международном и российском рынках труда со стороны работодателей к выпускникам вузов, несомненно, влияют на изменение подходов к обучению на всех уровнях. Одной из важных составляющих современного образовательного процесса является применение цифровых технологий, в том числе в преподавании иностранного языка.

Помимо экономических факторов, при планировании и организации учебного процесса необходимо учитывать особенности нынешнего поколения студентов. Среди них выделяют отсутствие навыков запоминания, несформированность навыков долговременной памяти, слабое представление о формировании причинно-следственных связей, отсутствие эмпатии, гиперактивность, быструю утомляемость, клиповый тип мышления, фреймовый способ восприятия информации [1]. Все это требует новых форм организации учебной и внеучебной деятельности. В связи с этим механизм обучения иностранному языку подвергся как структурным, так и функциональным изменениям.

Именно цифровая среда является той системой инструментальных средств и ресурсов, которая обеспечивает условия для реализации образовательной деятельности на основе информационно-коммуникационных технологий. При обучении иностранному языку с применением различных средств и инструментов создается цифровая образовательная среда, способствующая формированию универсальных компетенций, страноведческой и межкультурной компетенций, гибких навыков через обеспечение информационной насыщенности, мультимодальности, интерактивности, активного вовлечения пользователей, социального взаимодействия, получения полезных данных и интенсификации образовательного процесса [3, 6].

С учетом всего вышесказанного члены Межвузовского сообщества преподавателей английского языка для направлений подготовки *STEAM* в период с февраля по декабрь 2022 г. осуществили три международных межвузовских иноязычных проекта для студентов

неязыковых направлений подготовки, реализованных с активным применением различных цифровых инструментов.

Основной целью международного академического онлайн-проекта *EDGE Project* стала организация опыта межкультурной коммуникации между студентами американского и российских вузов. В задачи входило повышение межкультурной и страноведческой компетенции, внутренней мотивации к обучению у представителей обеих стран, изучению английского языка у российских студентов, развитию умений презентации и видео-презентации, а также навыков аудирования, устной, письменной и публичной речи.

В ходе реализации проекта обучающимся были предложены различные формы работы как синхронные, так и асинхронные. Участники взаимодействовали во время общих сессий и вебинаров, проводимых с помощью программы для организации видеоконференций *Zoom*, выполняли задания в группах, сотрудничали в малых интернациональных командах в составе до четырех человек. Во время синхронной работы у студентов была возможность разделиться на малые группы и пообщаться в сессионных залах. Виды коммуникативных заданий включали более близкое знакомство с другими членами команды в игровой форме (игра *Two truths and a lie*) и общение с приглашенными экспертами в сфере рекрутинга из числа сотрудников международных компаний в формате «вопрос – ответ». При самостоятельной организации работы внутри команд студенты пользовались мессенджером «Ватсап».

Для структурирования асинхронной деятельности применялся цифровой инструмент: онлайн-доска *Padlet*, обладающая широким функционалом для эффективного координирования коллективной работы. Виртуальное пространство *Padlet* доступно на любом устройстве, подключенном к интернету. У участников была возможность одновременно просматривать, добавлять и изменять содержимое на *Padlet*, включая текст, изображения и ссылки на другие веб-страницы, видео и документы. Для реализации целей проекта студенты были разделены на две группы, для каждой из которых была создана отдельная доска. Обучающиеся заходили на платформу по ссылке и публиковали свои материалы, просматривали и комментировали работы других студентов, знакомились с текущей информацией по проекту. *Padlet* доказал свою эффективность при организации групповой деятельности, а также оказал положительное влияние на повышение уровня мотивации.

В период с 18 апреля по 29 мая 2022 г. было проведено опытно-экспериментальное исследование условий проведения межвузовских виртуальных мероприятий с целью выявить необходимые организационно-процессуальные условия и способы эффективной реализации онлайн-проектов, направленных на формирование заявленных компетенций у студентов неязыковых направлений подготовки. Виртуальный научно-практический марафон, инициированный группой российских университетов, доказал, что совместное обучение – это активный процесс, стимулирующий познавательные процессы и формирование новых навыков, в ходе которого обучающиеся усваивают информацию и связывают новые знания с накопленными ранее.

Цель онлайн-проекта состояла в том, чтобы студенты нелингвистических направлений подготовки, изучающие английский язык, смогли улучшить свои коммуникативные навыки, глобальные компетенции, погрузиться в аутентичный языковой материал, активизировать навыки сотрудничества, профессионального диалога и командной работы, развить критическое мышление, применить профессиональные умения и знания, развить презентационные навыки и межкультурные профессиональные компетенции. Марафон включал в себя такие этапы, как викторина, мастер-класс, виртуальный круглый стол, конкурс видеороликов и симуляция заседания ЮНЕСКО.

Для реализации поставленных задач на разных этапах проекта применялись следующие цифровые инструменты, позволяющие решать комплексные задачи иноязычного образования: инфографика, программа для организации видеоконференций *Zoom*, интерактивные опросы, онлайн-доска *Padlet* и *QR*-коды. Свое подтверждение нашла точка зрения о том, что интернет развивает социальные и психологические качества студентов, их уверенность в себе, способность работать в команде, создает благоприятную для обучения атмосферу, высту-

пая как средство интерактивного подхода [2]. Использование различных цифровых инструментов в обучении позволяет обеспечить мобильность учебного процесса и его адаптивный характер, т. е. своевременное приспособление к инновационным технологиям.

Третий виртуальный проект проводился в период с сентября по декабрь 2022 г. и включал в себя пять блоков, направленных на повышение квалификации преподавателей, онлайн-обучение английскому языку студентов бакалавриата и магистратуры, а также развитие культурного кругозора широкой аудитории. Модуль для студентов включал в себя занятия по *General English*, *Academic English* и *English for Specific Purposes* с акцентом на неязыковые направления подготовки *STEAM*. Завершающие этапы курсов *Academic English* и *English for Specific Purposes* предполагали выступления студентов с публичными презентациями своих академических и научных достижений в форме 3-минутных монологических высказываний *Academic Slam* и *Science Slam*, которые относят к жанрам устного научно-академического дискурса наряду с научным диалогом, дискуссией, дебатами, стендовым докладом, отчетом и др. [5]. Такая форма работы позволила участникам проанализировать то, чему они научились в ходе проекта, генерировать новые идеи и поделиться своими теоретическими и практическими взглядами посредством научной коммуникации.

Основным цифровым ресурсом для реализации проекта была выбрана электронная информационно-образовательная среда *Canvas* – платформа, предоставляющая свободный хостинг, бесплатная для студентов и преподавателей, отличающаяся интуитивно понятным интерфейсом и удобная для разработки курсов. *Canvas* позволяет реализовать процесс дистанционного обучения, помогает сделать его простым и легким, тем самым повышая производительность своих пользователей, обладает удобными инструментами для создания индивидуальных уроков и курсов [4], а также может применяться для осуществления смешанного обучения. Нам было важно, чтобы платформа не была привязана к конкретному учебному заведению, поскольку участниками наших проектов являются студенты из различных российских университетов. В *Canvas* можно использовать множество видов представления информации (видеолекции, иллюстрации, аудиоресурсы, тесты, опросники, текстовые документы), реализуя принцип полимодальности перцептивного опыта и оптимизируя процесс обучения. Платформа предоставляет возможность обмениваться сообщениями с отдельными пользователями или всей группой и предлагает разнообразные инструменты совместной работы участникам курса.

Таким образом, применение цифровых ресурсов позволило создать условия, необходимые для реализации проекта. С одной стороны, они способствовали обеспечению межличностного и межкультурного взаимодействия участников из ряда городов России и из-за рубежа на иностранном языке, с другой – послужили средством организации самостоятельной работы обучающихся. И студенты, и преподаватели отметили, что привлечение различных мультимедийных и информационно-коммуникационных средств при реализации международных проектов способствовало повышению мотивации студентов к познавательной деятельности, привлечению и удержанию внимания, стимулировало активизацию когнитивных аспектов обучения за счет полисенсорности восприятия и переработки иноязычной информации, содействовало развитию навыков совместной работы и коллективного познания, а также интенсификации обучения.

Список использованных источников и литературы

1. *Барабанская, Ю. Н.* ИКТ – компетентность педагога: содержание, формирование, развитие // *Качество образования: система работы, методика, опыт* (авторские материалы педагогов школьных организаций города Якутска по итогам 56-х муниципальных педагогических чтений). – Якутск, 2021. – С. 35–37.
2. *Бузунова, Н. А.* Актуальность применения интернет-ресурсов при обучении иностранным языкам / *Н. А. Бузунова, В. В. Зудаева* // *Правовестник*. – 2019. – № 6 (17). – С. 2–7. – EDN: JKNDXM
3. *Мешкова, Л. Н.* Влияние особенностей цифровой среды на социализацию цифрового поколения // *Вестник Бурятского государственного университета*. – 2022. – № 4. – С. 10–21. – DOI: 10.18101/1994-0866-2022-4-10-21. – EDN: ZHWFXO

4. *Мойсеенок, Н. С.* Современные цифровые образовательные инструменты: Canvas, Padlet, EDAPP // Проблемы лингвообразования в неязыковом вузе : материалы VII Республ. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), Минск, 26 янв. 2023 г. – Минск : Белорусский государственный университет, 2023. – С. 194–198.

5. *Обдалова, О. А.* Когнитивно-прагматические и лингвостилистические характеристики англоязычного устного научно-академического дискурса / О. А. Обдалова, О. В. Харापудченко // Язык и культура. – 2019. – № 46. – С. 102–125. – DOI: 10.17223/19996195/46/6

6. *Шилова, О. Н.* Цифровая образовательная среда: педагогический взгляд // Человек и образование. – 2020. – № 2(63). – С. 36–41. – DOI: 10.54884/S181570410020772-4. – EDN: PMMJVN

M. A. Mayakina, Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
Department of Foreign Languages
Ivanovo State University

A. V. Soboleva, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Department of English in Science Communication
Tomsk State University

I. V. Pevneva, Candidate of Philological Sciences, Head of the Department
Department of Foreign Languages
T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Organization of Intercultural Communication when Implementing International Projects in a Digital Environment

The paper aims to identify the didactic potential of digital tools when implementing international projects in L2. Digital resources make it possible to create the conditions necessary for organizing participants' interpersonal and intercultural interaction and also serve as an effective means of coordinating students' independent work, increasing students' motivation for cognitive activity, developing teamwork skills and collective cognition, as well as intensifying learning.

Keywords: digital tools; English; online projects; intercultural communication.

Р. В. Гусаров, магистрант
Т. В. Смирнова, кандидат филологических наук, доцент
Кафедра «Иностранные языки»
Кафедра «Лингвистика»
Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

Системы RSI в синхронном переводе

Сегодня, как никогда, актуальна связь людей на расстоянии в условиях быстро изменяющегося современного мира. На сегодняшний день потребляется и передается много информации. Вынужденное, постоянное нахождение в информационном поле обязывает человека постоянно перерабатывать, «проводить» через себя значительный объем информации. Это особенно актуально именно в профессиональной сфере общения, и в переводческой деятельности в частности. В современном мире мы все больше общаемся с иностранными коллегами. Для быстрого, качественного, удобного, а главное, доступного и не слишком затратного в материальном плане обмена информацией и перевода нам нужен особый вид связи и взаимодействия. В качестве такого наиболее рационального решения сегодня выступают RSI системы.

Ключевые слова: цифровизация; цифровая грамотность; дистанционный перевод; платформы для устного перевода.

Интенсивное развитие компьютерных технологий стало причиной возникновения новой лингвистической реальности, которая развивается и по сей день в связи с расширением сферы действия современных средств коммуникации. Экономия временных ресурсов, экономия финансовых ресурсов в связи с сокращением организационных расходов на мероприятия в реальном пространстве – главные мотиваторы, которые способствуют развитию цифровых систем для решения задач, уже существующих долгое время. Особый прорыв в разработке сервисов для проведения вебинаров, веб-конференций, прямых онлайн-эфиров произошел в 2020 г., что было вызвано необходимостью продолжать рабочую и учебную деятельность в новых условиях всеобщей изоляции в связи с пандемией. Многие платформы начали функционировать как онлайн-площадки для проведения различного рода мероприятий с функцией удаленного устного перевода. Возникновение нового вида перевода – удаленного устного перевода – выдвигает новые требования к переводчикам и необходимость пересмотра и уточнения переводческих компетенций и специфики этой разновидности перевода.

Цифровая грамотность человека или компании находится в приоритете у государства для обеспечения экономического роста в стране. В 2017 г. была утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации», в которой определены цели, направления, задачи и сроки реализации основных государственных мер по созданию условий развития в Российской Федерации цифровой экономики, в которой данные в цифровом виде будут являться ключевым фактором производства всех сфер социально-экономической деятельности. [2, с. 480]

Цифровые преобразования – один из главных факторов мирового экономического роста в последние десятилетия. Говоря об этих явлениях, мы используем термин «цифровизация», который первоначально обозначал перевод аналоговой информации в цифровую. Сейчас под цифровизацией понимают общественные и экономические изменения, происходящие под воздействием информационных технологий и соответствующей трансформации бизнес-моделей. По оценкам Глобального института McKinsey, в Китае до 22 % увеличения ВВП к 2025 г. может произойти за счет интернет-технологий. В США ожидаемый прирост

стоимости, создаваемый цифровыми технологиями, к 2025 г. может составить 1,6–2,2 трлн долл. США. Потенциальный экономический эффект от цифровизации увеличит ВВП России к 2025 г. на 4,1–8,9 трлн руб., что составит от 19 % до 34 % общего ожидаемого роста ВВП [1, с. 8]

С увеличением роста цифровой грамотности людей и компаний вырастет и потребность в цифровых решениях для ведения бизнеса и другой профессиональной и непрофессиональной деятельности, связанной с обменом информации с людьми из других стран. Подобная интеграция в уже существующие технологические процессы «классического» синхронного перевода должна вести к удешевлению процесса перевода. Отпадает необходимость во многих лиш-них затратах денег и времени на «аналоговые» вещи: оборудование специальных кабинок для переводчиков; оплата проезда, проживание и прочие расходы.

Растет эффективность человеко-часов одного переводчика, поскольку перевод может осуществляться сразу на несколько языков и в обе стороны сразу.

После начала пандемии резко выросла необходимость перехода на «цифровые» решения конференций в онлайн-формате с синхронным переводом. Появились и начали резко развиваться RSI-системы для устного перевода.

RSI (*remote simultaneous interpretation*) – сервисы удаленного синхронного перевода. RSI-сервисы предназначены для синхронного перевода, рассчитаны на крупномасштабные мероприятия, для нескольких пар языков, оплата переводчика за день или полдня. Международный атлас компаний, предлагающий услуги видеоперевода, удаленного синхронного перевода, представлены на рис. 1 [3].

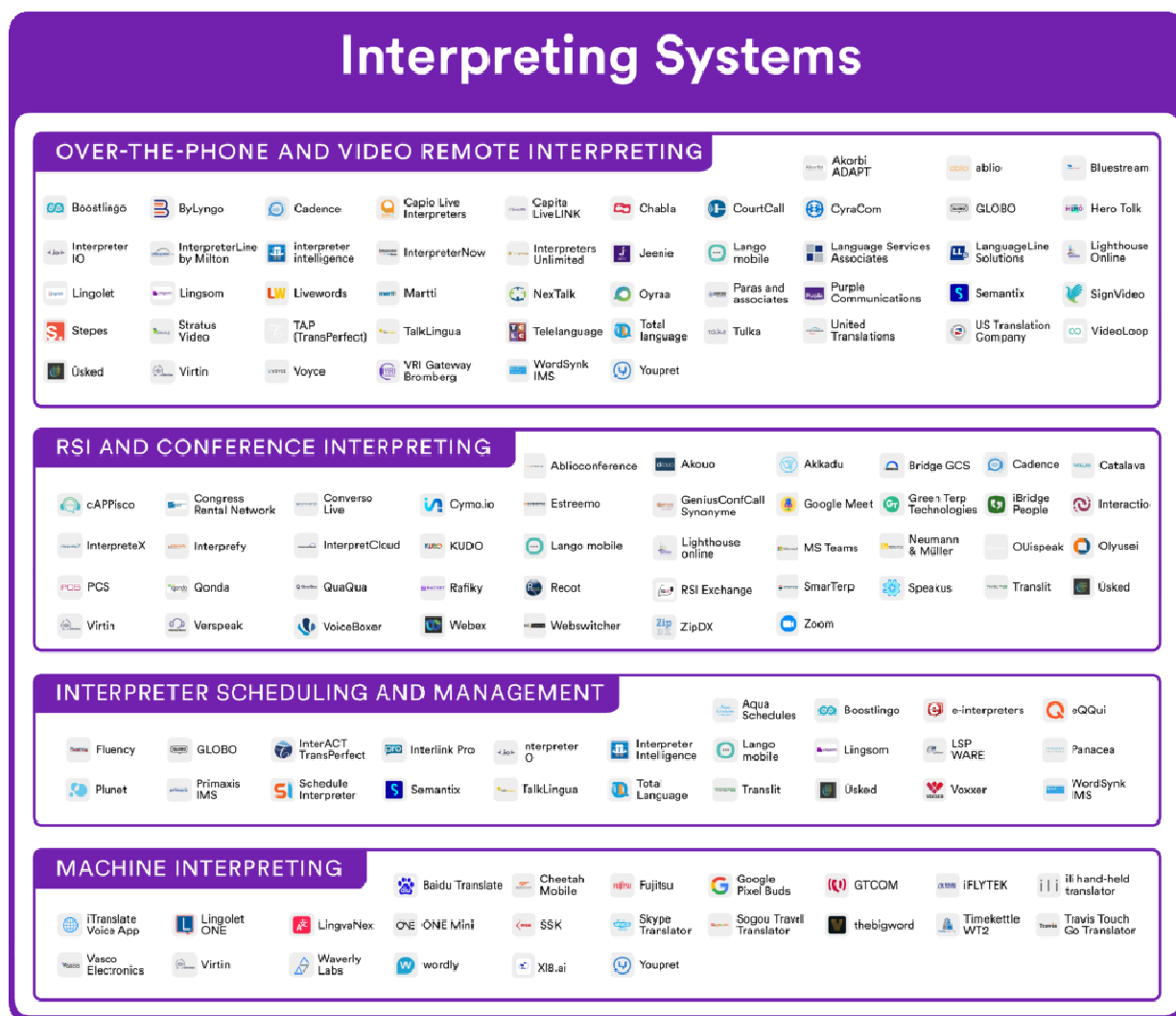


Рис. 1. Атлас компаний, разрабатывающих программы и сервисы для устного перевода

В первом блоке рис. 1 представлены лейблы компаний, разрабатывающих сервисы телеперевода и удаленного видеоперевода. Во втором блоке – компании, занимающиеся разработкой платформ для удаленного синхронного перевода. В третьем и четвертом разделах указаны компании, разрабатывающие сервисы переводческого менеджмента и машинного перевода соответственно. В рамках настоящей статьи нас интересует вторая группа компаний – *RSI*-сервисы, разрабатывающие программы и сервисы для удаленного синхронного перевода. Все сервисы этой группы можно разделить на 4 группы [3]:

- 1) сервисы для видеоконференцсвязи без функции синхронного перевода;
- 2) сервисы для видеоконференцсвязи с функцией синхронного перевода;
- 3) специализированные платформы для удаленного синхронного перевода;
- 4) виртуальные кабины для удаленного синхронного перевода.

К первой группе, т. е. к сервисам для видеоконференцсвязи без функции синхронного перевода, относятся программы типа *Skype*, не имеющие своей собственной функции для синхронного удаленного перевода. Тем не менее синхронный перевод может быть осуществлен в этом случае через дополнительное подключение переводчика по телефону, посредством мессенджера типа Ватсап, через специализированную платформу для удаленного синхронного перевода и т. д. К сервисам видеоконференцсвязи с функцией синхронного перевода относятся такие программы, как *Zoom*, *Webex*, *Google Meet* и *Microsoft Teams*. В *Microsoft Teams* добавили функцию синхронного перевода в августе 2022 г., чуть ранее функцию «Перевод» (*Interpretation*) добавил в свой функционал *Zoom*, и при подписке на профессиональный план конференций с дополнительной покупкой опции *Zoom Webinar* или *Zoom Events* можно воспользоваться услугой устного перевода. Создатель конференции может активировать эту функцию и назначить переводчика, тем самым создав один или несколько дополнительных аудиоканалов (языков), слушатели при этом могут выбрать тот аудиоканал, который они хотят прослушивать. *Zoom* является самой крупной в мире ивент-площадкой с *RSI*-сервисом по количеству проведенных встреч.

Специализированные платформы для удаленного синхронного перевода разработаны специально для перевода, однако могут использоваться и для видеоконференцсвязи как ивент-площадки. Все существующие на сегодняшний день *RSI*-платформы представлены на рис. 1. Некоторые самые распространенные из них были обзорно описаны на русском языке в статьях переводчика-синхрониста Натальи Федоренковой [4, 5]. Материалы этих исследований, получивших широкий отклик в переводческой среде, представляют практическую ценность и могут быть использованы для знакомства с новым инструментарием для устного перевода. Приведем некоторые данные о специфике и функционале ряда платформ для видеоконференций с функцией удаленного синхронного перевода, например, таких как *KUDO*, *Interactio*, *Interprefy*, *Voiceboxer*, *SpeakUS*, *Verspeak*.

Платформа ***KUDO*** является как площадкой для видеоконференций, так и платформой для удаленного синхронного перевода, она предлагает свое программное обеспечение как услугу в абонентское пользование. В *KUDO* можно делиться экраном, загружать документы, переписываться в чате, проводить голосования. Здесь есть как интерфейс для участников конференции, так и интерфейс для переводчиков [4]. В *KUDO* может быть сразу несколько видеоканалов (экранов), между которыми можно переключаться. Аудиоканалов предлагается задать три. Это значит, что одна пара переводчиков может переводить на три языка и слушать входящий звук на трех языках (например, при использовании реле) [6]. Интерфейс *KUDO* представлен на рис. 2 [12].

После входа в аккаунт переводчику необходимо настроить исходящие языковые каналы (6. *Outgoing Channel*) (до трех языков), т. е. выбрать те языки, на которые переводчик собирается переводить, а также входные языковые каналы (7. *Incoming Channel*), т. е. выбрать языки, на которых переводчик будет слушать докладчиков или участников конференции. Данная функция позволяет проводить онлайн-мероприятия для многоязычной аудитории и осуществлять синхронный перевод на промежуточные языки. Переводчик всегда может переключить на кнопку *Floor* (17) и слушать речь докладчика в оригинале без промежуточ-

ного перевода. После настройки (5, 7) и выбора (6, 8, 17) исходящих и входящих языковых каналов переводчик может начать работу, нажав на кнопку включения/выключения микрофона (13), которая загорается красным цветом. В верхней панели (1–4) приводится общая информация о текущем мероприятии, список прошедших и предстоящих мероприятий, профиль переводчика. По центру выводится онлайн-трансляция выступления докладчика (11). Здесь переводчик может выбрать между видеотрансляцией и демонстрацией презентации (9). (10) позволяет выбрать конфигурацию экрана: вид докладчика (докладчик на весь экран) или вид галереи (все участники мероприятия в одинаковых окнах). В правой части экрана расположена панель управления входящими и исходящими языковыми каналами. Как говорилось выше, переводчик может выбрать до трех входящих и исходящих языковых сигналов. Для начала работы необходимо настроить хотя бы один язык, на который будет осуществляться перевод (5). После этого для начала работы и активации микрофона необходимо выбрать язык перевода путем нажатия на соответствующую кнопку (6). В случае если мероприятие проводится для многоязычной аудитории, необходимо настроить входящие языковые каналы (7). Данная функция позволяет реализовать двухступенчатый синхронный перевод и выбрать промежуточные языки перевода, если оригинальная речь докладчика (17) произносится на языке, которым переводчик не владеет. В нижней части панели управления находится кнопка включения/выключения микрофона (13). Кроме того, имеется индикатор занятости выходного канала (14): если индикатор загорается синим цветом, это означает, что канал занят другим переводчиком; регулятор громкости (16), кнопка кратковременного отключения микрофона (15). В нижнем левом углу находится важная функция *handover* или передача смены напарнику (18). В правой части выведены дополнительные функции RSI-платформы: чат (19) (можно отправить сообщение напарнику или модератору чата), доступ к результатам голосования (20), загруженные документы (21), список участников (22), настройки (24) языка и используемых устройств (микрофон, наушники, камера) [12].

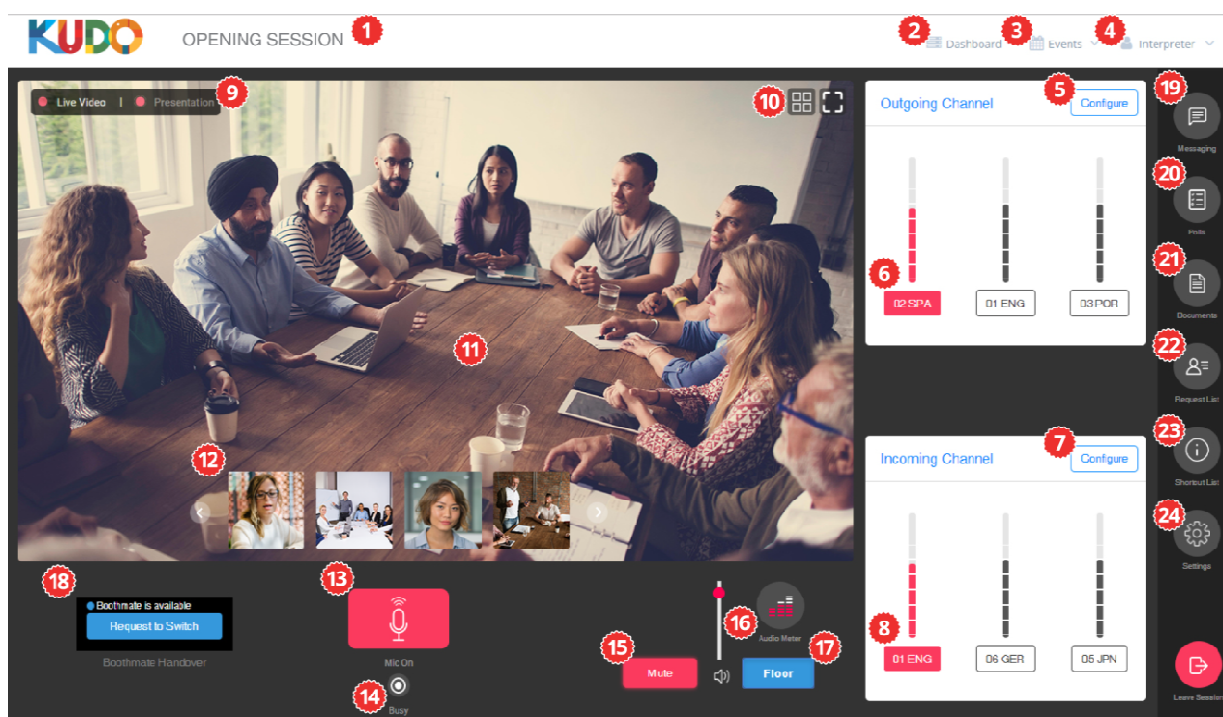


Рис. 2. Интерфейс платформы Kudo

Interactio заявляет себя как мультилингвальная платформа-хаб для проведения разного рода мероприятий: онлайн-встреч (участники присутствуют виртуально), гибридных встреч (часть участников присутствует виртуально, часть реально) и непосредственно контактных встреч «на месте» [7]. По функционалу и набору характеристик *Interactio* близка к *KUDO*. Интерфейс *Interactio* представлен на рис. 3 [12].

а также все сообщения в чате можно перевести на свой язык, нажав на опцию «Перевести» рядом с сообщением [9].

SpeakUS является первой российской платформой. Это облачная платформа, предназначенная исключительно для удаленного синхронного перевода без функционала для проведения онлайн-мероприятий. Она устанавливается как приложение и далее заказывается функция синхронного перевода, работает в связке с другими внешними программами [10]. Интерфейс выглядит проще, чем у остальных платформ, но все основные функции присутствуют. Возможно несколько видеоканалов, между которыми можно переключаться, в том числе просмотр слайдов с компьютера выступающего. Аудиоканалов два: язык оригинала и язык перевода. Есть чат для переводчиков с «горячими клавишами» для удобства. В отличие от всех предыдущих платформ, в этом чате нет модератора, с ним коммуникация осуществляется отдельно через другие мессенджеры.

Еще одна молодая переводческая платформа – *Verspeak*. До 2020 г. *Verspeak* и *SpeakUS* были одной платформой, а потом разделились на два бренда, с 2022 г. *Verspeak* базируется в Финляндии. Это платформа только для удаленного синхронного перевода, работает с подключением к программам, на которых проходит мероприятие. Недавно была проведена интеграция, и теперь не нужно работать в два окна, стрим со сторонних приложений может заводиться непосредственно на платформу [11]. На платформе *Verspeak* можно слушать оригинальный канал и напарника одновременно и при этом регулировать звук напарника относительно спикера, для этого сбоку на окошке переводчика есть синяя линейка для увеличения или уменьшения громкости.

Последние две площадки являются примерами виртуальных кабин для синхронного перевода, они используются как дополнительный сервис и подключаются к основной площадке, на которой происходит видеоконференцсвязь.

Как известно, технологии, в том числе относящиеся к программному обеспечению для устного перевода, постоянно совершенствуются, обновляется их функционал, и одним из качеств профессионализма переводчика является способность следить за обновлениями и интегрировать их в свою практическую деятельность.

Мы видим, что системы устного перевода есть, они постоянно развиваются, а тенденция на переход в цифровую среду и использование цифровых инструментов со временем будет только расти. Начало и период пандемии показал, насколько сейчас актуальна дистанционная связь, и как важна правильная среда для удовлетворения все возрастающих требований в профессиональной сфере устного перевода.

С ростом увеличения цифровой грамотности населения и компаний будут меняться и возрастать требования к переводчикам. В стремлении к увеличению производительности и эффективности, к уменьшению затрат неизбежно RSI-платформы войдут, если не во все, то в очень многие сферы деятельности, где остро стоит вопрос синхронного перевода. Поэтому уже сейчас стоит внимательно присмотреться к цифровым инструментам в переводческой сфере, т. к. это влечет за собой снижение затрат и повышение эффективности труда.

Список использованных источников и литературы

1. Цифровая грамотность для экономики будущего / Л. Р. Баймуратова [и др.]. – Москва : Изд-во НАФИ, 2018. – 88 стр. – URL: <https://nafi.ru/upload/iblock/8f0/8f019c7e455b141dd16f56a1a926bdd0.pdf> (дата обращения: 09.10.2023).
2. Рахлис, Т. П., Оценка цифровой зрелости промышленного предприятия: методологический аспект / Т. П. Рахлис, М. М. Исаева // Социально-экономическая трансформация промышленных регионов в условиях цифровизации. – URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/108747/1/978-5-91256-542-7_1_093.pdf (дата обращения: 09.10.2023).
3. Федоренкова, Н. 6 платформ для удаленного синхронного перевода (RSI) и Zoom. – URL: <https://translationrating.ru/remote-interpreting-platforms-2020/> (дата обращения: 09.10.2023).
4. Федоренкова, Н. Удаленный перевод (RSI) и с чем его едят. – URL: <https://www.natfedorenkova.ru/2020/04/02/2220/> (дата обращения: 09.10.2023).

5. BoostEvents Boostlingo. – URL: <https://boostlingo.com/boostevents/> (дата обращения: 09.10.2023).
6. Interactio. – URL: <https://www.interactio.io/> (дата обращения: 09.10.2023).
7. Interprefy. – URL: <https://www.interprefy.com/> (дата обращения: 09.10.2023).
8. KUDO. – URL: <https://kudoway.com/interpretation/kudo-in-a-nutshell/> (дата обращения: 09.10.2023).
9. RSI или платформы для удаленного синхронного перевода (13.07. 2020). Блог. – URL: <https://generationperevod.ru/tpost/fl8ejr4gfa-rsi-ili-platformi-dlya-udalennogo-sinhro> (дата обращения: 09.10.2023).
10. Speakus. – URL: <https://speakus.io/> (дата обращения: 09.10.2023).
11. The 2022 Nimdzi Language Technology Atlas special: Focus on virtual interpreting technology // Nimdzi Language Technology Atlas: The Definitive Guide to the Language Technology Landscape. – URL: <https://www.nimdzi.com/language-technology-atlas/#virtual-interpreting-goes-mainstream> (дата обращения: 09.10.2023).
12. Verspeak. – URL: <https://verspeak.com/> (дата обращения: 09.10.2023).

R. V. Gusarov, Master's Degree Student
T. V. Smirnova, Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
Chair of Foreign Languages and Linguistics
Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola

RSI systems in simultaneous translation

Today, the communication of people at a distance is more relevant than ever in the rapidly changing modern world. Today, a lot of information is consumed and transmitted, thus, people are encouraged to constantly process this huge amount of information. This is especially true for communication in professional life. In various industries, we communicate more and more with foreign colleagues. For fast, high-quality, convenient, and affordable information exchange and translation, we need a special kind of communication and interaction. As such, the most rational solutions today are RSI systems.

Keywords: digitalization; digital literacy; remote translation; platforms for oral translation.

Е. А. Мамаева, старший преподаватель
Кафедра «Цифровые технологии в образовании»
Вятский государственный университет

Использование дистанционных образовательных технологий в обучении 3D-моделированию педагогов

Рассматривается процесс обучения учителей технологиям 3D-моделирования и прототипирования в рамках курсов повышения квалификации. Проводится анализ трудностей, возникших при обучении в дистанционном формате, даны рекомендации по их устранению. Предлагается построение обучения в смешанном формате, что позволит устранить ряд возникающих проблем и повысить качество обучения.

Ключевые слова: 3D-моделирование; 3D-печать; подготовка учителей; смешанное обучение.

Современная образовательная среда в настоящее время претерпевает постоянные изменения, обогащаясь все новыми возможностями и технологиями. Так, в процессе реализации национального проекта «Образование» происходит оснащение образовательных организаций современным оборудованием. Но использование этого оборудования невозможно без профессионального развития и подготовки педагогических кадров к его использованию [1].

Одним из примеров обновления материально-технической базы является поставка 3D-принтеров в школы. Тем самым необходимым моментом для дальнейшего их использования является обучение педагогов работе с данным оборудованием.

В исследовании С. Шелли [2], посвященном восприятию технологий 3D-моделирования и прототипирования учителями, показана трансформация образовательного процесса благодаря применению этих современных технологий. В процессе обучения педагоги создавали свой трехмерный принтер, следуя онлайн-инструкциям. Впоследствии созданный ими принтер печатал другие объекты. Данный эксперимент показал возможности применения технологии в активном образовательном процессе.

Применение смешанного формата обучения педагогов позволяет повысить их квалификацию, не отрывая от образовательного процесса на длительный период. Учителя имеют возможность изучать различные материалы в свободное для них время в дистанционном режиме и задавать появившиеся вопросы во время очной работы с преподавателями. Одним из востребованных курсов повышения квалификации в Кировской области является курс «Применение технологии 3D-моделирования в образовательном процессе». Курс состоит из 40 учебных часов, 24 часа из которых проводятся в очном формате.

Во время эпидемии COVID-19 данный курс полностью проводился в дистанционном формате, что привело к возникновению ряда трудностей у обучающихся. При обучении в удаленном режиме обучающиеся сами должны были устанавливать программное обеспечение, и не все из них умели это делать. Для поддержки педагогов были разработаны пошаговые инструкции по установке различного программного обеспечения. У части обучающихся возникали трудности с установкой необходимой версии программного продукта, т. к. имеющиеся в образовательном учреждении компьютеры не поддерживали данные программы. При таком варианте обучающимся предлагалось установить версии, ниже необходимых. Разный интерфейс и расположение инструментов в различных версиях приложений потребовали дополнительных объяснений во время онлайн-трансляций. Преподаватель показывал возможности разных версий для разных обучающихся. Разные технические возможности учебных компьютеров не позволяли осуществлять полноценную визуализацию полученных моделей. Но этап рендеринга не является необходимым при разработке модели для печати на

принтере. Поэтому данный этап можно пропустить или показать получившийся объект со всеми настройками материалов и освещения, используя компьютер преподавателя. На этапе распечатки готовой модели слушатели испытывали трудности с подключением 3D-принтера. К сожалению, не во всех образовательных организациях есть должность техника, который бы занимался подключением нового оборудования. И возникает психологическая проблема боязни нового оборудования. С распечаткой созданных учителями моделей помогли кванториумы и центры технического творчества, которые по подготовленным для печати файлам распечатали объекты.

Дистанционные технологии привнесли и положительные моменты в процесс обучения. Основным является возможность просмотра записи проведенных уроков в любое время и неограниченное количество раз. Проведение дистанционных занятий в режиме реального времени требует отвлечения от рабочего процесса, и не всегда существует возможность изменить расписание под нужды конкретного педагога. А предоставленные видеоуроки можно просмотреть в любое удобное время. Кроме того, если в процессе выполнения упражнения что-то не получилось, то можно просмотреть фрагмент еще раз и исправить свои ошибки.

Для общения между всеми участниками курсов был создан чат, где они задавали вопросы и обсуждали возникающие проблемы и способы их решения между собой и преподавателями.

При организации курса в смешанном формате часть курса, связанная с освоением печати на трехмерном принтере, была полностью проведена в очном формате. Удаленно педагоги изучали вопросы необходимости слайсера, настроек печати и особенности трехмерных моделей при подготовке к печати.

Курс «Применение технологии 3D-моделирования в образовательном процессе» направлен на формирование следующих компетенций в сфере 3D-технологий: наличие общих представлений о возможностях программ трехмерного моделирования и использования их в педагогической практике; о возможностях 3D-печати.

Большое количество различных программных продуктов, позволяющих создавать трехмерные объекты, приводит к необходимости выбора потенциального продукта для изучения. И этот выбор повлечет за собой возможности для обучения функционалу технологии трехмерного моделирования, а также качество и скорость создания объектов. А зачастую и возможности участия обучающихся в конкурсах и олимпиадах по данному направлению. Поэтому в рамках курсов происходит формирование навыков оценки существующих программных средств по ряду критериев, разумного встраивания их в конструируемую учителем предметную информационную образовательную среду.

Основная часть преподаваемого курса посвящена овладению приемами разработки трехмерных моделей и подготовки их у печати на 3D-принтере. В курс включены задания по использованию геометрических примитивов, сплайнов и полигонов для создания моделей, а также применение различных типов модификаторов.

Большое внимание уделяется и дидактическим возможностям использования данной технологии. Кроме изучения техник по созданию объектов и выполнению упражнений, учителя осваивают продуктивные методы работы: оценивают существующие модели с точки зрения применимости в образовательном процессе, создают сценарии применения моделей в своих уроках, создают свои модели или анимации с учетом специфики преподаваемого предмета. Итоговая работа демонстрирует умение применить трехмерные технологии в учебных предметах, внеурочной проектной или исследовательской деятельности.

Чтобы полностью осознать все возможности новых технологий по использованию их в образовательном процессе, учителям потребуется время для совершенствования навыков моделирования и использования оборудования, а также много экспериментов и творчества. И если потребуется помощь в освоении нового материала, то учителя снова смогут прибегнуть к помощи дистанционного формата образования. Традиционные формы обучения важны для начала освоения программного продукта и его возможностей, когда обучающийся не ориентируется в инструментах. Для дальнейшего продвижения в освоении моделирования возможно использование различных онлайн курсов и обучающих видео.

Список использованных источников и литературы

1. Паспорт национального проекта «ОБРАЗОВАНИЕ» утвержден президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16). – URL: https://minobrnauki.gov.ru/files/NP_Obrazovanie.htm (дата обращения: 21.04.2023).
2. Open-source 3-D printing Technologies for education: Bringing Additive Manufacturing to the Classroom / C. Schelly [et al.]. – 2015. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2015.01.004> (дата обращения: 21.04.2023).

E. A. Mamaeva, Senior Lecturer
Department of Digital Technologies in Education
Vyatka State University

The use of distance learning technologies in teaching 3D modeling to teachers

The process of training teachers in 3D modeling and prototyping technologies as part of advanced training courses is considered. An analysis of the difficulties that arose during distance learning is made and recommendations are given for their elimination. It is proposed to build training in a mixed format, which will exclude a number of emerging problems and improve the quality of training.

Keywords: 3D modeling; 3D printing; teacher training; blended learning.

Е. В. Волменских, старший преподаватель
А. В. Хамуда, старший преподаватель
Кафедра «Английский язык»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Использование СДО «Moodle» при выполнении заданий
по курсу «Профессиональный перевод»
для студентов института «Информатика и вычислительная техника»**

В статье рассматривается использование системы управления обучением LMS Moodle, также известной как виртуальная обучающая среда. Применение данного веб-приложения обусловлено современной тенденцией цифровизации различных сфер жизни и производства, в том числе образования. В рамках данной работы представлен опыт использования цифровой учебной среды Moodle для выполнения лабораторных работ в рамках курса «Профессиональный перевод» для студентов института «Информатика и вычислительная техника» в Ижевском государственном техническом университете имени М. Т. Калашникова. Выделены цели и задачи данного вида работы, затронуты преимущества интерактивных методов обучения.

Ключевые слова: цифровизация; Moodle; смешанное обучение; профессиональный перевод; виртуальная обучающая среда.

Внедрение современных цифровых технологий в различные сферы жизни и производства обуславливают соответствующие тенденции в сфере образования, которые в свою очередь диктуют необходимость использования цифровых технологий в учебном процессе. При этом следует отметить, что цифровизация образования и онлайн-образование – это не одно и то же. Цифровизация образования подразумевает под собой использование различных программ, приложений и других информационных ресурсов для организации электронного обучения как удаленного, так и организованного в учебной аудитории.

Применение цифровых технологий, в первую очередь, нацелено на повышение качества, эффективности учебного процесса. Задачи, решение которых необходимо для достижения цели цифровизации, разнообразны и многочисленны. Е. В. Бушуева выделяет следующие из них [2]:

- 1) развитие материальной инфраструктуры (создание новых каналов связи и устройств для использования новых цифровых материалов в обучении);
- 2) внедрение цифровых программ (проведение контроля над усвоенным учениками материалом с помощью компьютера – организация онлайн-тестирований);
- 3) развитие онлайн-обучения;
- 4) разработка новейших систем управления образованием (это обеспечит гибкость обучения);
- 5) развитие системы универсальной идентификации учащегося;
- 6) создание с помощью технологий модели идеальной школы и стремление к ней;
- 7) повышение навыков преподавательского состава в сфере цифровых технологий, повышение их квалификации.

В статье Н. В. Никулиной и В. Б. Стариченко рассматривается важность вышеупомянутых процессов: «Правительством РФ утвержден паспорт проекта „Современная цифровая образовательная среда“ направленный на создание условий для системного повышения качества, расширения возможностей непрерывного образования. Проект будет реализован за счет цифрового образовательного пространства, доступности онлайн-обучения и направлен на возможность организации смешанного обучения, выстраивания индивидуальных образова-

тельных маршрутов обучения, самообразование, семейное и неформальное образование. Цифровизация преобразует социальную парадигму жизнедеятельности людей, открывает возможности получения и совершенствования знаний, расширения кругозора. Цифровые технологии в современном мире – это не только инструмент, а среда существования, которая открывает новые возможности: обучение в любое удобное время, непрерывное образование, возможность проектировать индивидуальные образовательные маршруты, из потребителей электронных ресурсов стать создателями» [6].

Одной из технологий, которые используются для цифровизации высшего образования в России, является программное обеспечение *Moodle*, так же известное как система управления обучением или виртуальная обучающая среда. Название данного веб-приложения представляет собой аббревиатуру от англ. *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда). «Внедрение *LMS Moodle* в учебный процесс предусматривает, прежде всего, включение электронного курса как равноправного элемента в структуру учебного процесса. В свою очередь, эта равноправность предусматривает не логику „основное содержание“ – „дополнение к основному содержанию“, а распределение содержания между офлайн- и онлайн-частью обучения таким образом, чтобы как можно эффективнее решать задачи курса» [7].

Использование информационно-коммуникативных технологий в учебном процессе увеличивает возможности постановки практических заданий и управления качеством их выполнения. Разнообразные цифровые образовательные ресурсы позволяют значительно изменить контроль деятельности студентов, обеспечивая при этом гибкость управления учебным процессом. М. Ю. Глотова и Е. А. Самохвалова отмечают «возможность постоянного контроля хода тестирования: анализируя средний балл и время, затрачиваемое на прохождение теста, количество студентов, справившихся с тестом, полученные результаты; выявлять наиболее трудные для студентов темы и разделы, просматривать наиболее типичные ошибки, допускаемые студентами» [4].

Изменяется содержание деятельности преподавателя. Он становится разработчиком новой технологии обучения, что, с одной стороны, повышает его творческую активность, а с другой – требует высокого уровня технологической и методической подготовленности. «В настоящее время преподаватели активно занимаются разработкой информационных технологий обучения и программно-методических учебных комплектов, их применение при практическом овладении языком в образовательном процессе помогает реализовать принципы личностно-ориентированного подхода в обучении. «В процессе обучения иностранным языкам все чаще стали применяться информационно-цифровые технологии, которые являются одним из наиболее доступных методов освоения профессиональной лексики, они могут активно мотивировать студентов на самообразовательную деятельность, обработку и анализ требуемой информации, что способствует развитию социокультурной, коммуникативной и информационной компетенции студентов» [3].

На сегодняшний день чаще используется так называемый интеграционный этап преподавания иностранных языков, который характеризуется более широким использованием преподавателями возможностей информационно-коммуникационных технологий, необходимостью решения психолого-педагогических задач применения компьютерных средств в учебном процессе на основе соблюдения баланса между лучшими методами традиционного обучения и информационными технологиями с целью формирования дидактически целесообразной информационной образовательной среды.

Вопрос соотношения онлайн- и офлайн-элементов структуры учебного процесса, представленных информационными технологиями обучения и традиционным методическим обеспечением соответственно, является одним из ключевых при планировании занятий с использованием цифровых технологий. Е. И. Архипова и А. И. Архипова в своей работе рассматривают вариации смешанного обучения, в частности применение гибридных образовательных технологий в техническом вузе. Авторы выделяют несколько моделей гибридного обучения в иноязычной подготовке, в том числе модель чередования, смену рабочих зон, при

внедрении которой «очное и онлайн-обучение чередуются: сначала обучающиеся осваивают материал самостоятельно через интернет-ресурсы или электронный курс, затем вместе с преподавателем в аудитории, и наоборот» [1]. Именно эта модель была применена при разработке преподавателями кафедры английского языка ИжГТУ имени М. Т. Калашникова лабораторных компьютерных работ по курсу «Профессиональный перевод» для студентов института информатики и вычислительной техники.

Основная цель данного вида работы заключается в том, чтобы мотивировать студентов на практическое применение английского языка в своей профессиональной деятельности, использование интерактивных методов обучения и активизации профессиональной лексики.

Задачи лабораторной работы были поставлены следующие:

- самообразование и самоконтроль;
- нестандартный подход к изучению профессиональной лексики;
- повышение мотивации (предоставление результатов работы с последующим анализом);
- представить изучаемый материал во всех аспектах языка (*listening, reading, grammar, watching, writing*).

На платформе *Moodle* представлены основные темы курса «Профессиональный перевод». Это позволяет студентам в течение семестра изучить лексику по теме, активно проработать ее в различных видах упражнений, сочетая классический подход к заданиям с интерактивным. На сегодняшний день исследования отмечают, что «изучение иностранных языков является наиболее эффективным, если оно происходит одновременно с их профессиональным образованием, развитием концептуального мышления» [5].

Работа с базовым текстом по специальности подразумевает задания по всем этапам: *pre-reading, while-reading and post-reading*. В процессе выполнения заданий по основному тексту студенты имеют возможность проработать лексический материал по профессиональной тематике в различных вариантах, закрепить полученные знания, проверив их в форме тестов и творческих заданий (кроссворд). Одним из главных моментов выполнения работы является развитие навыков аудирования на определение главной идеи и извлечение деталей прослушанного текста и просмотренного видеоматериала.

Студенты с профессиональной заинтересованностью изучали тематику курса, представленную в виде различных нестандартных заданий, выполнение которых требовало не просто знания лексического материала, но необходимо было проявить логику, креативность и знания компьютерных технологий.

Анализ выполнения лабораторных работ показал, что данный способ изучения иностранного языка значительно улучшает усвоение лексического материала студентами, дает хороший стимул и мотивацию. Если в профессиональной деятельности современного преподавателя наряду с традиционными будут широко применяться инновационные образовательные технологии, то это позволит эффективно реализовать компетентностный, практико-ориентированный и профессионально-личностный подходы.

Проведение подобных лабораторных работ формирует знания, умения, навыки и уверенность будущего специалиста в информационном пространстве, что в итоге приведет к формированию профессиональной компетенции на основе иноязычного материала и развитию языковой коммуникативной компетенции, необходимой для профессиональной деятельности. Кроме того, обеспечивается актуализация базовых и продвинутых знаний, умений и навыков студентов в области иностранного языка, начиная с правописания слов, их произношения, знания лексики как базовой, так и профессиональной.

Практика показывает, что, с одной стороны, использование современных компьютерных технологий позволяет не только изменить отношение студентов к самостоятельной работе по изучению иностранного языка, но и повысить качество и эффективность ее выполнения через мотивационные и стимулирующие характеристики. С другой стороны, разработка материалов для самостоятельной работы студентов в системе *Moodle* разного уровня с учетом интересов, самопознания и самоконтроля также является привлекательной для студента.

В дальнейшем планируется разработка лабораторных работ по курсу «Профессиональный перевод» и для студентов других направлений профессиональной подготовки.

Таким образом, для успешной организации учебной деятельности необходима комбинация репродуктивных, реконструктивных и творческих заданий, разрабатываемых преподавателем и выполняемых студентами в процессе их взаимодействия, с одной стороны, наряду с применением различных цифровых программ – с другой. Данный режим обучения делает возможным развитие и саморазвитие студентов, повышает их мотивацию в плане изучения иностранного языка и в дальнейшем его применение в профессиональной деятельности.

Список использованных источников и литературы

1. *Архипова, А. И.* Обучение иностранному языку с применением гибридных образовательных технологий в техническом вузе / А. И. Архипова, Е. И. Архипова ; отв. ред. К. Ю. Петухов // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2022. – 304 с. – С. 279–285.

2. *Бушуева, Е. В.* Зачем нужна цифровизация образования: понятие и задачи цифровизации // Педагогика, психология, общество: от теории к практике : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Чебоксары : Изд. дом «Среда», 2022. – 288 с. – С. 80–82.

3. *Волменских, Е. В.* Применение инновационных цифровых технологий как способ активизации самостоятельной работы студентов при изучении иностранного языка / Е. В. Волменских, Т. Ю. Репина, К. Д. Сомова // Вызовы современного мира в рамках социально-гуманитарного знания : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2023. – С. 127–130.

4. *Глотова, М. Ю.* Организация, поддержка и контроль образовательного процесса при преподавании в высшей школе на базе СДО Moodle / М. Ю. Глотова, Е. А. Самохвалова // Преподаватель XXI век. – 2012. – № 4-1. – С. 15–23.

5. *Крылов, Э. Г.* Обучение студентов инженерных специальностей английскому языку как языку профессии: интегративный подход / Э. Г. Крылов, Л. П. Халяпина, Е. И. Архипова // Язык и культура. – 2021. – № 54. – С. 203–223.

6. *Никулина, Н. В.* Информатизация и цифровизация образования: понятие, технологии, управление / Н. В. Никулина, В. Б. Стариченко // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 8. – С. 107–113.

7. Возможности совершенствования учебного процесса с использованием LMS Moodle / О. Г. Смолянинова [и др.] // Современный ученый. – 2019. – № 5. – С. 116–121.

E. V. Volmenskikh, Senior Lecturer
A. V. Hamouda, Senior Lecturer
English Department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Using Moodle while doing tasks of Professional Translation for students of the Institute of Informatics and Computer Engineering

The article discusses the use of the learning management system Moodle, also known as a virtual learning environment. The use of this web application is due to the modern trend of digitalization of various areas of life and production, including education. This work presents the experience of using the Moodle digital learning environment to perform laboratory sessions as part of the Professional Translation discipline for students of the Institute of Informatics and Computer Engineering at the Kalashnikov Izhevsk State Technical University. The goals and objectives of this type of work are highlighted; the advantages of interactive teaching methods are touched upon.

Keywords: digitalization; Moodle; blended learning; professional translation; virtual learning environment.

Е. А. Крючкова, студент
Кафедра «Физика, информационные технологии и методики обучения»
Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева

Использование сервиса Quizlet как средства реализации практико-ориентированных заданий в школьном курсе информатики

Цифровые технологии активно используются в профессиональной деятельности педагога. С их помощью повышается эффективность образовательных процессов, качество образовательных услуг и других параметров системы образования. Прогресс в сфере использования цифровых технологий в школах осуществляется с большой интенсивностью и приводит к развитию всего образовательного процесса. В статье рассмотрен актуальный сервис Quizlet для использования в деятельности педагога и повышения качества образовательного процесса. Выявлена практическая польза вышеуказанного сервиса в процессе обучения информатике, изложена его многофункциональность, наиболее эффективные варианты использования. В статье перечислены основные возможности сервиса Quizlet для обеспечения самостоятельной работы учеников как на уроках, так и во внеурочной деятельности, представлены разнообразные типы заданий для групповой и парной работы обучающихся, выделены достоинства и недостатки данного сервиса.

Ключевые слова: цифровизация; образование; цифровые технологии; электронные приложения; сервис Quizlet; учебный модуль; алгоритм; операторы C++; приложения; информатика.

В эпоху цифровизации обучения особую важность приобретает подбор и внедрение адекватных образовательных инструментов, которые могли бы эффективно удовлетворять потребности всех участников образовательного процесса [6]. Цифровизация обучения изначально воспринималась традиционными образовательными системами как вызов, и преподавание информатики в школе не было исключением. На сегодняшний день цифровизация значительно облегчила процесс обучения информатике [5].

В процессе изучения информатики ученики сталкиваются с такими сложностями, как эффективное запоминание операторов разных языков программирования.

В настоящее время разработан целый ряд мобильных приложений, которые активно внедряются в образовательный процесс и решают задачу эффективного усвоения новой информации. Среди наиболее актуальных электронных приложений и сервисов для запоминания и изучения различного рода информации особое место занимает *Quizlet* и заслуживает отдельного рассмотрения [1]. *Quizlet* – это сервис для быстрого создания тренажеров, которые помогут запомнить любой материал разными способами (на слух, написание и т. д.). Для этого мы добавляем в *Quizlet* слова, которые хотим потренировать, и картинки к ним для лучшего запоминания.

Данным сервисом пользуются более 60 млн человек ежемесячно, из которых 90 % отмечают, что с момента установки мобильного приложения *Quizlet* количество усвоенного материала значительно увеличилось, а успеваемость в образовательных учреждениях улучшилась [2]. Сервис функционирует в виде бесплатно скачиваемого мобильного приложения, совместимого с операционными системами *Android* и *iOS*, и компьютерного онлайн-приложения. После регистрации все данные, курсы и наборы учебных карточек синхронизируются на любом устройстве, с которого будут осуществлены дальнейшие входы через адрес электронной почты или логин и придуманный пользователем пароль.

Сервис *Quizlet* имеет бесплатную и платную версии. Бесплатная версия предлагает широкий спектр заданий, направленных на запоминание новой лексики, в связи с чем необходимость приобрести исключительно платную версию отсутствует. В *Quizlet* можно отправлять ученикам ссылку на курс, либо они сами могут найти его по имени преподавателя [3].

В *Quizlet* существует семь разных способов работы: пять учебных режимов и две игры.

1. В режиме *карточки* ученики видят все карточки, переворачивают их, чтобы повторять термины и определения.

2. В режиме *заучивания* будет создан индивидуальный план обучения, основанный на овладении материалом модуля. Чтобы завершить этап, необходимо правильно ответить на каждый вопрос дважды. По завершении каждого этапа все термины будут сгруппированы по уровню овладения ими: «знакомые» означает, что ученик ответил правильно один раз, а «усвоенные» – два раза [8].

3. В режиме *письма* будет дано определение или картинка термина и оцениваться, насколько хорошо ученик знает материал и делает ли ошибки в написании. Когда ученик заканчивает первый этап, режим письма начнет второй, в котором будут использоваться вопросы, на которые было отвечено неправильно в первом этапе. Чтобы завершить этап режима письма и просмотреть свои результаты, необходимо правильно ответить на каждый вопрос дважды [4].

4. В режиме *правописание* надо прописать услышанное.

5. В режиме *тестирования* автоматически создаются разные варианты тестов.

6. В игре *подбор* ученики подбирают правильные термины к определениям как можно быстрее и соревнуются на время друг с другом.

7. В игре *гравитация* ученики должны дать правильные ответы.

Как же создавать карточки?

Для входа в сервис необходимо зарегистрироваться или произвести вход через *Google* или *Facebook*.

Необходимо ввести название модуля, затем ввести термины и определения. Можно изменить настройки видимости (видно всем пользователям *Quizlet*/определенным курсам/участникам с паролем/только создателю модуля) и редактирования (редактируется только создателем модуля/определенным курсам/участникам с паролем). К каждому термину автоматически предлагается определение и соответствующая картинка (в бесплатной версии невозможно загружать свои картинки).

Порядок создания учебных карточек представлен на рис. 1–5.

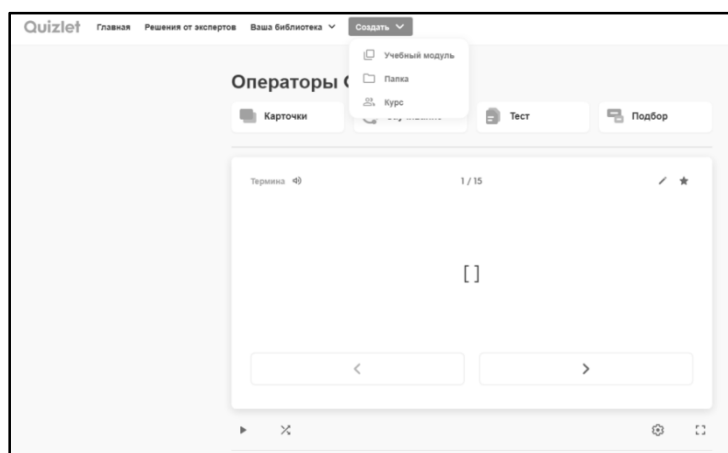


Рис. 1. Шаг 1. Создание учебного модуля

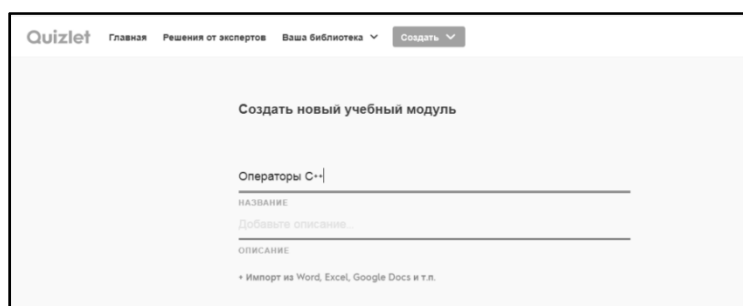


Рис. 2. Шаг 2. Название учебного модуля

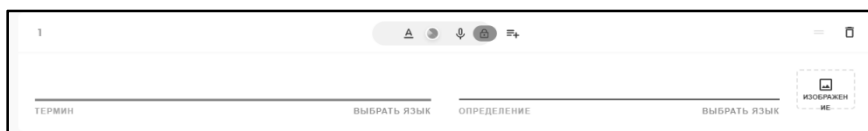


Рис. 3. Шаг 3. Введение термина и определения

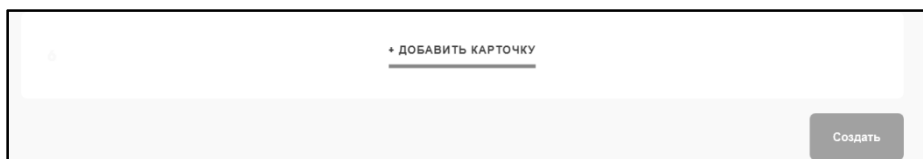


Рис. 4. Шаг 4. Добавление дополнительной карточки

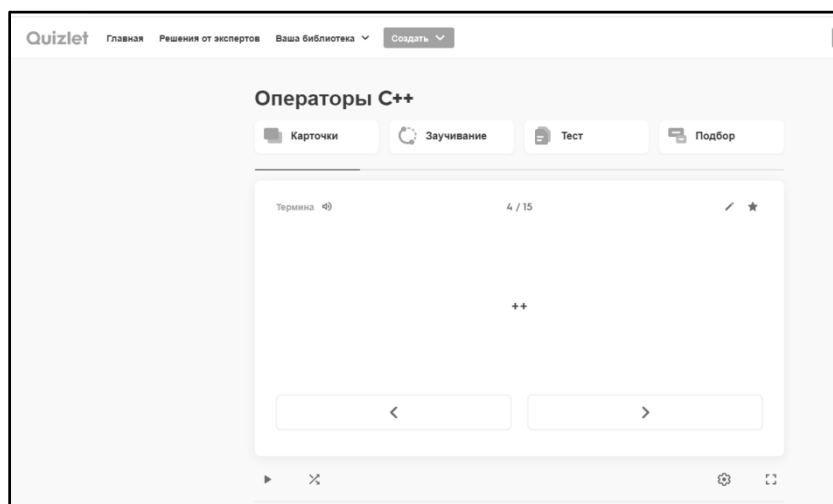


Рис. 5. Шаг 5. Результат создания учебного модуля

С использованием данного алгоритма был разработан учебный модуль «Операторы C++», который можно посмотреть, пройдя по ссылке: https://quizlet.com/_cfvvv2?x=1jqt&i=3q8j4b

Открывая ссылку, мы переходим на главную страницу с карточками. Всего 15 карточек для запоминания операторов. Лицевая сторона карточки состоит из термина (рис. 6), нажав в любое место карточки, она перевернется и появится оборотная сторона карточки (рис. 7).

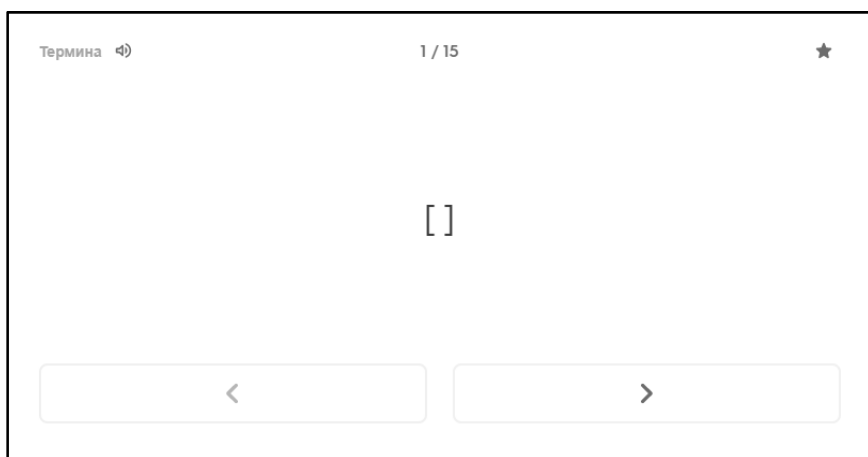


Рис. 6. Лицевая сторона карточки

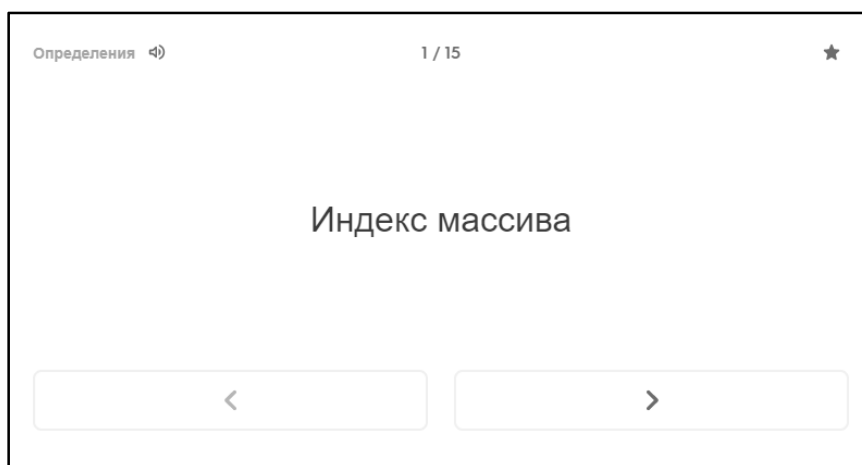


Рис. 7. Обратная сторона карточки

Данный модуль был разработан для использования на этапе запоминания операторов языка программирования С++, которые необходимы для управления процессом выполнения программы. Язык программирования С++ богат встроенными операторами и включает в себя следующие типы:

1. Арифметические операторы.
2. Реляционные операторы.
3. Логические операторы.
4. Побитовые операторы.
5. Операторы присваивания.
6. Другие операторы.

Без знаний операторов не получится написать программу. *Quizlet* поможет запомнить операторы без каких-либо сложностей. Так, например, преподаватель может объединить обучающихся в пары, задать режим «карточки» для работы и предложить одному человеку в паре составлять вопросы с выпадающими словами и выражениями, а другому – отвечать на них. Это задание можно выполнять по очереди, чтобы каждый обучающийся попробовал себя в качестве опрашивающего и опрашиваемого [7]. Оно способствует закреплению навыков по информатике (например, в теме «Операторы С++»).

Мобильный сервис *Quizlet* обладает рядом неоспоримых преимуществ:

1. Удобный и понятный интерфейс, легкий способ запоминания слов и оборотов, можно легко упростить и усложнить одну и ту же задачу.
2. Возрастная адаптация. Даже самые маленькие ученики с интересом соревнуются друг с другом (дети достаточно быстро осваивают программу и вполне осознанно используют ее).
3. Экономия времени (за небольшой временной период удается прочно запомнить и закрепить нужный материал).

Сервис подходит для всех видов работы: индивидуальной, парной, групповой и фронтальной. Его можно использовать как вспомогательный образовательный инструмент вне учебной аудитории и непосредственно на занятии [10]. Он создает оптимальные условия для самостоятельной работы учеников, отслеживая их прогресс и автоматически определяя наиболее сложные термины, объединяя их в отдельную «контрольную» группу, которая будет проверяться чаще с целью лучшего усвоения [9].

Что касается недостатков сервиса, главным из них является отсутствие автоматического исправления орфографических ошибок и программирование всего лишь одного верного ответа [11]. Любое отступление от внесенного в учебную карточку ответа воспринимается как ошибка, хотя может ей и не являться. Соблюдая вышеуказанные рекомендации, можно эффективно внедрить *Quizlet* в процесс преподавания как информатики, так и других школьных дисциплин и повысить качество усвоения определения терминов обучающимися.

Список использованных источников и литературы

1. Аксютин, А. А. Информационные технологии в образовании и науке / А. А. Аксютин, А. А. Вицен, Ж. В. Мекшенева // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 11. – С. 50–52.
2. Алиева, Э. Ф. Цифровая переподготовка: обучение руководителей образовательных организаций / Э. Ф. Алиева [и др.] // Образовательная политика. – 2020. – № 1 (81). – С. 54–61.
3. Антонова, Д. А. Цифровая трансформация системы образования. Проектирование ресурсов для современной цифровой учебной среды как одно из ее основных направлений / Д. А. Антонова, Е. В. Оспенникова, Е. В. Спирин // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании. – 2018. – № 14. – С. 5–37.
4. Бузык, С. В. «Цифровое» поколение в образовательной системе российского региона: проблемы и пути решения // Открытое образование. – 2019. – № 1. – С. 27–33.
5. Дидактическая концепция цифрового профессионального образования и обучения / П. Н. Биленко [и др.] ; под науч. ред. В. И. Блинова. – Москва : Перо, 2019. – 98 с.
6. Маниковская, М. А. Цифровизация образования: вызовы традиционным нормам и принципам морали // Власть и управление на Востоке России. – 2019. – № 2 (87). – С. 100–106.
7. Морозов, А. В. Профессионализм учителя как важнейший ресурс и детерминанта качества педагогической деятельности в условиях цифровой образовательной среды / А. В. Морозов, Л. Н. Самборская // Казанский педагогический журнал. – 2018. – № 6 (131). – С. 43–48.
8. Мухин, О. И. Формирование таланта в эпоху цифровизации. Модель обучения одаренных и талантливых учащихся / О. И. Мухин // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании. – 2017. – № 13. – С. 19–33.
9. Уваров, А. Ю. На пути к цифровой трансформации школы. – Москва : Образование и информатика, 2018. – 120 с.
10. Легко осваивайте сложные предметы с помощью карточек и пробных тестов [Учебные средства и карточки] // Quizlet. – URL: <https://quizlet.com/ru> (дата обращения: 10.10.2023).
11. Формирование цифровой грамотности обучающихся : метод. рекоменд. для работников образования в рамках реализации федерального проекта «Цифровая образовательная среда» / авт.-сост. М. В. Кузьмина и др. – Киров : ИРО Кировской области, 2019. – 47 с.

E. A. Kryuchkova, Student

Department of Physics, Information Technologies and Teaching Methods
Mordovia State Pedagogical University named after M. E. Evseyev

Using the Quizlet service as a means of implementing practice-oriented tasks in a school computer science course

Digital technologies are actively used in the professional activity of a teacher. With their help, the efficiency of educational processes, the quality of educational services and other parameters of the education system are increased. Progress in the use of digital technologies in schools is carried out with great intensity and leads to the development of the entire educational process. This article discusses the current Quizlet service for use in the activities of a teacher and to improve the quality of the educational process. The practical use of the above-mentioned service in the process of teaching computer science is revealed, its multifunctionality, the most effective options for its use are outlined. The article lists the main features of the Quizlet service to ensure independent work of students both in the classroom and in extracurricular activities, presents various types of tasks for group and pair work of students, and highlights the advantages and disadvantages of this service.

Keywords: digitalization; education; digital technologies; electronic applications; Quizlet service; training module; algorithm; C++ operators; applications; computer science.

А. А. Пузенцова, студент
Кафедра «Химия, технологии и методики обучения»
Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева, г. Саранск

Использование онлайн-ресурсов для организации занимательности в пропедевтическом курсе информатики

В статье представлены методические рекомендации по использованию онлайн-ресурсов для организации занимательности в пропедевтическом курсе информатики. Основу этих рекомендаций составляют специально подобранные упражнения с использованием задач-рисунков, логических задач, задач-шутков, ребусов, а также представлен конспект урока информатики для 6-го класса с элементами занимательности.

Ключевые слова: занимательность; пропедевтический курс информатики; онлайн-ресурс; задачи-рисунки; логические задачи; задачи-шутки; ребусы; конспект; методические рекомендации; упражнение.

Учитель должен учитывать все возрастные особенности детей, которых он учит. Пятиклассник и шестиклассник активно интересуются собственным миром и оценкой самого себя. Дети в таком возрасте очень часто отвлекаются от учебного процесса в школе, почти не реагируют на замечания учителя, ведут себя вызывающе, агрессивны, капризничают, раздражаются. Детей на уроках нужно занять тем, что им будет интересно.

Один из способов вовлечения обучаемых в учебную деятельность – это включение в обучение занимательностью.

Переходя из начальной школы в среднюю, обучающиеся сталкиваются с трудностями в освоении знаний в более абстрактной, научной форме. Занимательность является эффективным способом обучения информатике в пропедевтическом курсе, она способствует установлению более комфортных условий перехода обучающихся из младших классов в средние.

Если разработать методику использования занимательных задач по информатике, обосновать ее эффективность и внедрить в образовательную деятельность, то мотивация у учащихся к изучению данного предмета повысится.

В обучении информатике часто используются разнообразные занимательные формы: задачи-шутки, задачи, ребусы, кроссворды, игры, головоломки и т. д.

Что такое занимательность? Занимательность – это вовлечение учащихся разными дидактическими средствами, играми, головоломками, ребусами, в образовательный процесс. Занимательность оживляет процесс обучения, способствует развитию интеллектуальных и творческих способностей, познавательных интересов.

Занимательность вызывают удивление за счет следующих элементов:

- необычность;
- интерес;
- вовлеченность;
- удивление.

Среди многообразия задач особо выделяются несколько типов, применяемых в обучении информатике: задачи-рисунки, логические задачи, задачи-шутки, загадки, ребусы.

Рассмотрим методику работы над некоторыми из них.

Логические задачи – это задачи, требующие умения проводить доказательные рассуждения, анализировать.

Пример 1

На улице, став в кружок, беседуют 4 девочки: Соня, Тоня, Света, Вика. Девочка в желтом платье (не Соня и не Тоня) стоит между девочкой в красном платье и Викой. Девочка в черном платье стоит между девочкой в оранжевом платье и Тоней. Какое платье носит каждая девочка? [1].

Объясним эту задачу.

Нам известно, что девочка в желтом платье стоит между девочкой в красном и Викой:

Девочка в черном платье стоит между девочкой в оранжевом платье и Тоней. У нас осталось два свободных места для платья. Поскольку девочка в черном должна быть между Тоней, которая не носит желтый, и девочкой в оранжевом, получается, что Тоня – в красном, а Вика – в оранжевом.

Девочка в желтом платье не Соня и не Тоня, т. к. она стоит между девочкой в красном платье и Викой, то она и не Вика. Получается, что в желтом платье была Света.

Предположим, что у Вики черное платье, тогда она стоит между Светой и девочкой в оранжевом платье, а по условию она стоит между Тоней и девочкой в оранжевом, значит, у Вики оранжевое платье.

У Тони – красное платье, а между Викой и Тоней стоит Соня в черном платье. Получаем, на Соне черное платье, на Тоне – красное, на Вике – оранжевое, на Свете – желтое.

Загадки – это один из способов описания объекта. Любой объект можно описать при помощи слов. Одни загадки описывают свойства объекта (какой он). Например: «Сам алый, сахарный, а кафтан зеленый, бархатный». В этой загадке выбраны наиболее яркие свойства объекта, поэтому любой человек безошибочно определит его – это арбуз. [1].

Как научить ребенка отгадывать загадки?

Детей следует учить сознательно отгадывать загадки, понимать их содержание, искать пути решения, а также объяснять и доказывать правильность своего ответа.

Чтобы отгадать загадку, нужно вспомнить все термины, признаки того самого предмета или существа. Чем больше признаков будет выявлено в загадке, тем легче сопоставить и объединить эти признаки, установить между ними возможные связи и сделать правильный вывод, т. е. определить отгадку. Если ребенку трудно отгадать загадку, не спешите сообщать разгадку. Дайте время подумать, иначе интерес к ним угаснет [1].

Пример 2

Это пластинка. Она небольшая.

На ней сохранится картинка любая,

И информация разная тоже

На эту пластинку записывать можно.

Объем небольшой сохранится на ней.

Захочешь считать, в дисковод вставь скорей.

Зимой одним цветом и летом.

Конечно же, это... (*дискета*) [1].

Отгадывание загадок оттачивает и дисциплинирует ум, приучая детей к четкой логике, к рассуждению и доказательству. Разгадывание загадок развивает способность к анализу, обобщению, формирует умение самостоятельно делать выводы, умозаключения.

Нужно объяснить ребенку, что в загадке важно все, нельзя пропустить ни одного слова. После того, как ребенок нашел ответ, надо выяснить, как он это сделал, почему именно так решил. Такие вопросы учат малыша рассуждать, объяснять, доказывать, а родителю дают возможность узнать ход его мыслей и при необходимости подкорректировать выводы.

Внимание ребенка необходимо сосредоточить на тематике загадки и явно ее озвучить, например, виды транспорта, части тела, животные и насекомые и т. п.

Ребус – шифровка одного или несколько слов при помощи цифр, символов, букв, точек, пробелов и т. д (рис. 1).

При работе за компьютером не нужно забывать о необходимости регулярно устраивать перерывы, чтобы дать отдохнуть глазам. В такие моменты можно предложить ребусы по информатике, совместив полезное с приятным. Придется даже выполнить математические

действия – отнять буквы, помеченные запятыми, сложить полученные слоги между собой, заменить зачеркнутые символы на указанные рядом [2].



Рис. 1. Ребус

Как же разгадать ребус:

- ребус читается слева направо, либо сверху вниз;
- знаки препинания и пробелы не учитываются;
- любая картинка или символ в шифровке имеют значение;
- слова состоят только в именительном падеже.

Есть множество онлайн-ресурсов для создания ребусов, приведем пример одного из них – это генератор ребусов (рис. 2) [3].

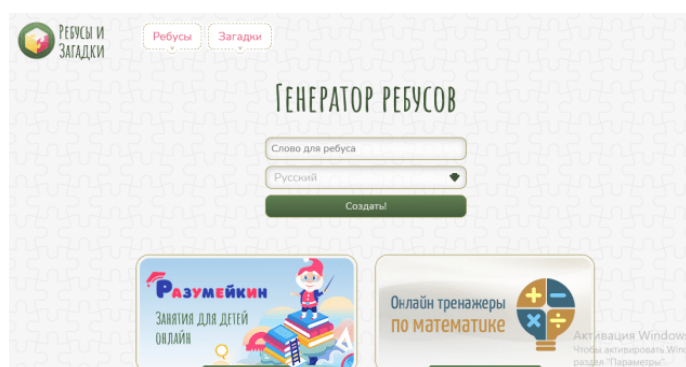


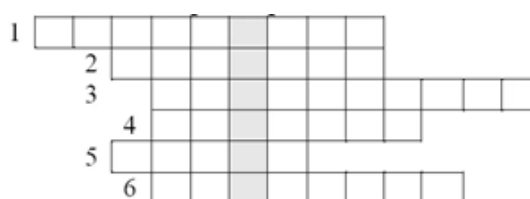
Рис. 2. Генератор ребусов

На этом онлайн-ресурсе можно создать ребус на любое ваше слово. Нужно ввести в строку слово, которое вам нужно, выбрать язык и нажать «Создать». И вот наш ребус, к примеру, со словом «компьютер» готов (рис. 3).



Рис. 3. Ребус на слово «компьютер»

Кроссворд – игра, состоящая в разгадывании слов по определениям. К каждому слову дается текстовое определение, в описательной или вопросительной форме (рис. 5).



1. Устройство в компьютере для обработки информации;
2. Съёмное устройство для хранения информации;
3. Устройство для ввода информации;
4. Устройство для вывода информации;
5. Устройство для преобразования информации;
6. Расходная часть принтера.

Рис. 4. Кроссворд

Есть множество онлайн-ресурсов для создания кроссвордов, приведем пример одного из них – это *CrossMaker*. Создай свой кроссворд онлайн (рис. 5) [4].



Рис. 5. Страница сайта, на котором можно создать свой кроссворд

В этом онлайн-ресурсе можно создать любой кроссворд. Нужно ввести в строку слова, которые вам нужны и нажать «Создать кроссворд». И вот, наш кроссворд готов!

Интерактивные упражнения – это творческие учебные задания. Они требуют не простого воспроизводства информации от учеников, но они содержат большой или меньший элемент неизвестности и имеют, как правило, несколько подходов [2].

Например, ресурс LearningApps.org [5].

LearningApps.org – это очень удобное приложение для создания мультимедийных интерактивных учебных материалов. Этот онлайн-конструктор предназначен для разработки

интерактивных заданий по разным предметным дисциплинам и применения на уроках и во внеклассной работе (рис. 6).

На рис. 6 представлено интерактивное упражнение в *LearningApps.org* под названием «Клавиатура». Учащиеся соотносят клавишу компьютера с ее обозначением.



Рис. 6. Упражнение в онлайн-конструкторе под названием «Клавиатура»

Рассмотрим особенности применения интерактивного упражнения *LearningApps.org* на уроке в 6-м классе. Разработаем конспект урока по теме «Текстовые документы и технологии их создания». Онлайн-платформа *LearningApps.org* из учебника «Информатика» Л. Л. Босовой [6].

Тип разрабатываемого урока: урок открытия нового знания.

Продолжительность урока: 45 минут.

Цель разрабатываемого урока: сформировать представление о текстовых документах и технологии их создания, сформировать у обучающихся представление об интерактивной онлайн-площадке *LearningApps.org*.

Урок будет состоять из девяти этапов. Этапы урока, их длительность, виды работы, формы, методы, приемы и деятельность учителя на каждом этапе будут следующими:

1. Организационный момент (2 мин.). Самоопределение к деятельности. Фронтальная беседа. Учитель приветствует учащихся, отмечает отсутствующих, проверяет готовность к уроку. Идет подготовка класса к работе, учитель создает мотивацию успеха, напоминает обучающимся о правилах техники безопасности в компьютерном классе.

2. Постановка цели и задач урока. Мотивация учебной деятельности учащихся (3 мин.). Фронтальная беседа. Проблемная ситуация. Учитель беседует с учащимися, работает с презентацией.

3. Актуализация знаний (6 мин.). Фронтальная беседа. Парная работа. Проводит актуализацию знаний учащихся. Дает для выполнения номера из рабочей тетради, чтобы освежить уже имеющиеся в памяти школьников знания, необходимые для понимания новой темы урока.

4. Первичное усвоение новых знаний (14 мин.). Фронтальная беседа. Анализ, осмысление понятий. Конспектирование. Учитель работает с презентацией, сообщая учащимся теоретические сведения в рамках темы урока. Задает вопросы, мотивирует познавательную деятельность учащихся.

5. Физкультминутка (1 мин.). Фронтальная, коллективная разминка. Учитель проводит физкультминутку с обучающимися, тем самым реализуя здоровьесберегающую технологию урока, способствуя смене видов деятельности учащихся.

6. Первичная проверка понимания (13 мин.). Фронтальная беседа. Практическая работа. Учитель беседует с обучающимися, задает им вопросы по уже рассмотренному на уроке теоретическому материалу.

7. Первичное закрепление (3 мин.). Выполнение интерактивного задания. Учитель осуществляет контроль усвоения знаний учащимися с помощью задания, подготовленного с использованием *LearningApps*.

8. Информация о домашнем задании, инструктаж по его выполнению (1 мин.). Беседа. Инструктирование по выполнению домашнего задания. Учитель сообщает информацию о домашней работе (выводит на экран слайд с домашним заданием, комментируя его), инструктирует учащихся по выполнению домашней работы.

9. Рефлексия (подведение итогов занятия) (2 мин.). Фронтальная беседа, мотивация к дальнейшей работе. Контрольно-оценочная деятельность. Учитель проводит рефлексию. Предлагает учащимся дополнить предложения, высказать то, что они ощутили на уроке, поделиться своими впечатлениями от урока, мнениями, оценить свою работу на уроке.

Необходимое оборудование: персональный компьютер (ПК) учителя, персональные компьютеры (ПК) обучающихся, мультимедийный проектор, экран, онлайн-платформа *LearningApps.org*.

Список использованных источников и литературы

1. Юнусова, М. С. Методика преподавания курса «Информатика и информационные технологии» // Теория и практика образования в современном мире : материалы II Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, ноябрь 2012 г.). – Санкт-Петербург : Реноме, 2012. – С. 203–204.

2. Богданова, М. В. Инновационный подход в обучении информатике как основа формирования профессиональной информационно-технологической компетентности специалиста / М. В. Богданова, М. С. Евдокимов, А. С. Юрченко // Молодой ученый. – 2014. – № 7 (66). – С. 30–32.

3. Генератор ребусов // Ребусы и загадки. – URL: <https://rebuskids.ru/create-rebus> (дата обращения: 10.10.2023).

4. CrossMaker. Создай свой кроссворд онлайн // CrossMaker. – URL: <https://crossmaker.ru/> (дата обращения: 10.10.2023).

5. LearningApps.org : сайт. – URL: <https://learningapps.org/> (дата обращения: 10.10.2023).

6. Босова, Л. Л. Информатика : учебник для 6 класса / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова. – Москва : Бином, 2013. – 215 с.

A. A. Puzentsova, Student

Department of Chemistry, Technology and Teaching Methods
M. E. Evseviev Mordovian State Pedagogical University, Saransk

Using online resources to organize entertainment in a propaedeutic computer science course

This article presents methodological recommendations on the use of online resources for the organization of entertainment in the propaedeutic course of computer science. The basis of these recommendations are specially selected exercises using drawing problems, logic problems, joke problems, puzzles, and also a summary of a computer science lesson for the 6th grade with elements of entertainment is presented.

Keywords: entertaining; propaedeutic computer science course; online resource; drawing tasks; logical tasks; joke tasks; puzzles; summary; methodological recommendations; exercise.

Раздел 4
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 004.056
ГРНТИ 81.93.29

А. Л. Железкова, студент
М. Д. Старкова, студент
Е. Ф. Стукалина, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Защита информации в компьютеризированных системах»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Защита персональных данных по-новому с 2022 года

В 2022 г. произошли значительные изменения в Федеральном законе «О персональных данных». Статья посвящена анализу и реализации ключевых изменений на примере конкретных предприятий.

Ключевые слова: персональные данные (ПДн); оператор персональных данных; субъект персональных данных.

В 2022 г произошли значительные изменения в Федеральном законе № 152-ФЗ «О персональных данных». Внесенные изменения коснулись большого количества операторов персональных данных (ПДн), субъектов ПДн и регулятора в данной области, а именно Роскомнадзора (РКН).

Ключевые изменения в законе затронули:

- условия обработки ПДн;
- трансграничную передачу;
- права субъектов ПДн на доступ к их персональным данным;
- меры, направленные на выполнение оператором обязанностей, предусмотренных 152-ФЗ;
- меры по обеспечению безопасности ПДн при их обработке;
- обязанности оператора при обращении к нему субъекта ПДн;
- обязанности оператора при нарушении законодательства в области обработки ПДн;
- уведомление об обработке ПДн.

Для анализа введенных изменений рассмотрим два условных предприятия. Первое предприятие с условным названием «ООО» имеет небольшой штат, включающий в себя директора, бухгалтера и нескольких рабочих. На предприятии обрабатываются персональные данные сотрудников как с использованием средств автоматизации, так и без их использования. Вторым предприятием была выбрана организация с более сложной структурой – товарищество собственников жилья с условным названием «ТСЖ». В данном случае с использованием средств автоматизации обрабатываются данные жителей многоквартирных домов и сотрудников.

Несмотря на изменения в законодательстве и разный профиль выбранных предприятий типичная последовательность действий для обеспечения соблюдения № 152-ФЗ остается неизменной, поэтому на ней не будет акцентироваться внимание.

Все нововведения в № 152-ФЗ 2022 г. оказывают влияние на рассматриваемые предприятия, но часть из них требуют существенных изменений в процедуре обработки персональных данных, а часть требует незначительных изменений или же не требует вовсе.

Далее более подробно рассматриваются вышеупомянутые изменения в законодательстве.

Условия обработки ПДн

Изменение коснулось права оператора передавать обработку персональных данных другому лицу. Нововведение обязывает при поручении обработки ПДн другому лицу в договоре указывать перечень обрабатываемых персональных данных. В договоре должны быть определены обязанность по соблюдению требований настоящего федерального закона для лица, осуществляющего обработку ПДн по поручению, и при наличии запроса от оператора обязанность указанного лица предоставить документы или иную информацию, подтверждающую соблюдение мер по обеспечению безопасности обрабатываемых ПДн. При передаче ПДн иностранному физическому или юридическому лицу ответственность перед субъектом ПДн несет оператор и лицо, осуществляющее обработку ПДн по поручению.

Для анализируемых предприятий никаких действий предпринимать не требуется, т. к. обработка ПДн осуществляется без участия третьих лиц.

Трансграничная передача

С 01.03.2023 г. оператор до начала трансграничной передачи данных обязан уведомить руководящий орган (РКН) о своем намерении осуществлять трансграничную передачу данных. Уведомление может быть подано как в бумажном виде, так и в электронном. На официальном портале Роскомнадзор опубликовал форму для подачи уведомления, а также образец заполнения. Решение о разрешении или запрете трансграничной передачи принимает РКН на основании поданного уведомления. Поэтому для оценки достоверности предоставленных оператором сведений РКН может запросить у оператора данные, полученные от иностранной стороны, с которой планируется трансграничная передача. Оператор обязан предоставить запрошенные сведения в течение десяти рабочих дней. Оператор может начать осуществлять трансграничную передачу данных до окончания проведения оценки, если вторая сторона входит в перечень иностранных государств, обеспечивающих адекватную защиту прав субъектов персональных данных. Указанный перечень государств опубликован на официальном портале РКН. Решение о запрете или ограничении трансграничной передачи ПДн принимается РКН в течение десяти рабочих дней.

Анализируемые предприятия не осуществляют трансграничную передачу данных, поэтому нет необходимости подавать уведомление.

Права субъектов ПДн на доступ к их ПДн

Субъект персональных данных имеет право запросить у оператора информацию, касающуюся обработки его ПДн. Нововведения в законодательстве 2022 г. определяют время, в течение которого оператор обязан предоставить запрошенные данные. Согласно новому законодательству, оператор после получения запроса обязан в течение десяти рабочих дней предоставить необходимые данные субъекту ПДн. При обращении уполномоченного органа (Роскомнадзор) к оператору ПДн время ответа так же сокращено до десяти дней.

Для соблюдения данного требования в условных предприятиях «ООО» и «ТСЖ» предлагается сформировать шаблоны, содержащие необходимую информацию по возможным запросам.

Сроки ответа оператора на запрос субъекта ПДн до вступления в силу нововведений и после представлены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение сроков предоставления информации по обрабатываемым ПДн [1]

Ответ на запрос	До 01.09.2022 г.	После 01.09.2022 г.
От субъекта ПДн	30 дней	10 дней
От уполномоченного органа	30 дней	10 дней
Основание для отказа предоставления запрашиваемых данных	30 дней	1 0 дней

Меры, направленные на выполнение оператором обязанностей, предусмотренных № 152-ФЗ

В первую очередь изменения коснулись политики оператора в отношении обработки персональных данных. Сейчас оператор должен указать категории и перечень обрабатываемых персональных данных, категории субъектов, персональные данные которых обрабатываются, способы, сроки их обработки и хранения, порядок уничтожения ПДн [1] для каждой цели обработки ПДн отдельно.

В связи со вступившими изменениями все операторы должны пересмотреть существующую политику в отношении обработки ПДн и для каждой цели прописать вышеперечисленные данные.

Кроме того, сейчас в Федеральном законе № 152-ФЗ определено, что требования к оценке вреда устанавливает РКН. Если раньше каждая организация решала вопрос оценки вреда самостоятельно, то с 01.03.2023 г. операторы обязаны руководствоваться приказом РКН № 178. Согласно этому документу, вред, причиненный субъекту ПДн, оценивается следующими степенями: высокая, средняя и низкая [3]. Степень вреда должна быть определена согласно описанным в приказе случаям и зафиксирована в акте оценки вреда. Требования к содержанию и оформлению акта установлены в приказе Роскомнадзора № 178.

Для рассматриваемых предприятий «ООО» и «ТСЖ» степень вреда определена как низкая. Оценка была сделана на основании того, что организации не попадают ни под один из указанных в приказе случаев нарушения закона о персональных данных.

Обязанности оператора при нарушении законодательства в области обработки ПДн

Согласно новому законодательству, при возникновении инцидентов, в результате которых произошли неправомерные действия с персональными данными, оператор обязан уведомить руководящий орган. Для этого на официальном портале Роскомнадзор создана форма подачи уведомления об инциденте, а также форма о результатах расследования инцидента.

Обязанность подавать уведомление об инциденте и проводить расследование касается всех операторов ПДн, поэтому при возникновении инцидента с ПДн оба условных предприятия должны уведомить руководящий орган в течение 24 часов и предоставить результаты внутреннего расследования в течение 72 часов с момента возникновения инцидента.

Уведомление об обработке ПДн

Наиболее существенные изменения коснулись уведомления руководящего органа об обработке ПДн. Если раньше многие организации могли не подавать уведомление, то сейчас это могут не делать только операторы:

1. Имеющие статус ГИС.
2. Обрабатывающие ПДн без использования средств автоматизации.
3. В случаях, предусмотренных законодательством РФ о транспортной безопасности.

В связи с этим количество предприятий, зарегистрированных в реестре операторов ПДн, резко увеличилось, и у многих появились дополнительные обязательства.

До вступления в силу изменений предприятие, обозначенное как «ООО», могло не подавать уведомление в Роскомнадзор, но с 1 сентября 2022 г. такой возможности больше нет. Подать уведомление можно в бумажном варианте или же сформировать электронное уведомление с использованием усиленной квалифицированной подписи на официальном портале РКН или с использованием средств аутентификации Единой системы идентификации и аутентификации (ЕСИА).

Если раньше в уведомлении можно было указать цели обработки персональных данных списком, то с 01.09.2022 г. для каждой цели обработки ПДн необходимо указывать категории ПДн, категории субъектов ПДн, правовое обоснование обработки ПДн, перечень действий с ПДн, а также способы обработки ПДн. В связи с этим многим операторам необходимо внести изменения в уведомление о намерении осуществлять обработку ПДн, для этого на

портале РКН предусмотрена электронная форма. Если предположить, что предприятие, обозначенное как «ТСЖ», уже находится в реестре операторов персональных данных, то с 1.09.2022 г. ему необходимо подать уведомление о внесении изменений в сведения, указанные в реестре. Считается, что в организации обрабатываются персональные данные с целью оказания услуг в сфере ТСЖ, ведения кадрового и бухгалтерского учета и обеспечения соблюдения трудового законодательства РФ. Для каждой из указанных целей необходимо указать сведения, предусмотренные Федеральным законом «О персональных данных». Уведомление необходимо подать не позднее 15 числа месяца, следующего за месяцем, когда произошли изменения в данных, указанных в реестре.

Для снижения ошибок в заполнении упомянутых выше уведомлений на официальном портале РКН представлены примеры заполнения уведомлений, а также разобраны типичные ошибки при заполнении уведомлений.

При прекращении оператором обработки ПДн необходимо подать соответствующее уведомление в РКН. Данные об операторе будут удалены из реестра операторов в течение тридцати дней с момента подачи уведомления.

Нововведения в Федеральном законе «О персональных данных» достаточно существенны и объемны. Для более легкого восприятия ключевые моменты в изменениях в Федеральном законе «О персональных данных» приведены в табл. 2.

Таблица 2. Изменения в законе «О персональных данных»

Категория	Изменение
Условия обработки ПДн	Увеличено число требований, которые должны быть определены в поручении оператора при передаче обработки ПДн другому лицу
Трансграничная передача	Уведомление о намерении осуществлять трансграничную передачу ПДн подается в РКН. РКН проводит оценку, по результатам которой принимается решение о запрете или ограничении трансграничной передачи ПДн
Права субъектов ПДн на доступ к их ПДн	Срок ответа оператора ПДн при получении запроса от субъекта ПДн или РКН сокращен до 10 дней
Политика оператора в отношении обработки	Для каждой цели обработки ПДн должен быть определен свой набор данных
Оценка вреда	Требования для проведения оценки вреда определены приказом РКН №-178
Уведомление об инцидентах с ПДн	В течение 24 часов после возникновения инцидента должно быть подано уведомление в РКН; в течение 72 часов должно быть подано уведомление о результатах расследования
Уведомление о намерении осуществлять обработку ПДн	Сокращен список исключений, при которых оператор не обязан подавать уведомление в РКН
Уведомление о внесении изменений в сведения, указанные в реестре операторов ПДн	Увеличен срок подачи уведомления, для каждой цели обработки ПДн должен быть определен свой набор данных
Уведомление о прекращении обработки ПДн	Определен срок исключения оператора из реестра операторов ПДн

Все операторы, находящиеся в реестре операторов ПДн, подвергаются со стороны уполномоченного органа периодическим проверкам, в связи с этим рекомендуется привести внутреннюю документацию в актуальную форму. Следует отметить, что в связи со всеми нововведениями операторов, включенных в реестр, стало значительно больше, а значит увеличилось число проводимых плановых контрольных мероприятий Роскомнадзора. На данный момент порядок проведения проверок регламентируется Постановлением Правительства РФ № 1046, согласно которому частота проведения проверок зависит от категории риска, что отобразено в табл. 3.

Таблица 3. Плановые контрольные мероприятия [2]

Категория риска	Плановые контрольные мероприятия
Высокий	Раз в 2 года инспекционный визит или выездная проверка
Значительный	Раз в 3 года инспекционный визит или выездная проверка
Средний	Раз в 4 года инспекционный визит или документарная проверка или выездная проверка
Умеренный	Раз в 6 лет документарная проверка или выездная проверка
Низкий	Не проводятся

Для определения категории риска РКН проводит категорирование операторов. При желании оператор может провести категорирование самостоятельно, чтобы иметь представление о возможных будущих проверках и частоте их проведения.

Предприятие, обозначенное как «ООО», относится к низкой категории риска, т. к. в информационной системе ПДн обрабатываются данные менее чем 1000 субъектов ПДн, и предполагается, что ранее не было выявлено никаких нарушений. На основании этого можно сделать вывод, что оператор не будет подвергнут плановым контрольным мероприятиям.

Условное предприятие, обозначенное как «ТСЖ», относится к умеренной категории риска, поскольку в нем также ранее не было выявлено никаких нарушений, но в информационной системе обрабатываются данные от 1000 до 20 000 субъектов ПДн. Следовательно, оператор может ожидать раз в 6 лет документарную или выездную проверку.

Следует заметить, что в случае нарушения законодательства условные предприятия «ООО» и «ТСЖ» могут быть подвергнуты внеплановой проверке.

Выводы

Нововведения, внесенные в Федеральный закон № 152-ФЗ, коснулись большого количества предприятий. Проведенный анализ позволил структурировать все существенные изменения в законе и вынести ключевые моменты в таблицу, на основании которой можно быстро и эффективно провести аудит информационных систем персональных данных предприятий, что позволит минимизировать риск внеплановых проверок и последующих санкций.

Список использованных источников и литературы

1. Российская Федерация. Законы. О персональных данных : федер. закон № 152-ФЗ [принят ГД 8 июля 2006 г.] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения: 10.10.2023).
2. Правительство Российской Федерации. Постановления. О федеральном государственном контроле (надзоре) за обработкой персональных данных [от 29.06.2021 № 1046 (ред. от 16.12.2021)] // Гарант. – URL: <https://base.garant.ru/401416524/> (дата обращения: 10.10.2023).
3. Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Приказы. Об утверждении Требований к оценке вреда, который может быть причинен субъектам персональных данных в случае нарушения Федерального закона «О персональных данных» : приказ [от 27.10.2022 № 178] // Гарант. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405721227/> (дата обращения: 10.10.2023).

A. L. Zhelezkova, Student

M. D. Starkova, Student

E. F. Stukalina, PhD in Engineering, Associate Professor
 Department of Information Security in Computerized Systems
 Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Personal data protection in a new way from 2022

In 2022, there were significant changes in the Federal Law “On Personal Data”. The article is devoted to the analysis and implementation of key changes on the example of specific enterprises.

Keywords: personal data; personal data operator; personal data subject.

В. А. Иванов, главный специалист, доктор военных наук, профессор
М. Ю. Конышев, начальник отдела, доктор технических наук, доцент
Федеральное государственное унитарное предприятие
Научно-технический центр «ОРИОН», г. Москва
И. В. Иванов, директор, доктор технических наук
Компания «Психодинамика», г. Москва
Э. М. Акимов, инженер
Федеральное государственное унитарное предприятие
Научно-технический центр «ОРИОН», г. Москва

Обнаружение атак и несанкционированных вторжений в инфокоммуникационные системы посредством выявления аномалий в сетевом трафике обмена информацией

Учитывая разнообразие компьютерных атак и бурный рост количества новых средств их реализации, при решении задач по обнаружению угроз информационной безопасности значительные перспективы имеют методы обнаружения аномалий. Последние, в отличие от методов обнаружения злоупотреблений, осуществляющих поиск элементов известных атак по их известным признакам (сигнатурам), функционируют на основе формирования профиля нормальной работы элемента информационной системы с последующим отслеживанием различных отклонений от этого профиля в процессе работы. В статье предложен метод обнаружения компьютерных атак на информационно-коммуникационные системы на основе выявления аномалий в сетевом трафике.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные системы; компьютерные атаки; информационная безопасность; обнаружения аномалий в сетевом трафике; распределение двоичных векторов в цифровом потоке; вероятностная мера; метрика.

Наличие потенциально возможных к применению злоумышленниками средств теле-радиомониторинга, вредоносного программного обеспечения, способов их незаконного применения и воздействия на инфокоммуникационные системы (ИКС) с разных уровней эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМВОС) от физического до представительского требует адекватного контроля, своевременного обнаружения компьютерных атак и их нейтрализации. Ущерб от преступных действий с использованием компьютерных технологий только в России в 2022 г. составил 165 млрд рублей, ежегодно количество результативных кибератак увеличивается на треть, и перечень угроз постоянно расширяется [1]. В сложившихся условиях для обеспечения безопасности функционирования ИКС требуется разработка универсальных методов выявления нарушений информационной безопасности, позволяющих своевременно обнаружить компьютерную атаку (КА) и нейтрализовать ее действие для ИКС на нижних уровнях ЭМВОС. Учитывая разнообразие компьютерных вторжений (атак) и имеющий место в настоящее время бурный рост количества новых средств их реализации, при решении задач по обнаружению угроз информационной безопасности значительные перспективы имеют методы обнаружения аномалий. Последние, в отличие от методов обнаружения злоупотреблений, осуществляющих поиск элементов известных атак по их признакам (сигнатурам), функционируют на основе формирования профиля нормальной работы элемента ИКС информационной системы с последующим отслеживанием различных отклонений от этого профиля в процессе работы [2, 3]. В статье предложен метод обнаружения КА на ИКС или незаконного вторжения в сеть обмена информацией на основе выявления аномалий в сетевом трафике.

Реализация метода потребовала уменьшения признакового пространства до размеров, обеспечивающих возможность его алгоритмизации из соображений стоимости и оперативно-

сти обнаружения КА, имеющегося программного обеспечения и технической реализации на современной элементной базе.

Опираясь на результаты проведенных исследований, представленных в работах [4–6], в качестве признаков выбраны структурные и статистические свойства битового потока, являющихся результатом преобразования сообщений на различных этапах их обработки, реализующей протоколы от сетевого до прикладных уровней ЭМВОС, а также статистические свойства трафика для категорий сообщений, передаваемых в ИКС. Снижение зависимости параметров признакового пространства от протокольной части информационного обмена достигнуто за счет разработки универсальной конструкции, инвариантной к возможным типам протоколов.

В [3] рассмотрены возможные параметры информационных систем, пригодные для формирования профилей нормальной работы их элементов. Однако в ряде случаев оказывается достаточно сложно с одной стороны обеспечить приемлемые с практической точки зрения соотношения между сложностью реализации и стоимостью соответствующих подсистем безопасности, с другой – значения достоверности обнаружения атак, получаемые в процессе мониторинга.

Операции, связанные с преобразованием информационной составляющей пакетов, передаваемых в ходе сеансов сетевого соединения, осуществляемые агентом, реализующим функции контроля несанкционированного доступа, приводят к различию статистических свойств информационных частей различных пакетов. Например, пакеты, сформированные легитимным пользователем, могут содержать сжатые видеоданные, обладающие неким распределением вероятностей двоичных комбинаций, а к указанным данным в пакете добавляются данные, содержащие текст, элементы электронных таблиц с числовыми данными и т. п., представляющие собой конфиденциальную информацию.

Существует два основных способа обнаружения КА, основанных на выявлении фактов появления нелегитимных каналов вторжения и утечки информации. Первый способ – заключается в постоянном мониторинге за количеством утерянных (пропавших) в ходе соединения пакетов и рассчитан на случай, когда программа-разборщик пакетов размещается на промежуточном узле сети, через который транслируется трафика сеансового соединения. Второй способ основан на сравнении статистик для параметров информационной части пакетов и имеет три модификации:

- первая модификация основана на сравнении статистических свойств информационных частей различных пакетов для одного сетевого соединения;
- вторая – на сравнении статистических свойств информационных частей различных пакетов для разных соединений;
- третья – на контроле трафика в целом (битового потока) и сравнении распределения двоичных векторов для разных участков.

Применение показателей качества связи (задержка пакета, джиттер задержки пакета и коэффициент потери пакетов IP) для обнаружения нелегитимных вторжений в транспортные сети с коммутацией пакетов показали их низкую эффективность.

В результате проведенных авторами исследований, результаты которых представлены в работах [3–5], выяснилось, что универсальным средством адекватной аппроксимации вероятностных свойств распределения двоичных векторов в цифровом потоке (ЦП) групповых трактов ИКС является математический аппарат многосвязных цепей Маркова. Для оценки, контроля и наблюдения за характером распределения двоичных векторов ЦП в работах [6–9] предложена и обоснована вероятностная мера, позволяющая оценить расстояние между распределениями двоичных k -мерных векторов в ЦП, учесть вес компонент вектора признаков и сильные выбросы компонент. Предложенная мера определяет расстояния между двумя распределениями векторов и вычисляется через модифицированное расстояние Хемминга с весами по формуле

$$M_K = \sqrt{\frac{(p_{0,0} - p'_{0,0})^2 + \sum_{i=1}^K \sum_{j=0}^{2^i-1} (p_{i,2j} - p'_{i,2j})^2 \cdot 2^{2i}}{2^K}},$$

где K – количество символов, на котором учитываются корреляционные связи элементов двоичной случайной последовательности; $p_{i,2j}$ – вероятность появления двоичного вектора $i+1$ – размерности в реальном ЦП, $j \in [0, 2^i - 1]$; $p'_{i,2j}$ – вероятность появления двоичного вектора $i+1$ – размерности в эталонном ЦП, используемом для сравнения.

Авторами доказано, что предложенная мера является метрикой и удовлетворяет условиям тождества, симметрии, треугольника.

Мониторинг трафика и цифровых потоков в действующих локальных компьютерных сетях, сетях доступа, каналах магистральных сетей связи и сети Интернет показал, что цифровые потоки обладают локальной стационарностью относительно распределения двоичных векторов, параметры которой зависят от назначения тракта, характера обрабатываемой нагрузки и размерности скользящего окна наблюдения. Фрагмент при различных размерах скользящего окна приведен на рис. 1.

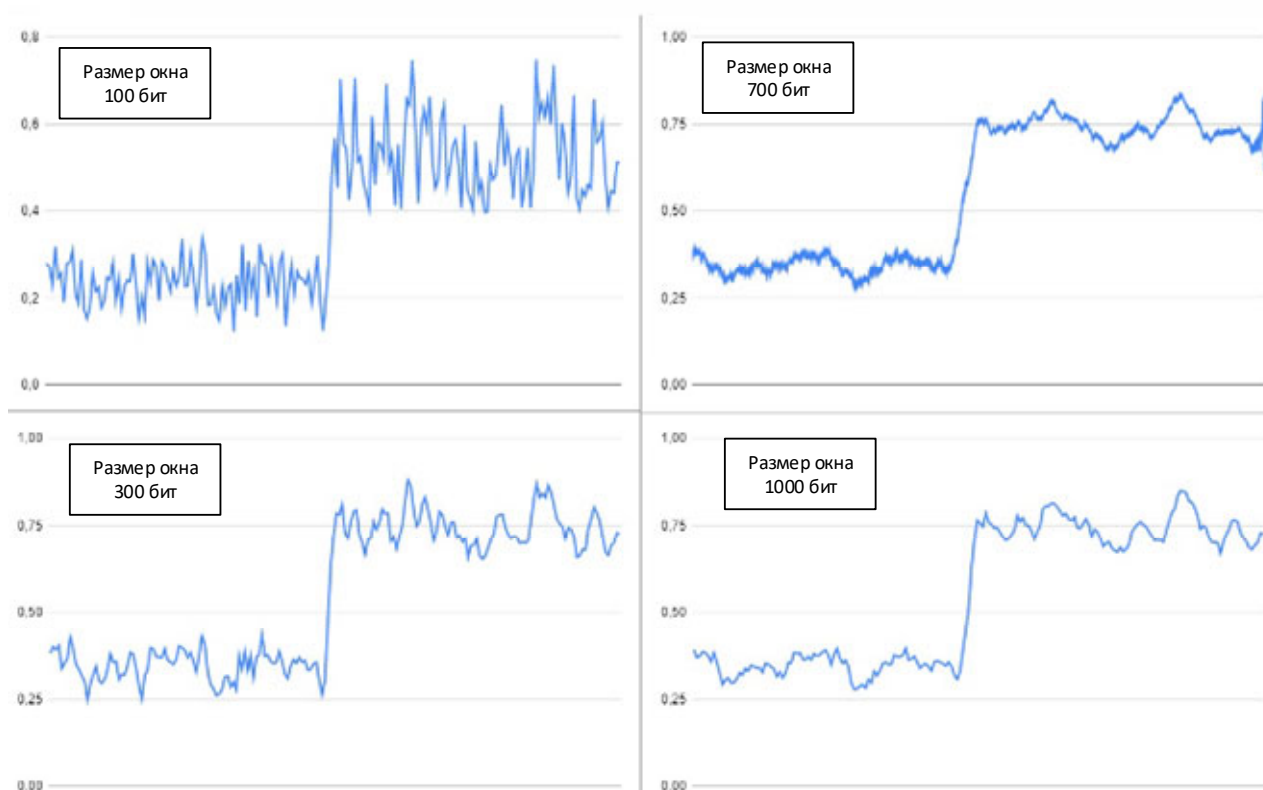


Рис. 1. Характер изменения локальной стационарности относительно распределения двоичных трехмерных векторов в локальной компьютерной сети при изменении масштабов скользящего окна

Стационарность обусловлена эргодичностью процесса передачи информации, типовыми способами формирования цифровых потоков, условиями пакетной передачи данных, ограничениями на стандарты и типы передаваемой информации и другими причинами, обусловленными требованиями ЭМВОС к построению сетей обмена информацией.

При атаках и несанкционированных вторжениях в транспортную сеть стационарность относительно распределения двоичных векторов в цифровом потоке нарушается. Вторжения проявляются в виде аномалий (всплесков или провалов) в наблюдаемом процессе (рис. 2). По их интенсивности и длительности можно косвенно судить о характере и емкости канала вторжения.

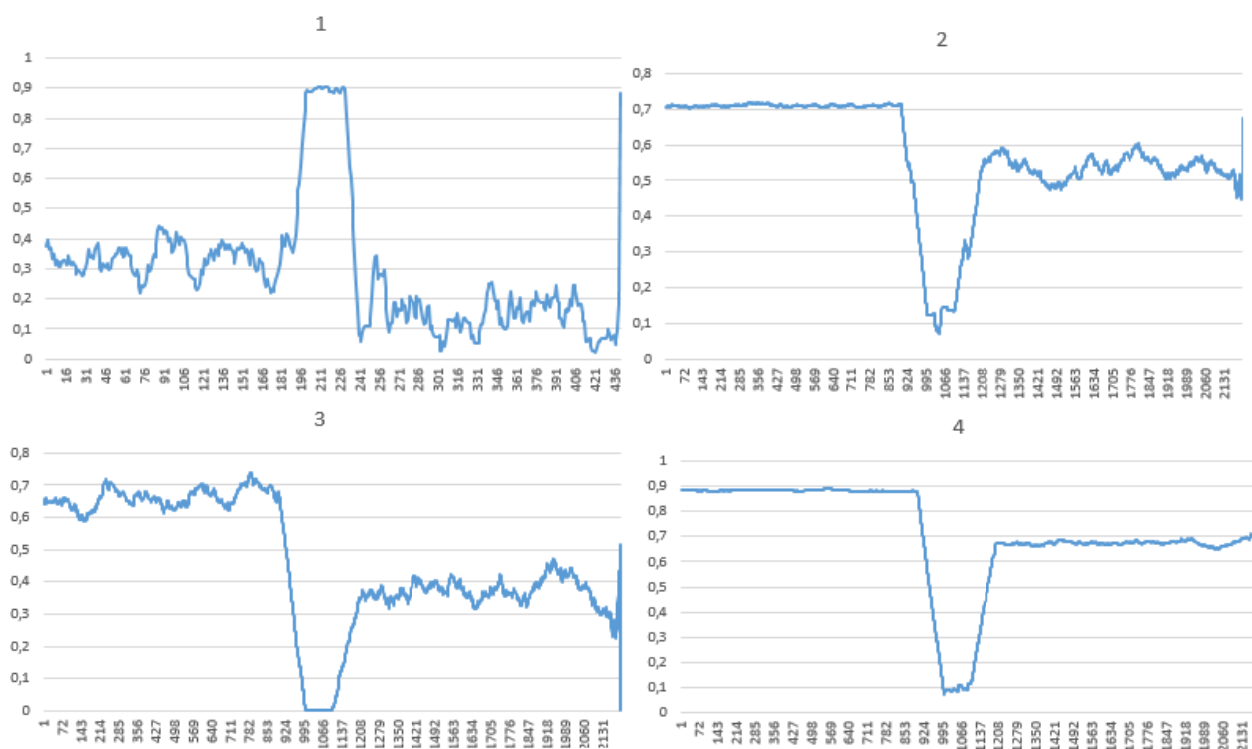


Рис. 2. Характер изменения стационарности относительно распределения двоичных векторов в трафике передачи данных при различных атаках и вторжениях в инфокоммуникационную сеть

Результаты проведенных экспериментов и наблюдений за распределением двоичных векторов в цифровом потоке на магистральных сетях общего пользования и каналах сети Интернет подтверждают конструктивность предложенного способа обнаружений КА и вторжений в ИКС на основе выявления аномалий в цифровом потоке передачи данных.

Список использованных источников и литературы

1. Потенциальный ущерб от киберпреступности в 2022 году оценили в $\text{R}165$ млрд // Рамблер. Газета. Ru. 17 февраля 2022 года – URL: https://news.rambler.ru/sociology/48152500/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (дата обращения: 10.10.2023).
2. Метод оценивания статистических свойств дискретного канала с памятью в системах передачи информации с мультиплексированием / В. И. Близнюк [и др.] // Наукоедение № 3 (22). – 2014. – С. 95–105. – URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/128TVN314.pdf> (дата обращения: 10.10.2023).
3. Организация вычислительных экспериментов с моделями цифровых систем на основе марковских цепей : монография / М. Ю. Коньшев [и др.]. – Орёл : Орлик, 2019. – 84 с.
4. Иванов, В. А. Имитационная и аналитическая модели для исследования сигнатур и обнаружения модифицированных компьютерных вирусов и вредоносного программного обеспечения в вычислительных системах и сетях специального назначения / В. А. Иванов, М. Ю. Коньшев, С. Л. Шаповалов // Информационная безопасность актуальная проблема современности. Совершенствование образовательных технологий подготовки специалистов в области информационной безопасности : сб. – № 1 (14). – Краснодар : КВВУ, 2021. – С. 11–15.
5. Иванов, В. А. Концептуальная модель источника сообщений на выходе мультиплексора для исследования свойств двоичного потока в процедурах сжатия данных / В. А. Иванов, М. Ю. Коньшев, А. В. Маркин // Техника средств связи. – 2022. – № 1 (157). – С. 61–69.
6. Особенности обнаружения подобных записей в хранилищах данных / А. А. Двилянский [и др.] // Промышленные АСУ и контроллеры. Математическое обеспечение АСУ. – № 1. – Москва : Научлиттехиздат, 2018. – С. 40–44.
7. Алгоритм обнаружения подобных записей в хранилищах данных / А. А. Двилянский [и др.] // Промышленные АСУ и контроллеры. Математическое обеспечение АСУ. – № 1. – Москва : Научлиттехиздат, 2018. – С. 50–57.

8. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ. № 2018619269. Программа обнаружения подобных файлов на устройствах хранения данных «MarkovDoublesChecker / В. А. Иванов, И. В. Иванов, М. Ю. Конышев, А. В. Надежин, Д. А. Смирнов ; от 02.07.2018.

9. Патент РФ № 2663474. Способ поиска подобных файлов, размещенных на устройствах хранения данных / А. А. Двилянский, В. А. Иванов, И. В. Иванов, М. Ю. Конышев, С. В. Радаев, Д. А. Смирнов ; от 31.01.2018.

V. A. Ivanov, Chief Specialist, Doctor of Military Sciences, Professor
M. Y. Konyshev, Head of the Department, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Federal State Unitary Enterprise
Scientific and Technical Center “ORION”, Moscow
I. V. Ivanov, Director, Doctor of Technical Sciences
Psychodynamics Company, Moscow
E. M. Akimov, Engineer
Federal State Unitary Enterprise
Scientific and Technical Center “ORION”, Moscow

Detect attacks and unauthorized intrusions into InfoCommunication systems by detecting anomalies in network traffic

Given the variety of computer attacks and the rapid growth in the number of new means of their implementation, methods of detecting anomalies have significant prospects in solving problems of detecting threats to information security. The latter, unlike the methods of detecting abuse, which search for elements of known attacks by their known signs (signatures), function based on forming a profile of the normal operation of an information system element, followed by tracking various deviations from this profile during operation. The article proposes a method for detecting computer attacks on information and communication systems based on the detection of anomalies in network traffic.

Keywords: information and communication systems; computer attacks; information security; detection of anomalies in network traffic; distribution of binary vectors in the digital stream; probabilistic measure; metric.

А. Л. Харитонов, заместитель директора информационной безопасности
ООО «АйТи-Тандем», Ижевск
Кафедра «Защита информации в компьютеризированных системах»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Риски применения современных технологий искусственного интеллекта с точки зрения безопасности информации

Рассматриваются современные технологии искусственного интеллекта с точки зрения средств добывания информации, а также возможные меры противодействия им в целях обеспечения безопасности информации. В статье представлены следующие информационные технологии: технология искусственного интеллекта, технология машинного обучения и технология нейронных сетей. Изложен анализ этих технологий, их принцип работы и соответствующие способы противодействия. Представленный материал может быть использован для дальнейшего более глубокого изучения этой области и выработке конкретных способов защиты информации с возможностью последующего проектирования средств защиты информации (программных и (или) аппаратных).

Ключевые слова: информационные технологии; машинное обучение; нейронная сеть; искусственный интеллект; информационная безопасность.

Технологии современного мира развиваются стремительным образом. Практически каждый месяц происходит заметный скачек в их развитии, способствующий удовлетворению различных потребностей человека.

Множество процессов деятельности человека сегодня выполняется машинами, системами, программами. Мы делегируем выполнение рутинных задач различным устройствам: от мобильного телефона до суперкомпьютера. С каждой новой технологией человек стремится облегчить и ускорить свою жизнь. В основном все эти технологии, так или иначе, связаны с глобальной сетью Интернет.

Делегируя различные области нашей жизни технологиям, человек передает вместе с тем большой объем информации о себе. Данная информация предназначена для обеспечения точности выполнения той или иной технологией определенной функции, для которой она создавалась. Но существует и вероятность того, что переданная информация будет использована не по назначению.

Созданные человеком технологии могут значительно облегчить жизнь или могут в разной степени нанести ущерб. Вопрос приватности информации, хранимой в разных базах данных или передаваемой по сети, существует достаточно давно. Для этого используются различные способы и средства защиты информации.

Тем не менее вместе с появлением новых технологий активно происходит совершенствование способов и средств добывания защищаемой информации, используемых злоумышленником.

Далее будет рассмотрено несколько технологий с точки зрения способа их использования злоумышленником и возможные способы нейтрализации его действий.

Технологии искусственного интеллекта, машинного обучения и нейронных сетей

Приведенные в заголовке раздела данной статьи технологии искусственного интеллекта, машинного обучения и нейронных сетей (далее – *Технологии*) обычно тесно связаны вместе, при этом каждая является самостоятельным инструментом. Определим каждую в отдельности.

Искусственный интеллект (ИИ) – это широкая область, которая охватывает различные методы и подходы для создания интеллектуальных систем, способных выполнять задачи, которые обычно требуют человеческого интеллекта, такие как понимание языка, распознавание образов, принятие решений и решение проблем [1].

Машинное обучение (МО) – это раздел ИИ, который включает в себя обучение машин извлекать уроки из данных и улучшать их производительность с течением времени [2]. Оно основано на идее, что машины могут автоматически извлекать шаблоны и аналитические данные из данных, не будучи явно запрограммированными.

В МО алгоритмы обучаются на большом наборе данных, известном как обучающий набор данных, для изучения шаблонов или взаимосвязей в данных. Затем алгоритм использует эти изученные шаблоны для составления прогнозов или классификаций на основе новых данных. Процесс обучения на основе данных включает в себя корректировку параметров модели, чтобы свести к минимуму разницу между прогнозируемым результатом и фактическим результатом.

Нейронные сети (НС) – это подмножество ИИ, представляют собой один из типов алгоритмов МО, вдохновленных структурой и функциями человеческого мозга [3]. Нейронные сети состоят из слоев взаимосвязанных узлов (нейронов), которые обрабатывают входные данные и генерируют выходные сигналы, они часто используются для таких задач, как распознавание изображений и речи, обработки естественного языка и прогнозирующего моделирования.

На основе этих определений становится понятно, что данные *Технологии* обладают достаточно большими возможностями. Рассмотрим их далее.

ChatGPT

Одним из ярких примеров использования *Технологий* является разработка американской компании *OpenAI Inc.* – чат-бот *ChatGPT*, способный работать в диалоговом режиме, поддерживающий запросы на естественных языках [4] (рис. 1).

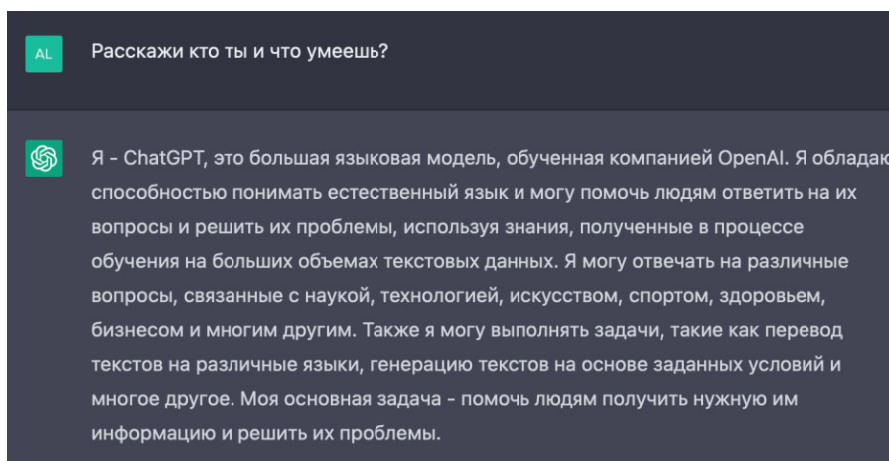


Рис. 1. Пример ответа, предложенного *ChatGPT* на вопрос о себе

Данная способность *ChatGPT* может быть использована как замена традиционному поиску информации в интернете (с помощью поисковых систем *Google* или *Яндекс*), с одной стороны. С другой – может стать мощным инструментом в руках злоумышленника.

Если сознательно выполнить обучение такой системы, как *ChatGPT* на информации, например, о способах и методах ведения войны, способах и методах ведения разведывательной деятельности – эта система сможет в обозримом будущем заменить целые структуры аналитиков в разведывательных и тактических подразделениях (рис. 2, 3).

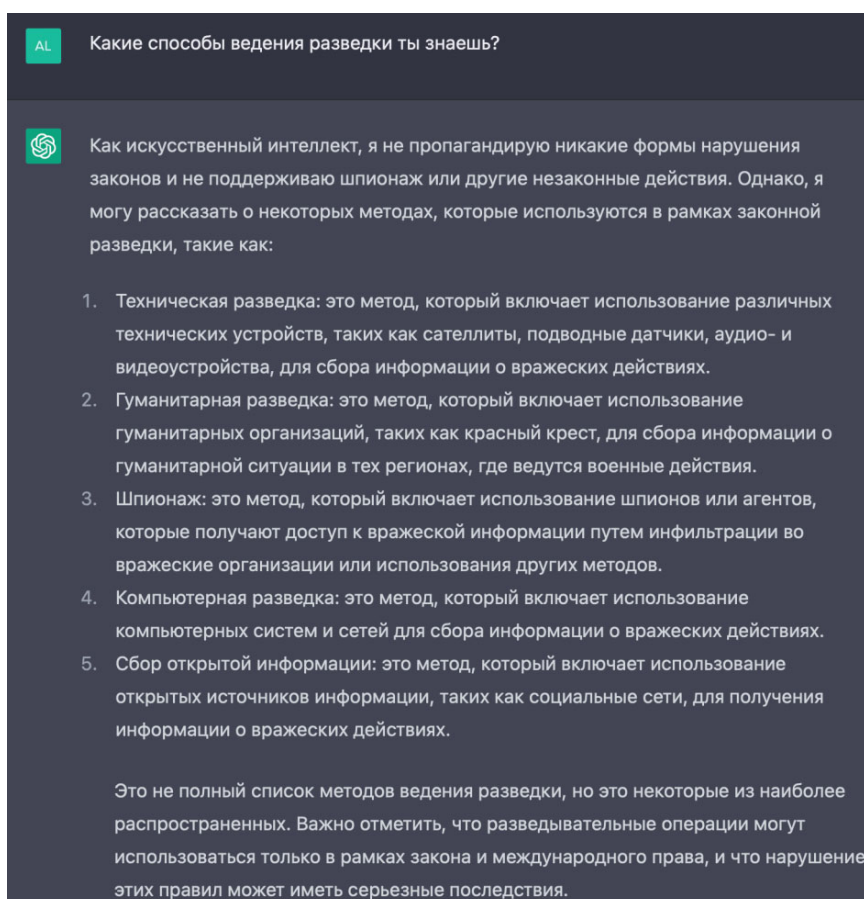


Рис. 2. Пример ответа, предложенного *ChatGPT* на вопрос о разведках

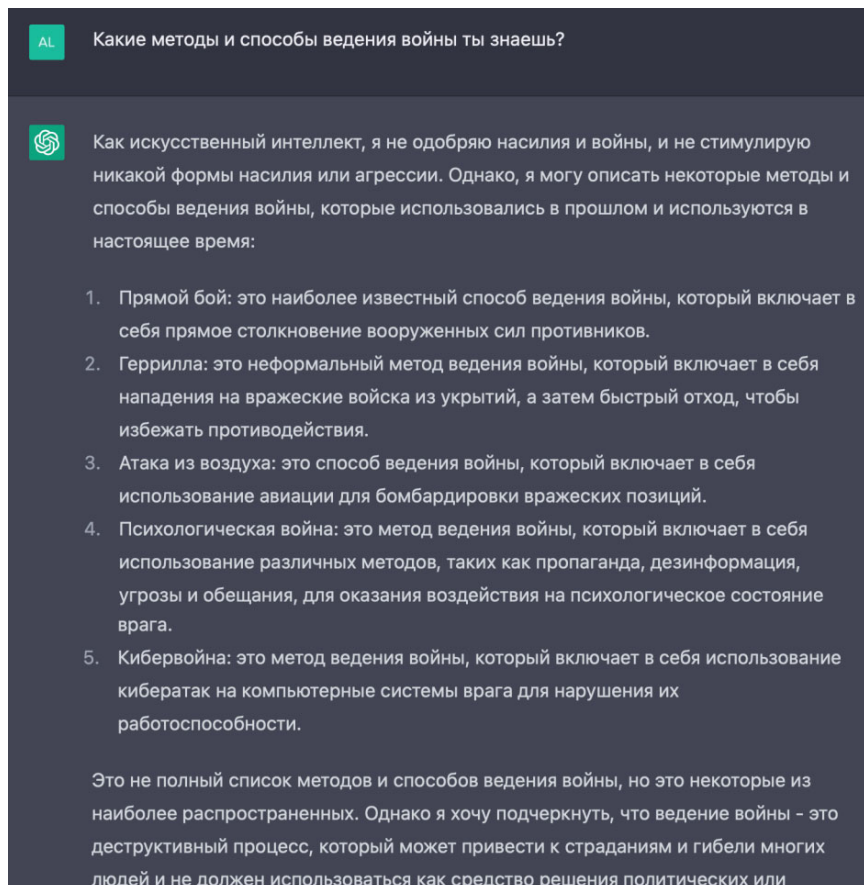


Рис. 3. Пример ответа, предложенного *ChatGPT* на вопрос о методах ведения войны

Обладая возможностью анализировать входные данные в виде изображения, можно получить, например, следующие варианты применения этой технологии (рис. 4):

- получение разведывательной информации с использованием космической и воздушной разведок в виде изображений, последующий анализ этой информации;
- идентификация объектов, размещенных на определенной территории, в отношении которой ведется разведка, а также прогнозирование последующих маневров и принятие решений о необходимых действиях;
- анализ изображений, содержащих артикуляцию человеческого речевого аппарата в момент разговора, что в последующем может быть переведено в текст;
- анализ текстовой информации (в том числе полученной из аудио- транскрипции) с последующим принятием решений о дальнейших действиях.

В зависимости от обучения системы возможны и иные варианты ее использования в военных и разведывательных целях.

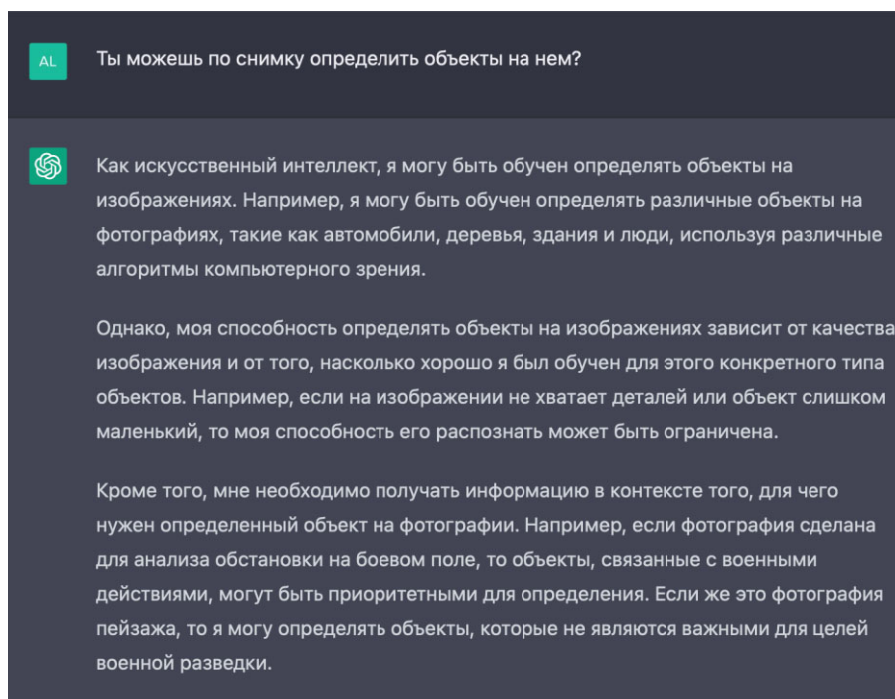


Рис. 4. Пример ответа, предложенного *ChatGPT* на вопрос об определении объектов

GitHub Copilot

Другим ярким примером использования *Технологий* является *GitHub Copilot*.

GitHub Copilot – это инструмент генерации кода на базе ИИ, разработанный *OpenAI Inc.* в сотрудничестве с *GitHub*. Он предназначен для оказания помощи разработчикам в написании кода путем генерирования предложений, основанных на контексте кода, который они пишут [5]. *GitHub Copilot* использует модель глубокого обучения, которая была обучена на большом объеме исходного кода. Результатом стало умение предсказывать следующую строку кода, которую может написать разработчик (рис. 5).

Иными словами, эта система оценивает код, который пишет разработчик и, с учетом контекста программы, предлагает то или иное решение. *GitHub Copilot* может по описанию метода, указанного в комментарии, написать его реализацию.

Принимая во внимание функционал *GitHub Copilot*, отметим, что его можно использовать для написания вредоносного кода: различных вирусов и эксплойтов. Прецедентов таких пока еще нет, но, возможно, подобные разработки уже ведутся.


```

1 import datetime
2
3 def parse_expenses(expenses_string):
4     """Parse the list of expenses and return the list of triples (date, value, currency).
5     Ignore lines starting with #.
6     Parse the date using datetime.
7     Example expenses_string:
8         2016-01-02 -34.01 USD
9         2016-01-03 2.59 DKK
10        2016-01-03 -2.72 EUR
11    """
12    expenses = []
13    for line in expenses_string.splitlines():
14        if line.startswith("#"):
15            continue
16        date, value, currency = line.split(" ")
17        expenses.append((datetime.datetime.strptime(date, "%Y-%m-%d"),
18                        float(value),
19                        currency))
20    return expenses

```

Рис. 5. Пример кода, предложенного *GitHub Copilot* исходя из комментария

Управление транспортом

Не менее перспективным для использования *Технологий* является направление транспорта.

В качестве примера можно выделить одного из лидеров рынка автомобилестроения – *Tesla Motors*. Это американская компания производитель электромобилей и решений для хранения электрической энергии [7].

Одноименные автомобили этой компании имеют на борту систему автопилота – *Автопилот Теслы*. Он работает на основе комплексной системы датчиков, камер и программного обеспечения (ПО), которые работают совместно для обнаружения и анализа дорожной обстановки. Основными компонентами *Автопилота Теслы* являются:

- камеры: используется 8 камер для обзора окружающей среды, расположенных в различных точках автомобиля;
- радар: система включает в себя радар, который может обнаруживать объекты на дороге, даже если они скрыты за другими объектами;
- ультразвуковые датчики: автомобиль оснащен ультразвуковыми датчиками, которые обнаруживают объекты вблизи автомобиля, такие как стоящие автомобили, столбы, стены и т. д.;
- *GPS*: система использует *GPS* с целью определения местоположения автомобиля и маршрута;
- ПО: все эти компоненты работают совместно с помощью ПО, которое использует нейронную сеть для распознавания объектов на дороге и принятия решений о том, как лучше всего управлять автомобилем.

Другим интересным примером в области транспорта является система автопилота для самолетов, разработанная американской военно-промышленной корпорацией, специализирующейся в области авиастроения – *Lockheed Martin Corporation*.

В декабре 2021 г., во время испытательного полета с калифорнийской базы военно-воздушных сил США *Эдвардс*, специальный учебно-тренировочный истребитель *Lockheed Martin F-16* под названием *VISTA X-62A* (выполненный на базе боевого самолета военно-воздушных сил США *F-16D Fighting Falcon*) стал первым тактическим самолетом, управляемым ИИ [8] (рис. 6).

На испытаниях система провела самостоятельный полет в течение 17 часов, без участия человека. Пилот при этом присутствовал, но не принимал участия в управлении машиной.

Подобные разработки в области транспорта определенно достойны восхищения, но не нужно забывать про защиту такой технологии от вмешательства злоумышленника. Несложно представить, что может сделать эскадрилья подобных машин. Впрочем, наличие подобной разработки у военно-промышленной корпорации также может вести к определенным выводам.



Рис. 6. Самолет VISTA X-62A снабженный автопилотом

Автомобили, снабженные автопилотом, могут выполнять слежение за объектами, радиомониторинг (при условии установленной на борту аппаратуры разведки), а также выполнять иные задачи по добыванию информации.

Midjourney

Вероятно, самой красивой разработкой в данном направлении является система генерации изображений по текстовому описанию – *Midjourney* [9, 10]. Это не единственная система подобного назначения на сегодняшний день, но определенно лидер своей области.

Для выполнения генерации необходимо передать системе текстовое описание изображения, которое нужно получить. При этом работает принцип: чем точнее описание необходимого изображения, тем точнее результат. Возможно предварительно сгенерировать описание изображения, например, с помощью *ChatGPT*.

Для наглядного представления уровня детализации и вариативности изображений, полученных с помощью *Midjourney*, на рис. 7, а–в представлены примеры.

Подобные иллюстрации могут украсить любую книгу, им могут позавидовать многие художники, они могут вдохновить разных писателей. Но, к сожалению, и негативную сторону можно найти в этой красоте.

Система как *Midjourney*, обученная определенным образом, сможет генерировать изображения несуществующих документов, событий, людей. В итоге все это может быть использовано, например, для пропаганды или целенаправленной дезинформации. При определенных условиях можно научить систему генерировать кадры для фильма, такие же реалистичные, как пример на рис. 7, а.



а



б



в

Рис. 7. Пример изображения, полученного с помощью Midjourney

Безопасность информации

В контексте приведенного в статье материала можно оценивать безопасность информации как ее состояние, при котором она защищена от утечки по тем или иным каналам. А можно и с точки зрения ее характеристик, означающих, что данная информация безопасна, т. е. не несет деструктивного или неприемлемого смысла для ее потребителя.

Для того чтобы описанные *Технологии* не были использованы со злым умыслом, необходимо обеспечить безопасность информации как ее характеристики, т. к. это имеет большое значение для подготовки такой технологии, например, как *ChatGPT* или *GitHub Copilot*.

Если упростить, можно сказать, что есть три этапа подготовки такой системы, как *ChatGPT*:

- этап формирования *датасета*: это процесс подбора некоторого объема информации – *датасета*, для дальнейшего обучения нейронной сети; основная задача этого этапа – убрать из собранной информации нежелательную, например, примеры грубого обращения или насилия;

- на втором этапе, с помощью участия человека, происходит обучение нейронной сети: человек сам отвечает на запросы, направленные к нейронной сети и тем самым показывает ей правильный вариант ответа, который она должна генерировать;

- третьим этапом является оценка ответов, полученных от нейронной сети на запросы; задачей этапа является показать нейронной сети, какое из предложенных ею решений или ответов является лучше или хуже по некоторым параметрам.

Внедрение злоумышленником нежелательной информации или деструктивных действий на любом из приведенных выше этапов может привести к тому, что нейронная сеть будет выдавать совершенно не те результаты, которые от нее ждут.

В качестве примера деструктивного действия, направленного на НС, было проведено исследование командой Стенфордского университета во главе с доктором технических наук Нилом Перри [6].

В рамках этого исследования было проведено тестирование НС *Codex*, которая лежит в основе *GitHub Copilot*. Тестирование заключалось в намеренном введении уязвимостей безопасности в исходные тексты, на которых обучалась НС.

Результатом этого исследования стал вывод о том, что в большой степени НС предлагала небезопасный код, который в последующем мог быть использован злоумышленником.

Аналогичное исследование было выполнено командами из *Microsoft*, а также университетов Калифорнии и Вирджинии. Суть исследования состояла в том, чтобы заставить НС генерировать некоторое количество подсказок, в результате которых в программный код будут вноситься уязвимости, такие как простая инъекция вредоносного кода, скрытые атаки с помощью строк документирования и *Троянская головоломка* [12].

Становится очевидным, что необходимо построение системы защиты информации систем, использующих эти или любые другие аналогичные *Технологии*, представленные в материале. Важно обеспечить максимальную защиту на этапах сбора данных и обучения НС. В последующие этапы работы системы вмешаться будет уже сложнее.

По вопросу безопасности информации как ее свойства, можно сказать следующее.

На сегодняшний день такие системы, как *ChatGPT* еще не выдают верного ответа на поставленную задачу в ста процентах случаев. Они могут путать факты или даже выдавать явную небылицу за правду. Тем не менее существующие результаты впечатляют.

Обеспечить защищенность информации, например, от разведки, ведущейся с применением такой системы, как *ChatGPT* возможно, если внедрить в нее заведомо ложные данные на этапах подготовки, описанных выше.

В настоящее время наиболее эффективным способом защиты информации от систем дополнения исходного кода, таких как *GitHub Copilot*, является простой запрет на их использование в организациях, занимающихся разработкой ПО. Это может быть особенно критично в организациях, разрабатывающих программные системы защиты информации. Для разработки такого ПО стоит придерживаться традиционных техник и методов разработки.

Говоря о системах автоматического пилотирования транспорта, важно отметить, что необходим достаточно серьезный контроль за их развитием, т. к. от этого направления напрямую может зависеть жизнь человека, в случае если произойдет какой-то сбой системы. Со стороны военно-промышленного сектора подобные разработки также должны контролироваться.

Стоит отметить, что нужно тщательно производить выборку информации, которая доступна системе, т. к. если дать ей неограниченный объем данных, результат может быть негативным.

Представьте, что может получиться в итоге, если научить нейронную сеть определять и идентифицировать автомобили и лица людей, а потом дать ей доступ к системе видеонаблюдения города. Через некоторое время такая система будет знать маршруты любого автомобиля и почти каждого человека.

Если подключить подобную систему, например, к базе данных оператора мобильной связи, в которой хранится информация о телефонных переговорах, коротких сообщениях и интернет-трафике, можно будет получить примерные описания того или иного абонента: чем интересуется, куда ходит отдыхать, где работает, где живет и т. д.

В итоге становится ясно, что необходимо иметь средства защиты как для самих *Технологий*, так и для информации, которую они обрабатывают.

Выводы

Описанные в статье *Технологии* создавались не только для использования человеком в своих повседневных задачах, но и для защиты информации в том числе. Существуют примеры использования ИС в качестве систем мониторинга и оценки действий пользователей в корпоративной сети. Потенциал их использования огромный. Тем не менее нельзя забывать о том, что эти технологии могут быть использованы злоумышленником в своих целях. И на сегодняшний момент человек не обладает средствами защиты информации в отношении рассмотренных технологий.

Данная область требует дальнейшего изучения с целью создания перспективных средств и систем защиты информации. Необходим разумный и достаточный контроль этой области со стороны государства.

Список использованных источников и литературы

1. Искусственный интеллект // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственный_интеллект (дата обращения: 15.02.2023).
2. Машинное обучение // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Машинное_обучение (дата обращения: 15.02.2023).
3. Нейронная сеть // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Нейронная_сеть (дата обращения: 15.02.2023).
4. ChatGPT // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ChatGPT> (дата обращения: 15.02.2023).
5. GitHub Copilot // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/GitHub_Copilot (дата обращения: 15.02.2023).
6. Code-generating AI can introduce security vulnerabilities, study finds // Tech Crunch. – URL: https://techcrunch.com/2022/12/28/code-generating-ai-can-introduce-security-vulnerabilities-study-finds/?guce_referrer=aHR0cHM6Ly9saW5kZWFsLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAJbmPpOzUVcqbmB7LohYw5YKcgeE-vFu4fV189W46rxkD7-XIE619nY14eX0sFqtdPwyZR3HcEXZYE_zEVzZVN4DBcw1yYphVptHQcmolSalet1Qt1RsLqYBcXMghBNARBESuWUK1D5qB4OkzoWGF1CUjXsn6uAB1B9Y3FEQq2N0&gucounter=2 (дата обращения: 15.02.2023).
7. Tesla // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Tesla> (дата обращения: 15.02.2023).
8. New Lockheed Martin training jet was flown by an AI for over 17 hours // TechSpot - the service of computer and technology enthusiasts. – URL: <https://www.techspot.com/news/97599-new-lockheed-martin-training-jet-flown-ai-17.html> (дата обращения: 15.02.2023).

9. Midjourney // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Midjourney> (дата обращения: 15.02.2023).

10. Midjourney // Midjourney, Inc. – URL: <https://www.midjourney.com> (дата обращения: 15.02.2023).

11. ИИ для ленивых программистов научился подсовывать им трояны и вирусы // CNews – крупнейшее издание в сфере высоких технологий в России и странах СНГ. – URL: https://www.cnews.ru/news/top/2023-01-12_ii_dlya_lenivyh_programmistov (дата обращения: 15.02.2023).

A. L. Kharitonov, Deputy Director of Information Security of IT-Tandem LLC, Izhevsk
Information Security in Computerized Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Risks of using modern artificial intelligence technologies from the point of view of information security

Modern artificial intelligence technologies are considered from the point of view of the means of obtaining information, as well as possible measures to counteract them in order to ensure the security of information. The article presents the following information technologies: artificial intelligence technology, machine learning technology and neural network technology. The analysis of these technologies, their principle of operation and the corresponding methods of counteraction are described. The presented material can be used for further in-depth study of this area and the development of specific ways to protect information with the possibility of further designing information security tools (software and (or) hardware).

Keywords: information technology; machine learning; neural network; artificial intelligence; information security.

Д. Р. Абдразаков, студент
Кафедра «Комплексная защита информации»
Омский государственный технический университет

Актуальность современных способов защиты речевой информации от утечки по акустическим каналам

В статье рассматриваются вопросы об актуальности современных способов защиты речевой информации, основные способы перехвата речевой информации, внедрение искусственного интеллекта в современные способы защиты акустической информации.

Ключевые слова: речевая информация; утечка речевой информации; информационная безопасность; каналы утечки; акустические каналы утечки информации; искусственный интеллект.

Речевой аппарат является первичным источником звука, который может быть перехвачен, поэтому требуется надежная защита от несанкционированного доступа к информации, передаваемой по акустическому каналу связи. Однако распространение акустических волн в пространстве хорошо изучено, и главную роль играет совершенствование и использование современных технологий в области защиты речевой информации. Если говорить о регионах России, то оборудование относительно современных способов перехвата информации, устарело. В инфосфере разворачивается настоящая игра «перетяни канат» между хакерами и защитниками. В последствие появляется бесконечный цикл разработки новых способов перехвата информации и способов ее защиты.

Для обеспечения безопасности речевой информации следует знать существующие способы ее перехвата.

Основные способы перехвата речевой информации:

1. Прямой перехват информативного речевого сигнала – это процесс, при котором речевой сигнал, произносимый в закрытом помещении или на открытом пространстве, может быть перехвачен и записан непосредственно из воздуха.

2. Виброакустические сигналы возникают, когда акустический сигнал воздействует на строительные конструкции и инженерно-технические системы в зоне прослушивания. Эти вибрации могут быть замерены и преобразованы обратно в акустический сигнал.

3. Прослушивание разговоров по информационным каналам общего пользования – это процесс, при котором лица, не имеющие доступа к информации, могут прослушивать разговоры, ведущиеся в закрытом помещении, путем подключения оконечных устройств к информационным каналам общего пользования, таким как телефонные линии, сотовые сети.

4. С помощью микрофонного эффекта. Электрические сигналы возникают в результате преобразования давления звуковой волны на электрическую цепь, преобразуя его словно микрофон. Эти электрические сигналы могут распространяться по проводам и линиям передачи информации, выходящим за пределы защищаемого помещения.

5. Перехват информации с помощью акустооптического канала утечки информации. Этот способ позволяет с помощью лазера считать вибрацию от акустического сигнала, попадающего на модулируемые поверхности, такие как: окна, стекла картин, стекла настенных часов, аквариумов и пр.

6. Передача акустического сигнала от специальных электронных устройств перехвата речевой информации «закладок», внедренных в защищаемое помещение и установленные в них технические средства.

Существует множество способов перехвата речевой информации, с развитием технологий их количество увеличивается. И поэтому очень важно поднять вопрос об актуальности

современных способов защиты от утечки речевой информации. Следует разбирать по отдельности уже разработанные методы защиты и современные, возможно, не изобретенные ранее. Говоря об уже изученных способах защиты, отметим их совершенствование, изобретение – изучение и разработку современных способов перехвата речевой информации и противодействие им.

Говоря об актуальности, скажем о неконтролируемом внедрении ИИ (искусственный интеллект) во все возможные сферы жизни. О возможности использования ИИ при разработке защиты и разведки при акустическом канале связи. При должной настройке искусственный интеллект можно использовать как способ декодирования, демодулирования, опознавания и разбора речи.

Рассмотрим два типа способов защиты речевой информации:

1. Подавление – акустический сигнал рассеивается, поглощается или отражается в защищаемом помещении пассивными средствами защиты, такими как: звукопоглощающие материалы, многосоставные двери и др.

2. Зашумление – происходит зашумление речевого сигнала специальными средствами активного зашумления на стеклах, водопроводных линиях, батареях, выходящих за пределы защищаемого помещения, в тамбурах между дверьми.

При актуализации способов защиты использовать искусственный интеллект можно следующим образом: при подавлении играет роль лишь один критерий – звукоизоляционная способность используемого материала и ограждающих конструкций. Использование ИИ в этом направлении правильно будет применить в разведке как средство распознавания и разбора речи акустического и вибрационного сигнала. Из этого следует сделать вывод: требуется абсолютная звукоизоляция защищаемого помещения для противодействия таким технологиям. Разработку, учитывающую все особенности расчета звукоизоляционных способностей помещения, можно доверить правильно настроенному ИИ.

При зашумлении ИИ можно использовать как средство защиты, так и для разведки (таблица).

Искусственный интеллект в области зашумления речевого сигнала

ИИ как процессор зашумление полезных частот	ИИ как процессор разведывательного оборудования
Такая система может работать в режиме реального времени абсолютно зашумляя акустический сигнал, делая расчет на малейшие особенности речи и возможного способа ее утечки. (Средство активного зашумления с внедренным ИИ)	Такая система может разбирать малейшие акустические сигналы среди шума, опознавать и разобрать речь, далее – вывести в текстовую форму

Искусственный интеллект может быть широко применен в сфере акустической защиты информации, для автоматического обнаружения и анализа звуковых сигналов, при расчетах звукоизоляции помещения для дальнейшей его защиты. Одним из основных преимуществ внедрения ИИ в эту область является возможность быстрого и точного распознавания звуков и своевременного реагирования на угрозы. Это может быть особенно полезно в области государственной безопасности, ведении расследований, контроле доступа и других сферах, где звуковая защита информации имеет значение.

Современные методы защиты речевой информации требуют совершенствования для обеспечения надежной защиты от несанкционированного доступа к ней. В современном мире, когда технологии развиваются с невероятной скоростью, проблема защиты речевой информации становится все более актуальной. Существует множество каналов утечки звуковых сигналов, которые могут быть использованы злоумышленниками для получения информации. В связи с этим внедрение ИИ-технологий в сферу акустической защиты информации становится необходимым и важным шагом для обеспечения безопасности. Такие технологии могут помочь автоматически обнаруживать утечки звуковой информации и предотвращать угрозы, которые могут возникнуть из-за этого.

Список использованных источников и литературы

1. Данилова, О. Т. Технические средства разведки и защита информации : учебное пособие : в 4 ч. – Омск : Омск. гос. техн. ун-т, 2019. – Ч. 1. Технические каналы утечки речевой акустической конфиденциальной информации.
2. Герцензон, М. А. Применение искусственного интеллекта в задачах обеспечения информационной безопасности / М. А. Герцензон, С. А. Масалович, И. М. Старков // Информационная безопасность и защита информации. – 2020. – № 4 (43). – С. 60–66.
3. Бондаренко, Е. И. Искусственный интеллект в системах защиты информации // Системы управления, связь, информатика. – 2018. – № 3. – С. 22–24.

D. R. Abdrazakov, Student
Department of Complex Information Security
OmskStateTechnicalUniversity

The relevance of modern methods of protecting speech information from leakage through acoustic channels

The article discusses the relevance of modern methods of protecting speech information, the main methods of intercepting speech information, the introduction of artificial intelligence into modern methods of protecting acoustic information.

Keywords: speech information; speech information leakage; information security; leakage channels; acoustic information leakage channels; artificial intelligence.

Ю. А. Вдовина, студент
Д. В. Ардашев, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Защита информации в компьютеризованных системах»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Применение нейронной сети для защиты электронной почты от нежелательных сообщений

Одним из направлений исследований в области защиты информации является разработка интеллектуальных систем и алгоритмов фильтрации потока электронной почты. Сейчас наиболее универсальный инструмент для анализа в любой области – нейронные сети. Эксперимент, описываемый в настоящей статье, заключается в разработке интеллектуальной системы мониторинга сообщений электронной почты для защиты от нежелательных сообщений.

Ключевые слова: машинное обучение; глубокое обучение; контроль почтовых сообщений; интеллектуальные системы.

В настоящее время электронная почта является одним из наиболее простых и удобных способов коммуникации как для частных лиц, так и для предприятий. Она используется для передачи сообщений внутри компаний, для обсуждения работ с заказчиками, позволяет быстро и прозрачно взаимодействовать любым участникам общения. По мере того, как число пользователей и пересылаемых сообщений растет, одними из наиболее важных проблем в современных почтовых службах становятся несанкционированное использование электронной почты в мошеннических целях, распространение вредоносного программного обеспечения (ПО) и кража личной информации. Например, с января по апрель 2022 г. защитные решения «Лаборатории Касперского» заблокировали более 800 тысяч фишинговых писем на русском языке с вредоносными *HTML*-вложениями, почти половину из них – в марте 2022 г. [1].

Одним из направлений исследований в области защиты информации является разработка интеллектуальных систем и алгоритмов фильтрации потока электронной почты. Сейчас наиболее универсальный инструмент для анализа в любой области – нейронные сети. Эксперимент, описываемый в настоящей статье, заключается в разработке интеллектуальной системы контроля и мониторинга почтового трафика предприятия. Актуальность разрабатываемой системы заключается в большом распространении электронной почты для коммуникации между людьми и компаниями в современном мире, а также популяризации применения интеллектуальных систем на основе нейронных сетей в различных областях информационной безопасности (далее – ИБ).

При обеспечении информационной безопасности выделяют внешние и внутренние угрозы. Внутренние угрозы на предприятии – это угрозы, которые исходят от внутренних ресурсов предприятия, таких как сотрудники, подрядчики, поставщики или другие участники бизнес-процессов компании. Внешние угрозы на предприятии – это угрозы, которые исходят от внешних источников, таких как злоумышленники, конкуренты. Они могут пытаться получить несанкционированный доступ к конфиденциальной информации, повредить информационную систему или использовать ее в своих целях.

Основные уязвимости возникают по причине действия следующих факторов:

- несовершенство программного обеспечения, аппаратной платформы;
- разные характеристики строения автоматизированных систем в информационном потоке;
- часть процессов функционирования систем является неполноценной;

- неточность протоколов обмена информацией и интерфейса;
- сложные условия эксплуатации и расположения информации.

Электронная почта является одним из наиболее важных инструментов коммуникации на предприятии. Сотрудники компании используют электронную почту для отправки информации о новых продуктах и услугах, акциях и специальных предложениях. С клиентами ведется переписка по организации покупки продукции предприятия. Электронная почта также может использоваться для коммуникации внутри компании. В ходе работы сотрудники отправляют по электронной почте ссылки на онлайн-встречи, бронируют переговорные комнаты, а в обсуждении используют корпоративный сленг.

Каждый способ подразумевает свои риски и особенности. Наиболее критично с точки зрения информационной безопасности общение по электронной почте с клиентами. В этом случае часто передается различная информация, например, пересылаются ссылки и документы как со стороны сотрудника организации, так и со стороны клиента.

Вредоносные письма могут выглядеть как обычное письмо от легитимного пользователя. Только по косвенным признакам можно определить, что с ним что-то не так. В зависимости от атакующего воздействия можно выделить несколько видов вредоносных писем:

1. Письмо, содержащее ссылку. Атакующий должен перейти на определенный веб-ресурс, где, используя уязвимости самого сайта или браузера пользователя, мошенники попытаются внедрить вредоносное ПО [3].

2. Письмо с вредоносным вложением. Вложение выглядит как легитимный документ: опрос, отчет и т. д. Вложения в форматах *Microsoft Office* содержат макросы, которые могут загрузить вредоносное ПО [3].

Помимо сообщений с вложениями, бывает пустой спам. Пустые сообщения используются для того, чтобы собирать информацию о валидных email-адресах пользователей. Популярность набирает спам с вложениями-картинками. Обычные текстовые спам-фильтры не работают с изображениями, поэтому для обнаружения такого спама необходимо использовать другой подход [2]. Вредоносные письма могут содержать деструктивную информацию не по профильной теме организации. Такие атаки воздействуют не на информационную систему предприятия, а на конкретных пользователей и представляют собой социальную инженерию.

Современные алгоритмы фильтрации используют комплексный подход. Одновременно с фильтрацией по содержимому письма оцениваются IP-адреса, заголовки пакетов, вложения. Методы фильтрации различаются для различного содержимого письма, например, для полностью текстового письма алгоритм будет отличаться от письма с вложениями. Такие модели можно назвать интеллектуальными системами [4].

У алгоритма фильтрации электронной почты должны быть следующие критерии для эксплуатации [4]:

1. Возможность адаптации под изменение словаря сервиса, т. е. работа с новыми словами.

2. Интерпретируемость модели. Данный пункт означает, насколько понятно решение моделей со стороны. Интерпретируемость позволяет оценить работу модели на конкретном домене и найти сильные и слабые стороны.

3. Учет контекста. Одни и те же слова в разном контексте имеют разное значение. Современные интеллектуальные системы на основе нейронных сетей могут понимать большой текстовый контекст сообщения, что позволяет им принимать выводы, основываясь на связях между словами и предложениями.

4. Механизм внимания. Возможность на уровне архитектуры выделять более и менее значимые части писем.

С развитием технологий появляются наиболее актуальные способы фильтрации электронной почты. Например, Почта Mail.ru за 2022 г. заблокировала 20 млрд спам-писем с помощью глубоких нейронных сетей на основании модели «трансформер» [5]. Современные интеллектуальные системы в своей основе чаще всего используют машинное обучение, по-

тому что оно способно находить неявные зависимости в данных, и лучше работать с неструктурированной информацией.

Обычно модели классического машинного обучения обладают признаком интерпретируемости, при этом слабо справляются с корреляциями между словами и не учитывают контекст.

Распространена классификация с использованием примитивного подхода «мешка слов» и линейного классификатора поверх признаков. В наиболее популярных алгоритмах используются частные случаи теоремы Байеса об условных вероятностях, однако применяются и другие методики, включая различные виды полиномиального хэширования [4].

С развитием технологий появилась возможность использовать векторные представления слов. Такие технологии позволяют получить представление всего письма как усреднение векторов его составляющих и классифицировать полученный эмбединг. Векторные представления лучше справляются с шумом, хотя все еще теряют возможность сохранения информации о смысле слов и их относительном расположении [6].

Глубокие сети могут понимать контекст, обладают механизмом внимания, позволяют распознавать ссылки и скрытую информацию. В области обработки естественного языка наиболее популярны модели с архитектурой «трансформер» и их видоизменения. Основное преимущество таких моделей в том, что они способны учитывать контекст и смысл текста, а не только его отдельные слова.

Обычно для распознавания текстового спама на локальном домене дообучают большую языковую модель с архитектурой «трансформер», например, для русского языка от *DeepPavlov* или лаборатории искусственного интеллекта Сбера [7]. Такие модели обучены под общую задачу заполнения промежутков в тексте, затем дообучаются с добавлением дополнительного классификатора на выходе. Нейронные сети хорошо обрабатывают изображения, поэтому часто применяются в распознавании спам-картинок.

Эксперимент проводился с использованием языка программирования *Python 3.11* (далее – ЯП *Python*). Язык программирования *Python* является основным языком для разработки моделей машинного обучения, для него существуют специализированные библиотеки для предобработки данных и работы с моделями. Эти библиотеки специально разработаны с целью написания быстрого и оптимального кода, обычно внутри они написаны на низкоуровневом языке “С”. Это позволяет использовать удобство конструкций ЯП *Python* и скорость вычислений языка “С”. *Python* имеет открытый исходный код, поэтому при его использовании можно самостоятельно проверять, как язык работает внутри. Это может быть полезно для специалистов в области информационной безопасности (ИБ), потому что при использовании этого языка внутри организации можно проверять конкретные версии на наличие недекларированных возможностей.

Модели машинного обучения могут обучаться с учителем и без учителя. Для нашей задачи подходит обучение с учителем. Обучение с учителем – это направление машинного обучения, объединяющее алгоритмы и методы построения моделей на основе множества примеров, содержащих пары «известный вход – известный выход» [8]. Такие модели используются в задачах классификации и регрессии. Задача фильтрации почтового трафика относится к задаче классификации, т. е. для каждого письма необходимо определить вероятность отнесения его к одному из классов.

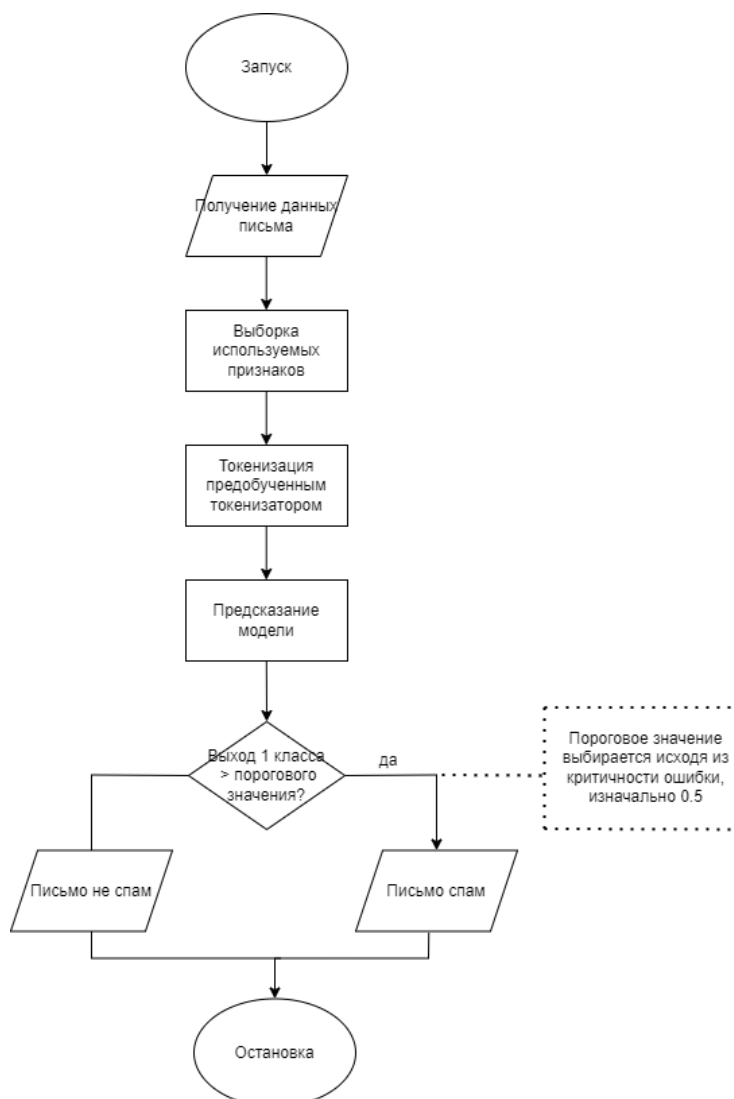
Для обучения модели, проводимого в рамках эксперимента, используется подготовленный набор данных с необходимой разметкой. В общем наборе данных 117064 данных. Данные разделяются случайным образом на тренировочную и тестовую выборку со стратификацией данных по целевой переменной в отношении 70/30 % в обучающей и тестовой выборках соответственно. Стратификация данных позволяет сохранить распределение целевой переменной в реальных данных, а также не дает переобучиться только на каком-то одном классе из определенных в целевой переменной. Благодаря стратификации данных в обучающей выборке точно будут примеры всех нужных классов, т. е. модель будет понимать, какие виды писем могут быть на практике.

Для обучения нейронной сети используется предобученная модель, изначально основанная на языковой модели от *DeepPavlov*. Модель от *DeepPavlov* способна работать как с русским, так и с английским языком, что полезно для решения поставленной задачи, потому что в текстах писем могут встречаться ссылки на веб-страницы. Модель построена на архитектуре *BERT*.

Для предварительного обучения *BERT* использует две задачи: задачу заполнения маски и задачу предсказания следующего предложения. В задаче заполнения маски модель должна предсказывать пропущенные слова в предложении, а в задаче предсказания следующего предложения модель должна определить, является ли одно предложение следующим за другим в тексте. С помощью таких широких задач модель запоминает язык, с которым работает, при этом получая возможность использовать эти знания в более узких прикладных задачах [8].

Данные предобрабатываются перед подачей в языковую модель. Каждому атрибуту письма ставится в соответствие нужный токен. Токены позволяют понимать модели, какой атрибут за что отвечает. Стандартно в модели типа *BERT* есть токены [CLS], [SEP], [PAD].

Модель обучалась 5 эпох на видеокарте *GPU NVIDIA A100* с тензорными ядрами. В качестве ответа модель выдает вероятность двух классов: 0 – письмо не спам, 1 – письмо является спамом. По умолчанию порог отсечения выбирается 0.5, в случае критичности ошибки порог понижается, т. е. даже если модель меньше уверена, что письмо – спам, письмо считается таковым. Алгоритм работы модели в виде блок-схемы показан на рисунке.



Блок-схема алгоритма эксперимента

Важной характеристикой модели классификации являются метрики. Точность системы в пределах класса – это доля документов, действительно принадлежащих данному классу относительно всех документов, которые система отнесла к этому классу. Полнота системы – это доля найденных классификатором документов, принадлежащих классу относительно всех документов этого класса в тестовой выборке.

Соотношение между точностью и полнотой системы должно определяться разработчиком на основе требований конечного пользователя системы. В случае решения задачи классификации электронной почты на спам и не спам наиболее важной характеристикой системы является полнота. Высокая полнота означает, что как можно больше спам-писем не попадут в контур организации, при этом допускается, что появятся ложноположительные примеры.

Решение реализовано на ЯП *Python* с использованием библиотеки *PySide*. *PySide* – привязка ЯП *Python* к инструментарию *Qt*, совместимая на уровне *API* с библиотекой *PyQt*. В отличие от *PyQt*, библиотека *PySide* доступна для свободного использования как в открытых, так и закрытых, в частности коммерческих проектах, поскольку лицензирована по *LGPL*.

С помощью данной библиотеки реализуется пользовательский интерфейс простого клиента электронной почты. С помощью библиотеки *email* ЯП *Python* реализуется логика получения данных с почтового сервера. Конфигурация пользовательской аутентификационной информации хранится в отдельном файле, информацию из которого считывает приложение при запуске. Для каждого письма при получении вычисляется вероятность его отнесения к спаму.

Для задачи классификации существует определенный набор метрик, который позволяет с разных сторон оценить работу модели.

Метрики для обучающей и тестовой выборки показаны в табл. 1, 2.

Таблица 1. Метрики на обучающей выборке

Выход модели	Точность	Полнота
0	0,98	0,98
1	1,00	0,96

Таблица 2. Метрики на тестовой выборке

Выход модели	Точность	Полнота
0	0,97	0,98
1	1,00	0,96

Метрики на тренировочной и тестовой выборках отличаются незначительно. Значит, модель не переобучилась на наборе данных. Метрики получились высокими, модель хорошо справляется с поставленной задачей классификации.

Реализация интеллектуальной системы фильтрации электронной почты на предприятии позволит предприятию получить собственное качественное средство защиты от вредоносных почтовых рассылок.

Список использованных источников и литературы

1. «Лаборатория Касперского» предупредила о всплеске атак на русском языке // IXBT.com. – URL: <https://www.ixbt.com/news/2022/05/16/laboratorija-kasperskogo-predupredila-o-vspleske-atak-polzovatelej-na-russkom-jazyke.html> (дата обращения: 12.02.2023).

2. Журин, С. И. Защита внешнего информационного периметра организации от целевого фишинга / С. И. Журин, Д. Е. Комарков // безопасность информационных технологий. – 2018. – Т. 25, № 4. – С. 96–108. – URL: https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-05/Zhurin_Paper.pdf (дата обращения: 10.02.2023). – DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2018.4.09>

3. Фильтрация электронной почты // SearchInform. – URL: <https://searchinform.ru/services/outsource-ib/zaschita-informatsii/upravlenie-sistemami-filtratsii-elektronnoj-pochty-i-veb-trafika/filtratsiya-elektronnoj-pochty/> (дата обращения: 10.02.2023).
4. Эксплуатация машинного обучения в Почте Mail.ru // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/company/vk/blog/476714/> (дата обращения 10.02.2023).
5. Безопасность машинного обучения: эффективные методы защиты или новые угрозы? // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/companies/pt/articles/416691/> (дата обращения 15.03.2023).
6. «Почта Mail.ru» рассказала о блокировке 20 млрд нежелательных писем антиспам-системой // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/news/726938/> (дата обращения 25.03.2023).
7. ruT5, ruRoBERTa, ruBERT: как мы обучили серию моделей для русского языка // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/companies/sberbank/articles/567776/> (дата обращения 25.03.2023).
8. Учебник по машинному обучению // Школа анализа данных. – URL: <https://academy.yandex.ru/handbook/ml> (дата обращения 10.04.2023).

Y. A. Vdovina, Student

D. V. Ardashev, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Information Security in Computerized Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Application of a neural network to protect e-mail from unwanted messages

One of the areas of research in the field of information security is the development of intelligent systems and algorithms for filtering the flow of e-mail. Now the most versatile tool for analysis in any field is neural networks. The experiment described in this article is to develop an intelligent system for monitoring e-mail messages to protect against unwanted messages.

Keywords: machine learning; deep learning; mail message control; intelligent systems.

И. У. Хайруллин, студент
И. И. Сабиров, студент

Кафедра «Защита информации в компьютеризированных системах»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Актуальность информационной безопасности в медицинских учреждениях

В статье анализируются особенности информационной безопасности в медицинских учреждениях. Рассматриваются понятие и составные компоненты информационной безопасности, виды защиты в рамках ключевой характеристики сущности информационной безопасности и направления, по которым осуществляется информационная безопасность в медицинских учреждениях.

Ключевые слова: информация; безопасность; медицина.

В России, как и во многих других странах, системы здравоохранения сталкиваются с серьезными проблемами в области информационной безопасности (ИБ). Недостаточное внимание к этому вопросу может привести к утечке конфиденциальной информации, персональных данных пациентов и повышению риска мошенничества [1]. В этой статье мы рассмотрим актуальность ИБ в медицинских учреждениях в России.

Первым и наиболее очевидным аспектом актуальности ИБ в медицинских учреждениях является необходимость защиты персональных данных пациентов. Медицинские данные содержат высокочувствительную информацию, включающую личную, медицинскую и финансовую информацию [2]. К сожалению, такие данные могут быть скомпрометированы и использованы мошенниками или крайне неблагонадежными людьми.

Второй аспект связан с технологическими изменениями, которые происходят в сфере медицины. Технологии, такие как интернет-пациенты, медицинское оборудование и персонализированная медицина, все это требует новых подходов к безопасности и обработке данных. Более новые методы выявления, обработки и передачи данных могут увеличить объем персональных данных, которые хранятся в электронном виде. Повышение объема данных в электронном виде делает медицинские учреждения уязвимыми для кибератак.

Третий аспект – это изменения в требованиях законодательства, связанных с защитой персональных данных. В свете новых требований ЕС по защите данных (GDPR), Россия также изменила свою систему правовых норм, в том числе Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных». В связи с этим медицинские учреждения должны быть готовы выполнять все соответствующие требования, а также принимать все меры и предприятия для защиты данных пациентов [3].

Четвертый аспект затрагивает ценность медицинских данных в коммерческом секторе. Злоумышленники могут использовать информацию о заболеваниях и лечении для выполнения рекламных кампаний, направленных на определенную целевую группу. Медицинские данные относятся к категории высокой ценности для киберпреступников, особенно с учетом быстрого развития медицинской технологии, систем обработки и хранения данных и умножения путей передачи данных.

Таким образом, приведем статистику мотивации организаций по внедрению системы защиты информации. Так в 2021 г. 75 % компаний внедряли защитное ПО, чтобы избежать санкций регуляторов, в 2022 г. таких компаний стало меньше – 62 %. При этом 38 % компаний назвали главным мотиватором к защите реальные потребности организации в ИБ [12]. Статистика представлена на рис. 1.

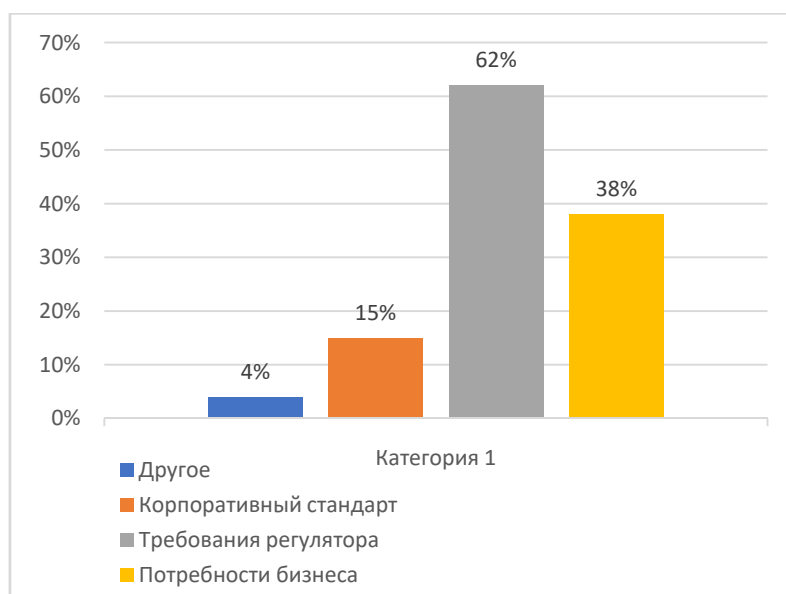


Рис. 1. Мотиваторы для создания средств защиты информации

Информационная безопасность в медицинских учреждениях является крайне актуальной темой сегодня. Необходимо разработать стратегии безопасности данных, которые будут обеспечивать защиту информации о пациентах. Медицинские учреждения должны проявлять активность, прикладывать все усилия для превентивных мер, в том числе различных систем современных криптографии и взломозащиты. Используя базу Федеральной службы государственной статистики (Росстат), можно производить анализ данных, устранение рисков и повышение эффективности диагностики заболеваний, сохранение и расширение широких возможностей в области организации медицинской помощи и борьбы с распространением болезней.

Для улучшения информационной безопасности в медицинских учреждениях следует проводить регулярные проверки и аудиты систем безопасности данных. Персонал медицинских учреждений должен проходить обучение вопросам ИБ и следить за соблюдением правил хранения и передачи данных [4]. Медицинские учреждения должны выбирать только надежных поставщиков оборудования и программного обеспечения, которые предлагают гарантированную защиту данных. Все составляющие безопасности в медицинских учреждениях должны быть направлены к одной цели: защите информации пациентов. Защита персональных данных должна быть приоритетным вопросом для медицинских учреждений. Любые нарушения безопасности делают медицинские учреждения и их работников ответственными перед законом и обществом [5].

Не существует универсального решения, которое бы сразу же решило все проблемы. Однако внедрение систем безопасности данных, правильное обучение персонала и выбор надежных поставщиков оборудования и программного обеспечения – это первые шаги на пути к защите персональных данных пациентов в медицинских учреждениях.

Одним из средств повышения ИБ является шифрование данных. Шифрование – это процесс кодирования данных, чтобы они стали нечитаемыми для людей, кроме тех, кто имеет ключ для их декодирования. Например, медицинские данные пациентов могут быть зашифрованы, чтобы предотвратить несанкционированный доступ к ним.

Важно обеспечить защиту физической безопасности медицинских учреждений, где хранятся конфиденциальные данные пациентов. Закрытые системы круглосуточного видеонаблюдения, контроль доступа к помещениям и территории учреждений, а также ограниченный доступ к комнатам, где хранятся личные данные, могут помочь предотвратить несанкционированный доступ к конфиденциальным данным.

Кроме того, медицинские учреждения могут использовать специализированные системы безопасности, которые способны обнаруживать потенциальные угрозы и вредоносное ПО в режиме реального времени. Эти системы могут предотвращать взломы и кражу данных путем блокировки уязвимостей в системах перед их использованием.

Чтобы обеспечить максимальную безопасность данных и защиту конфиденциальности пациентов, медицинские учреждения должны следовать правилам и рекомендациям международных и национальных стандартов по защите персональных данных, а также участвовать в обмене опытом и знаниями с другими специалистами в области информационной безопасности. Только в совокупности всех усилий можно достичь максимальной защиты персональных данных пациентов и обеспечить безопасность медицинской информации [6].

Одним из наиболее эффективных способов повышения информационной безопасности в медицинских учреждениях является использование специализированного программного обеспечения, которое способно обнаруживать вредоносное ПО и предотвращать атаки. Некоторые программные продукты могут предоставлять расширенный контроль доступа к конфиденциальной информации, а также уведомлять ответственных лиц в случае обнаружения уязвимости.

Медицинские учреждения часто фиксировали рискованное поведение (например, кража медицинского оборудования или распространение конфиденциальной информации) со стороны сотрудников (64 %). По сравнению с 2021 г. снизилось число инцидентов, когда уволенные работники пытаются вредить организации. В 2022 г. о таких случаях заявило 17 % респондентов против 34 % в 2021 г. [12]. Статистика представлена на рис. 2.

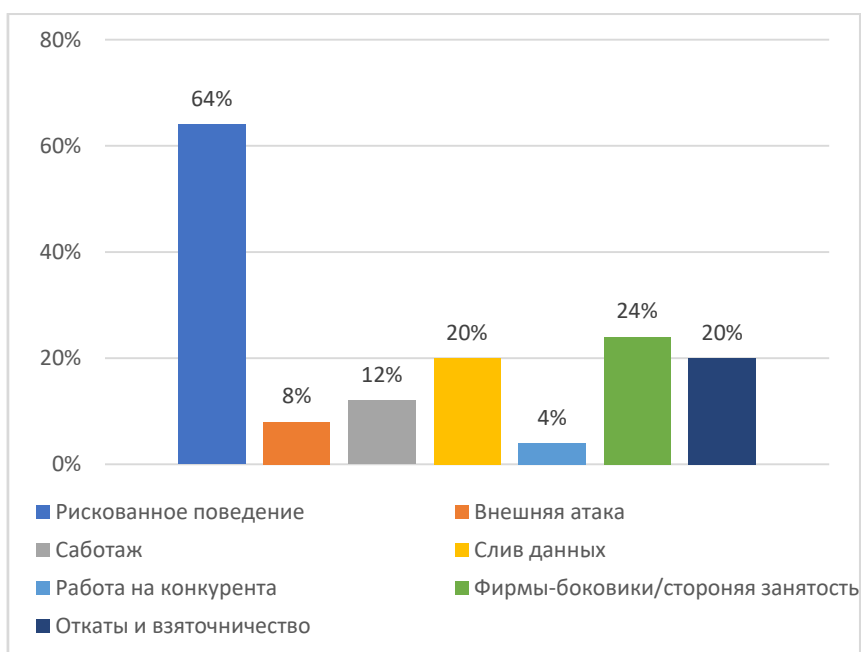


Рис. 2. Инциденты по вине сотрудников

Стоит обратить внимание на культуру безопасности в медицинских учреждениях. Это означает, что в медицинских учреждениях должны быть определены правила безопасного поведения персонала, чтобы избежать случайного или преднамеренного разглашения конфиденциальной информации [7]. Персонал должен проходить соответствующее обучение и соблюдать все заранее определенные правила и процедуры по обработке информации.

Наконец, не менее важно принимать меры по защите конфиденциальной информации пациентов во время ее передачи или обмена между медицинскими учреждениями и поставщиками медицинских услуг. Для этого может использоваться шифрование данных, безопасные механизмы обмена информацией, в том числе с использованием специализированного программного обеспечения и методов безопасной передачи данных. Следует обеспечить наличие заключенных между медицинскими учреждениями и поставщиками медицинских услуг соглашений о конфиденциальности, что поможет избежать возможности несанкционированного использования или распространения персональных данных пациентов [2].

Кроме того, важно следить за обновлением систем медицинских учреждений и программного обеспечения для обеспечения разумного уровня безопасности. Это может вклю-

чать в себя регулярное получение обновлений безопасности от поставщиков программного обеспечения, установку заплат безопасности и обновление операционных систем, если это необходимо. Частые проверки безопасности и аудиты могут помочь выявить уязвимости и улучшить уровень защиты данных.

Важно напоминать пациентам о необходимости использования сильных паролей и сложных кодов доступа для своих медицинских записей и аккаунтов, обеспечивать контроль доступа к этим учетным записям посредством двухфакторной аутентификации, особенно при доступе к конфиденциальной информации, включая личную информацию, ключевую медицинскую информацию и результаты лабораторных исследований.

Обеспечение уровня защиты, необходимого для защиты конфиденциальной информации пациентов в медицинских учреждениях, необходимо рассматривать как процесс, который не заканчивается только техническим обеспечением, но и включает в себя развитие культуры безопасности и тесное взаимодействие между руководством, персоналом и всеми заинтересованными сторонами. Только такой подход может обеспечить эффективное управление информационной безопасностью и сохранение конфиденциальности пациентов в медицинских учреждениях.

Для достижения более эффективного управления информационной безопасностью в медицинских учреждениях необходимо обеспечить интеграцию различных систем и процедур, которые используются в медицинском учреждении. Это включает в себя интеграцию различных платформ управления медицинскими записями, электронных медицинских записей и систем для автоматизации процессов, используемых в медицине, а также различных классов программного обеспечения [8].

Технологические преобразования, такие как переход к облаку, использование интернета вещей (IoT) и имплементация искусственного интеллекта (AI), могут помочь улучшить эффективность и точность процессов в медицинских учреждениях, но могут воздействовать и на безопасность интернет-систем в медицинских учреждениях. Поэтому, когда медицинские учреждения используют такие технологии, необходимо принимать соответствующие меры по управлению рисками и безопасностью в этих системах. Это включает регулярные неформальные проверки безопасности, использование эксклюзивных средств доступа, а также аудиторские проверки, чтобы найти возможные проблемы и решить их до того, как они приведут к утечке данных или другим нарушениям безопасности [9].

Стоит уделить внимание задаче обучения персонала: руководство и персонал медицинских учреждений должны быть во все времена осведомлены о возможных рисках и угрозах информационной безопасности и способности обеспечить соответствующий контроль и защиту персональной информации пациентов [10].

Подчеркнем, что достижение высокого уровня информационной безопасности в медицинских учреждениях – непрерывный процесс, который требует постоянного мониторинга и развития. Определение изменений в уровне угрозы и внедрение новых технологий безопасности – ключевые аспекты работы, позволяющие медицинским учреждениям обеспечить защиту персональной информации пациентов в будущем.

Для того чтобы обеспечить полную безопасность в медицинских учреждениях, необходимо уделять внимание физической безопасности. Например, необходимо соблюдать меры безопасности для предотвращения несанкционированного физического доступа к медицинским данным. Необходимо обеспечить адекватную физическую защиту серверных комнат, хранилищ данных и других устройств хранения информации. Это может включать в себя использование электронных систем наблюдения, контроля доступа и безопасности, пропускной системы, физическую охрану и меры контроля для расследования нарушений.

Другой важный аспект физической безопасности – обеспечение безопасности персонала медицинских учреждений. Учитывая, что медицинские учреждения хранят конфиденциальную информацию о многих пациентах, риск неправомерного доступа может возникнуть, если персонал не защищен. Поэтому медицинские учреждения должны обеспечивать необходимые меры защиты для своих сотрудников в медицинских учреждениях, включая обучение и подготовку персонала в области безопасности, обеспечение их безопасности на рабочем месте [11].

Необходимо следить за обеспечением безопасности оборудования, используемого в медицинских учреждениях. Например, использование устаревшего оборудования, которое не поддерживает обновления безопасности, может создать электронный вывод данных из медицинской системы, размеры которых могут быть значительны для медицинских учреждений, способных выявить эту угрозу.

Таким образом, медицинским учреждениям следует уделять особое внимание не только технологическим аспектам безопасности, но и физическим мерам обеспечения безопасности, чтобы защитить конфиденциальность пациентов и персонала медицинских учреждений.

Список использованных источников и литературы

1. Грачева, Е. А. Информационная безопасность // The Newman in Foreign Policy. – 2020. Т. 3, № 54 (98). – С. 57–59.
2. Российская Федерация. Законы. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации : федер. закон [от 21.11.2011 № 323-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/ (дата обращения: 11.10.2023).
3. Российская Федерация. Законы. О персональных данных : федер. закон [от 27.07.2006 № 152-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения: 11.10.2023).
4. Солодьянников, А. В. Информационная безопасность автоматизированных систем : учеб. пособие. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЭУ, 2020. – С. 14–15.
5. Основные принципы проектирования архитектуры современных систем защиты / М. В. Буйневич [и др.] // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2020. – № 3 (31). – С. 51–58.
6. Правительство Российской Федерации. Постановления. Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных : постановление [от 01.11.2012 № 1119] // КонсультантПлюс. – URL: <http://sp3-tver.ru/docs/1119Postan.pdf> (дата обращения: 11.10.2023).
7. Российская Федерация. Законы. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : федер. закон [от 27.07.2006 № 149-ФЗ] // Гарант. – URL: <https://base.garant.ru/12148555/> (дата обращения: 11.10.2023).
8. Гулиев, Я. И. Обеспечение информационной безопасности в медицинских организациях / Я. И. Гулиев, А. А. Цветков // Защита персональных данных. – 2016. – № 6. – С. 49–62.
9. Проблемы информационной безопасности в интернете вещей / А. С. Карев [и др.] // Интернет вещей и 5G. – 2016. – С. 66–70.
10. Зарипова, Г. К. Информационная безопасность (обязанности) / Г. К. Зарипова, Ж. Ж. Рамазонов // Научные исследования. – 2019. – № 1 (27). – С. 51–54.
11. Марков, А. С. Безопасность доступа: подготовка к CISSP / А. С. Марков, В. Л. Цирлов // Вопросы кибербезопасности. – 2015. – № 2 (10). – С. 60–68.
12. Информационная безопасность предприятия. Защита конфиденциальной информации компании от утечки. 2023 // SearchInform. – URL: <https://searchinform.ru/news/company-news/2023/03/02/v-2022-iz-medorganizacij-chasche-vsego-utekali-pdn-i-kommercheskaya-informaciya/> (дата обращения: 25.04.2023).

I. U. Khairullin, Student

I. I. Sabirov, Student

Department of Information Security in Computerized Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The relevance of information security in medical institutions

The article analyzes the features of InfoSec in medical institutions. The concept and components of InfoSec, types of protection within the key characteristics of the essence of InfoSec and the directions in which InfoSec is carried out in medical institutions are considered.

Keywords: information; security; medicine.

В. А. Филиппова, студент

К. А. Корелов, студент

Кафедра «Защита информации в компьютеризированных системах
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова»

Создание технического задания и технического проекта при проектировании системы безопасности объектов критической информационной инфраструктуры

Статья посвящена созданию технического задания и технического проекта для системы безопасности объектов критической информационной инфраструктуры. В статье описываются основные принципы проектирования таких систем, а также шаги, необходимые для создания качественного технического задания и технического проекта. Результатом выполнения этих шагов должна быть эффективная и надежная система безопасности, способная обеспечивать защиту критической информации.

Ключевые слова: техническое задание; технический проект; безопасность информационной инфраструктуры.

Тема «Создание технического задания и технического проекта при проектировании системы безопасности объектов критической информационной инфраструктуры» является весьма актуальной, поскольку в современном мире внимание к критической информационной инфраструктуре увеличивается. С каждым днем количество атак на критические объекты растет. Причиненный ущерб затрагивает сферы от коммерческой тайны до государственной безопасности, организации (предприятия) несут убытки. Правильно разработанные технические требования и проекты для защиты критической инфраструктуры от различных угроз помогут предотвратить атаки хакеров и сохранить целостность системы.

Система безопасности объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ) является одним из самых важных направлений обеспечения безопасности. Критическая информационная инфраструктура существует во многих отраслях и требует надежной защиты.

Организация (предприятие) является субъектом КИИ, если попадает под область действия отраслей, функционирующих в указанных сферах в определении «Субъект КИИ» Федерального закона от 26.07.2017 № 187 «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», в котором указано, что субъект КИИ должен создать систему безопасности значимого объекта КИИ.

Для обеспечения максимальной эффективности системы безопасности КИИ необходимо провести категорирование объектов КИИ и создать модель угроз (либо модернизировать при необходимости) [1].

Основными задачами системы безопасности КИИ являются:

1. Обеспечение надежной защиты информационных ресурсов объекта.
2. Предотвращение утечки и кражи конфиденциальной информации.
3. Установление систем контроля доступа и их контроль.
4. Обеспечение внутренней безопасности объекта.
5. Организация системы технической защиты объекта.
6. Контроль за оборудованием объекта.
7. Обучение персонала объекта правилам безопасности.

Система безопасности КИИ строится на основании технического задания (ТЗ) и технического проекта (ТП). Требования к ТЗ и ТЗ определяются Приказом ФСТЭК № 239 от

25.12.2017 «Требования по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуре».

Техническое задание на создание системы безопасности КИИ

Целью технического задания является установление требований, определение порядка и условий выполнения работ по созданию системы безопасности КИИ.

Техническое задание на создание системы безопасности КИИ содержит следующие разделы:

- а) цель и задачи обеспечения безопасности значимого объекта или подсистемы безопасности значимого объекта;
- б) категорию значимости значимого объекта;
- в) перечень нормативных правовых актов, методических документов и национальных стандартов, которым должен соответствовать значимый объект;
- г) перечень типов объектов защиты значимого объекта;
- д) требования к организационным и техническим мерам, применяемым для обеспечения безопасности значимого объекта;
- е) стадии (этапы работ) создания подсистемы безопасности значимого объекта;
- ж) требования к применяемым программным и программно-аппаратным средствам, в том числе средствам защиты информации;
- з) требования к защите средств и систем, обеспечивающих функционирование значимого объекта (обеспечивающей инфраструктуре);
- и) требования к информационному взаимодействию значимого объекта с иными объектами критической информационной инфраструктуры, а также иными информационными системами, автоматизированными системами управления или информационно-телекоммуникационными сетями;
- к) требования к составу и содержанию документации, разрабатываемой в ходе создания значимого объекта.

Результатом ТЗ является документ, описывающий требования и этапы системы безопасности КИИ [2].

Технический проект на создание системы безопасности КИИ

Целью технического проекта является проектирование системы безопасности КИИ.

Проектирование системы безопасности объекта осуществляется в соответствии с техническим заданием системы безопасности КИИ с учетом модели угроз безопасности информации и категорированием.

В технологическом процессе на создание системы безопасности КИИ проводятся следующие этапы:

- а) определяются субъекты доступа (пользователи, процессы и иные субъекты доступа) и объекты доступа;
- б) определяются политики управления доступом (дискреционная, мандатная, ролевая, комбинированная);
- в) определяются и обосновываются организационные и технические меры, подлежащие реализации в рамках подсистемы безопасности значимого объекта;
- г) определяются виды и типы средств защиты информации, обеспечивающие реализацию технических мер по обеспечению безопасности значимого объекта;
- д) осуществляется выбор средств защиты информации и (или) их разработка с учетом категории значимости значимого объекта, совместимости с программными и программно-аппаратными средствами, выполняемых функций безопасности и ограничений на эксплуатацию;
- е) разрабатывается архитектура подсистемы безопасности значимого объекта, включающая состав, места установки, взаимосвязи средств защиты информации;
- ж) определяются требования к параметрам настройки программных и программно-аппаратных средств, включая средства защиты информации, обеспечивающие реализацию

мер по обеспечению безопасности, блокирование (нейтрализацию) угроз безопасности информации и устранение уязвимостей значимого объекта;

з) определяются меры по обеспечению безопасности при взаимодействии значимого объекта с иными объектами критической информационной инфраструктуры, информационными системами, автоматизированными системами управления или информационно-телекоммуникационными сетями.

Результатом технического проекта является документ, описывающий системы безопасности КИИ [2].

Рекомендации к созданию системы безопасности КИИ

Необходимо помнить, что система безопасности КИИ должна включать в себя многоуровневую защиту как снаружи, так и изнутри. Система должна быть способна оперативно действовать в условиях возникновения угрозы как со стороны людей, так и со стороны природных и техногенных катастроф и чрезвычайных ситуаций.

Важную роль в системе безопасности КИИ играет рациональное использование современных технических средств и систем конфигурации безопасности. К таким средствам можно отнести системы:

- видеонаблюдения с функцией распознавания лиц;
- контроля доступа с применением биометрических технологий и электронных карт доступа;
- охранно-пожарной сигнализации и автоматической пожаротушения;
- поддержания температурного режима и вентиляции;
- защиты от проникновения, а также многие др.

Основной принцип разработки системы безопасности КИИ – это единство аппаратных и программных средств, которые должны функционировать как единый механизм. Для этого рекомендуется проводить регулярные испытания системы под различными сценариями и имитировать возможные ситуации, которые могут возникнуть на объекте.

Следует отметить, что с выходом Указа Президента Российской Федерации от 01.05.2022 № 250 «О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации» необходимо обращаться только к сертифицированным производителям отечественного производства [3].

Одним из основных элементов системы безопасности КИИ является охрана и контроль доступа на входах и выходах объекта. Для этих целей можно использовать как личный состав охраны, так и автоматизированные системы контроля доступа. Важным элементом охранной системы является охранно-пожарная сигнализация и автоматическое пожаротушение.

Для защиты информации от внешних угроз можно использовать технологии шифрования данных, виртуальные частные сети и многоуровневые системы контроля. Важно учитывать все уязвимые места в системе и постоянно совершенствовать меры по защите информации.

Необходимо также организовать систему резервного копирования данных и бэкапов, чтобы в случае внезапной потери данных, система могла быстро восстановиться.

Одним из факторов, влияющих на эффективность работы системы безопасности КИИ, является правильная организация обучения персонала правилам безопасности.

Злоумышленники активно пользуются человеческим фактором при помощи социальной инженерии. Социальная инженерия – это применение методов манипуляции человеческим поведением или мнениями для достижения конкретных целей. Например, киберпреступники могут использовать социальную инженерию для обмана сотрудников и получения доступа к конфиденциальной информации.

Для уменьшения рисков социального инжиниринга необходимо регулярно проводить обучение персонала, которое включает в себя как технические аспекты, так и поведенческую психологию. Сотрудники должны знать, как обнаружить попытки фишинга, фальшивых сайтов или мошенничества по телефону [4].

Кроме того, необходимо установить жесткие правила по обработке конфиденциальной информации, обеспечить контроль доступа, использовать многоуровневый подход к защите данных, создать процедуры регулярного обновления программного обеспечения и контроля за оборудованием.

Еще одним важным элементом в системе безопасности КИИ является мониторинг и анализ событий. Это позволит оперативно обнаруживать и реагировать на возможные угрозы, а также проводить анализ мер безопасности и совершенствовать их.

Для этого можно использовать системы *SIEM (Security Information and Event Management)*, которые позволяют собирать, хранить, анализировать, а затем представлять информацию о событиях в системе безопасности. *SIEM*-системы будут оповещать ответственных сотрудников в случае обнаружения подозрительной активности в системе, что позволит оперативно принимать меры по ее предотвращению.

Оценка рисков является неотъемлемой частью системы безопасности значимого объекта КИИ. Определение потенциальных рисков и угроз, оценка их степени и вероятности, а также разработка мер по их предотвращению и управлению – все это поможет грамотно организовать систему безопасности и обеспечить надежную защиту КИИ [5].

Кроме того, система безопасности должна быть гибкой и приспособленной к изменчивости современных технологий и угроз. *Continuous Integration and Delivery (CI/CD)* является отличным решением для быстрого внедрения новых продуктов, а также обеспечения постоянного обновления системы безопасности в целом [6].

Система безопасности КИИ должна быть комплексной, включающей технические средства и инфраструктуру, социальную инженерию, обучение персонала, меры по предотвращению угроз и анализу событий. Тестирование уязвимостей и оценка рисков должны проводиться регулярно. Кроме того, система безопасности должна быть гибкой и устойчивой к изменениям в технологиях и угрозах, которые появляются время от времени. Только правильно организованная система, современные технологии и обучение персонала могут обеспечить надежную защиту КИИ.

Выводы

Проектирование систем безопасности объектов критической информационной инфраструктуры является важным этапом при построении защиты организации (предприятия). Техническое задание и технический проект являются необходимыми документами при проектировании систем безопасности. Важно учесть все требования и особенности проектируемого объекта и обеспечить максимальную эффективность системы безопасности. Применение рекомендаций, представленных в данной статье, поможет разработчикам создавать более надежные и безопасные системы критической информационной инфраструктуры.

Список использованных источников и литературы

1. Российская Федерация. Законы. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации : федер. закон [от 26.07.2017 № 187-ФЗ (последняя редакция)] // Официальное опубликование правовых актов. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201707260023> (дата обращения: 11.10.2023).
2. Федеральная служба по техническому и экспортному контролю. Приказы. Об утверждении Требований по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной структуры российской Федерации (Зарегистрирован 26.032018 № 50524) [от 25 декабря 2017 г. № 239] // Официальное опубликование правовых актов. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201803270041> (дата обращения: 11.10.2023).
3. Президент Российской Федерации. Указы. О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации : указ [от 01.05.2022 № 250] // Президентъ России. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/47796> (дата обращения: 11.10.2023).
4. Как избежать атаки с использованием социальной инженерии // Kaspersky. – URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/threats/how-to-avoid-social-engineering-attacks> (дата обращения: 11.10.2023).

5. Управления рисками информационной безопасности. Часть 7. Стандарт ISO/IEC 27005:2018 (продолжение). Стандарт IES 31010:2019 // Security Vision. – URL: <https://www.securityvision.ru/blog/uvpravlennie-riskami-informatsionnoy-bezopasnosti-chast-7-standart-iso-iec-27005-2018-prodolzhenie-sta/> (дата обращения: 11.10.2023).

6. Cisco: безопасность должна быть простой, интеллектуальной и повсеместной // news.myseldon. – URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/250952234> (дата обращения: 11.10.2023).

V. A. Filippova, Student

K. A. Korelov, Student

Department of Information Security in Computerized Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Creation of a technical specification and a technical project for the design of a security system for critical information infrastructure facilities

This article is devoted to the creation of a technical task and a technical project for the security system of critical information infrastructure facilities. The article describes the basic principles of designing such systems, as well as the steps necessary to create a high-quality technical specification and technical project. The result of these steps should be an effective and reliable security system capable of protecting critical information.

Keywords: terms of reference; technical project; information infrastructure security.

Д. Н. Захаров, студент
Кафедра «Защита информации в компьютеризированных системах»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Сравнительный анализ DLP-систем на российском рынке

Рассматривается важность информационной безопасности и преимущества систем DLP для защиты конфиденциальных данных. Описываются ключевые критерии и факторы, которые следует учитывать при выборе DLP-системы.

Ключевые слова: DLP-системы; безопасность данных; критерии оценки DLP-систем.

В сегодняшнюю цифровую эпоху информация стала одним из самых ценных активов для организаций. В условиях роста зависимости от технологий и растущего ландшафта киберугроз обеспечение безопасности конфиденциальной информации стало первостепенной задачей. Организации сталкиваются с постоянными проблемами в защите своих критически важных данных от несанкционированного доступа, кражи и случайных или преднамеренных утечек данных. Это привело к тому, что информационная безопасность стала критическим аспектом современных бизнес-операций. Одной из ключевых технологий, играющих решающую роль в защите конфиденциальной информации, являются системы предотвращения потери данных (*DLP*). Мы рассмотрим важность информационной безопасности и углубимся в важность систем *DLP* для защиты данных организации. Мы обсудим ключевые функции, преимущества и факторы, которые следует учитывать при оценке систем *DLP*, чтобы помочь организациям принимать обоснованные решения по защите своей конфиденциальной информации от утечек и взломов данных [1].

Что такое *DLP*-системы? Они предназначены для предотвращения передачи или доступа к конфиденциальной информации неавторизованными пользователями. Эти системы отслеживают и контролируют поток данных внутри организации и предотвращают утечку данных. Системы *DLP* могут идентифицировать конфиденциальные данные и отслеживать их использование независимо от того, используются ли они внутри организации или передаются внешним сторонам [2].

Важность систем *DLP*. Системы *DLP* играют решающую роль в защите конфиденциальных данных, включая финансовую информацию, личные данные и интеллектуальную собственность. Без систем *DLP* организации уязвимы к утечке данных, что может дорого обойтись и нанести ущерб их репутации. Кроме того, нормативные требования, такие как *GDPR* и *ССРА*, требуют от организаций принятия мер по защите конфиденциальных данных, что делает системы *DLP* необходимыми для соблюдения требований.

Для сравнения *DLP*-систем будем использовать следующий список критериев:

1) Точность и эффективность: насколько точно и эффективно система *DLP* обнаруживает и предотвращает утечки данных или случаи потери данных? Это можно оценить на основе способности системы точно идентифицировать конфиденциальные данные, ее способности обнаруживать утечки данных по различным каналам (например, электронная почта, интернет, облако) и ее общей эффективности в предотвращении случаев потери данных.

2) Покрытие и объем: какие типы данных поддерживает система *DLP*? Разные системы могут иметь разные возможности с точки зрения обнаружения и защиты различных типов данных, таких как информация, позволяющая установить личность (*PII*), финансовые данные, интеллектуальная собственность или конфиденциальные бизнес-данные.

3) Варианты развертывания. Системы *DLP* можно развертывать различными способами, например локально, в облаке или в виде гибридного решения. Подумайте о вариантах развертывания, предлагаемых системой *DLP*, и о том, соответствуют ли они ИТ-инфраструктуре вашей организации и требованиям безопасности.

4) Управление политиками и настройка: системы *DLP* обычно позволяют определять политики и правила для обнаружения и предотвращения случаев потери данных. Учтите простоту управления политиками и настройки, предлагаемые системой *DLP*, например, возможность определения детальных политик на основе типов данных, ролей пользователей и других соответствующих факторов.

5) Возможности интеграции: системам *DLP* может потребоваться интеграция с другими технологиями безопасности, такими как системы управления информацией и событиями безопасности (*SIEM*), инструменты реагирования на инциденты с потерей данных (*DLIR*) или системы управления идентификацией и доступом (*IAM*). Рассмотрите возможности интеграции системы *DLP* и ее способность беспрепятственно работать с другими инструментами безопасности в экосистеме вашей организации.

6) Пользовательский интерфейс и простота использования. Оцените пользовательский интерфейс и общую простоту использования системы *DLP*, включая такие функции, как информационные панели, отчеты и оповещения. Удобный пользовательский интерфейс может упростить специалистам по безопасности настройку, мониторинг и эффективное управление системой *DLP*.

7) Производительность и масштабируемость. Учитывайте производительность и масштабируемость системы *DLP*, включая такие факторы, как скорость обработки, использование ресурсов и способность обрабатывать большие объемы данных. Это особенно важно для организаций с большими объемами данных или сложной ИТ-средой.

8) Соответствие нормативной базе: системы *DLP* часто используются для обеспечения соответствия нормативным требованиям, таким как *GDPR*, *HIPAA* или *PCI-DSS*. Оцените способность системы *DLP* соответствовать соответствующим нормативам и нормативным требованиям, включая поддержку классификации данных, обнаружение дополнительных данных и ведение журналов аудита.

9) Отчетность и аналитика. Рассмотрите возможности отчетности и аналитики системы *DLP*, такие как возможность создавать подробные отчеты, отслеживать инциденты с потерей данных и анализировать тенденции. Надежные возможности отчетности и аналитики могут помочь организациям получить представление об их усилиях по предотвращению потери данных и принимать обоснованные решения [3].

10) Демо-версии. Некоторые системы *DLP* могут предлагать демо-версии или бесплатные пробные версии, которые позволяют организациям протестировать продукт перед принятием решения о покупке. Этот критерий может быть полезен для оценки удобства использования, функций и общей производительности системы *DLP* в реальной среде без совершения полной покупки.

11) Стоимость и лицензирование. Оцените модель стоимости и лицензирования системы *DLP*, включая такие факторы, как первоначальные затраты, текущие расходы на обслуживание и лицензионные сборы. Учитывайте общую стоимость владения (TCO) и соответствие модели ценообразования бюджету и требованиям вашей организации[4].

12) Доступность в России. Организации, работающие в России или нуждающиеся в резидентности данных, могут выбрать *DLP* с локализованной поддержкой, соответствующей местным правилам и размещенной на серверах в России, для обеспечения защиты данных и соблюдения законодательства.

Простота установки включает в себя следующие пункты: время установки, наличие инструкций, необходимость специальных знаний, автоматизация процесса и техническая поддержка. Чем быстрее и проще проходит установка системы, тем выше ее оценка по данному критерию.

Сертификация Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК) гарантирует, что *DLP*-система прошла независимое тестирование и проверку на соответствие российским государственным стандартам безопасности, что может быть важно для организаций, работающих в России или с российскими партнерами.

Сравнивать системы мы будем по десятибалльной шкале, где большая оценка, соответствует лучшему результату, кроме параметра стоимости и лицензирования, меньшая цена лицензирования будет означать больший балл.

Для сравнения мы будем рассматривать следующий список популярных *DLP*-решений:

1. Symantec Data Loss Prevention
2. McAfee Total Protection for Data Loss Prevention
3. Forcepoint DLP
4. Digital Guardian
5. InfoWatch Traffic Monitor
6. Falcongaze Secure Tower
7. SearchInform КИБ
8. Proofpoint Data Loss Prevention
9. Cisco Data Loss Prevention
10. Гарда Предприятие

Результаты сравнения представлены в таблице.

Сравнение готовых *DLP*-решений

<i>DLP</i> -решения	Точность и эффективность	Покры- тие и объем	Варианты разверг- вания	Управление политиче- скими настройками	Возмож- ности интегра- ции	Пользова- ва- тельсктй интер- фейс	Пр-ть и мас- штабность	Соответ- ствие норматив- ной базе
Symantec DLP	8	9	8	9	6	6	9	7
McAfee Total Protec- tion for DLP	7	8	9	8	8	7	8	7
Forcepoint DLP	9	7	9	7	7	8	8	7
Digital Guardian	7	9	7	9	7	6	7	8
Info Watch Traffic Monitor	8	8	7	7	6	9	6	8
Falcongaze Secure Tower	8	9	8	8	7	8	8	9
Search Inform КИБ	8	8	8	6	6	6	7	8
Proofpoint DLP	9	8	9	8	9	7	8	7
Cisco DLP	7	7	7	8	7	8	8	7
Гарда Предприятие	7	8	7	6	6	8	7	8
Весовой коэффициент	0,100	0,050	0,050	0,025	0,025	0,050	0,050	0,100

<i>DLP</i> -решения	Отчетность и аналитика	Наличие демоверсии	Стоимость и лицензи- рование	Доступ- ность в России	Простота установки	Сертифика- ция ФСТЭК	Рейтинг
Symantec DLP	8	0	4	10	8	0	5,9
McAfee Total Protection for DLP	8	10	6	10	7	0	7,1
Forcepoint DLP	7	10	8	10	9	0	7,6
Digital Guardian	6	10	5	10	8	0	6,8
Info Watch Traffic Monitor	8	10	2	10	7	5	7,0
Falcongaze Secure Tower	7	10	10	10	9	2	8,2
Search Inform КИБ	8	10	9	10	6	5	7,9
Proofpoint DLP	9	10	1	10	7	0	6,6
CiscoDLP	7	10	3	10	8	0	6,5
Гарда Предприятие	8	10	7	10	5	5	7,5
Весовой коэффициент	0,050	0,100	0,150	0,100	0,050	0,100	

Сумма баллов подсчитывалась при использовании весовых коэффициентов критериев по формуле: $\sum \text{балл}(i) \cdot \text{вес}(i)$.

По итогу сравнения наивысшую оценку получила инновационная *DLP*-система *Falcongaze Secure Tower*, разработанная отечественными специалистами. На втором месте расположилось решение от *Search Inform*, а тройку лидеров замкнула *Forcepoint DLP*. Изучив данные, можно сделать вывод, что для российского рынка предпочтительнее выбирать местные решения, т. к. они обладают сертификацией ФСТЭК, которая является важным критерием. Кроме того, российские разработчики предлагают продукты, соответствующие международным стандартам, что дает им преимущество в нашем рейтинге.

В заключение можно сказать, что системы *DLP* имеют решающее значение для защиты конфиденциальных данных организаций от несанкционированного доступа и утечки данных. Эти системы обеспечивают централизованное представление использования данных и контролируют поток данных внутри организации. Организации, которые не внедряют *DLP*-системы, подвергают риску свои конфиденциальные данные, что может иметь серьезные последствия.

Список использованных источников и литературы

1. Сравнительный обзор средств предотвращения утечек данных (DLP) // Безопасность пользователей в сети Интернет. – URL: <https://safe-surf.ru/specialists/article/5233/609990/> (дата обращения: 28.04.2023).
2. Сравнение DLP-систем // SearchInform. – URL: <https://searchinform.ru/informatsionnaya-bezopasnost/dlp-sistemy/kak-vybrat-dlp-sistemu/sravnenie-dlp-sistem/> (дата обращения: 24.04.2023).
3. Обзор популярных российских DLP-систем // VC.ru. – URL: <https://vc.ru/services/75433-obzor-populyarnyh-rossijskih-dlp-sistem> (дата обращения: 23.04.2023).
4. Обзор DLP-систем: как выбрать, топ лучших программ // Инсайдер. – URL: https://xn--80aidjgwzd.xn--p1ai/news/dlp_sistema_obzor_luchshikh_programm/ (дата обращения: 26.04.2023).
5. Data Loss Prevention Reviews and Ratings // Gartner. – URL: <https://www.gartner.com/reviews/market/data-loss-prevention> (дата обращения: 25.04.2023).
6. Российский рынок DLP-систем: обзор популярных решений // CyberMedia. – URL: <https://securitymedia.org/analytics/rossijskij-rynok-dlp-sistem-obzor-populyarnyh-reshenij.html> (дата обращения: 25.04.2023).
7. Обзор и сравнение лучших opensource DLP систем 2023 года // Kickidler. – URL: <https://www.kickidler.com/ru/info/obzor-i-sravnenie-luchshix-besplatnyix-open-source-dlp-sistem.html> (дата обращения: 27.04.2023).

D. N. Zakharov, Student
Department of Information Security in Computerized Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Comparative analysis of DLP-systems in the russian market

The importance of information security and the advantages of DLP systems for protecting confidential data are considered. It also describes the key features and factors to consider when choosing a DLP system.

Keywords: DLP systems; data security; evaluation criteria for DLP systems.

Л. О. Загорская, студент
М. В. Ющак, студент
Кафедра «Комплексная защита информации»
Омский государственный технический университет

Обзор атак «отказ в обслуживании» в сети организаций

Рассматриваются разновидности популярных DoS-атак и рекомендации по построению сетей с большей отказоустойчивостью для предприятий. Составлены блок-схемы для описанных атак.

Ключевые слова: атаки типа «отказ в обслуживании»; сетевая безопасность; отказоустойчивость; обнаружение атак; противодействие атакам; блок-схема.

Атака типа «отказ в обслуживании» – это тип кибератаки, целью которой является нарушение нормальной работы компьютерной системы или сети, обеспечение ее недоступности для законных пользователей. Успешная DoS-атака может значительно увеличить финансовый и репутационный ущерб, увеличить потенциальную утечку данных [1].

DoS-атака запускается из одной точки в интернете, которая является внешней по отношению к собственной системе. Во многих случаях атака происходит из какой-либо системы, уже взломанной посредством компрометации злоумышленником. Своя собственная система используется крайне редко по причине быстрого обнаружения нарушителя государственными службами [1].

Кибератака – это любой наступательный маневр, нацеленный на компьютерные информационные системы, компьютерные сети, инфраструктуры, персональные компьютерные устройства или смартфоны [2].

Ошибки первого рода – ситуация, когда отвергнута верная нулевая гипотеза (об отсутствии связи между явлениями или искомого эффекта), ложноположительное заключение [2].

Ошибки второго рода – ситуация, когда принята неверная нулевая гипотеза, ложноотрицательное заключение [2].

SQL-инъекция – это кибератака, при которой хакер запускает вредоносные SQL-запросы через приложение для манипулирования базой данных. Эти атаки могут затронуть любой веб-сайт или веб-приложение, которое опирается на базу данных SQL (*MySQL, Oracle, Sybase, Microsoft SQL Server, Access, Ingres* и т. д.) [3].

Информационно-вычислительная сеть – система, обеспечивающая обмен данными между вычислительными устройствами – компьютерами, серверами, маршрутизаторами и другим оборудованием или программным обеспечением. Для передачи информации могут быть использованы различные среды передачи данных [4].

Цель данной статьи: создание ознакомительного материала для сотрудников гипотетической компании, помогающего повысить осведомленность о данной угрозе.

Задачи:

1. Произвести классификацию видов злоумышленников, совершающие атаки.
2. Описать с помощью блок-схем работы 3 типов DoS-атак.
3. Выявить признаки атаки.
4. Перечислить меры защиты для повышения отказоустойчивости сети.

Чтобы лучше противостоять сетевым угрозам, важно знать потенциальных злоумышленников. Составим собственную классификацию видов нарушителей:

1. Вымогатели. Угрожают деактивировать службу для дальнейшего получения выкупа.
2. Хактивисты – зачастую инициаторы политических заявлений, оппозиция.

3. Конкуренты – борьба между экономическими субъектами с использованием незаконных методов выявления стратегий сторонней компании.

4. Отвлекающие – используют атаку, чтобы отвлечь внимание от своей реальной цели – вывод из строя объектов критической информационной инфраструктуры для получения материальной выгоды [1, 5].

Далее необходимо проанализировать некоторые типы *DoS*-атак:

Удар по уровню приложений – вид атаки, которая направлена на эксплуатацию уязвимостей в приложении или на его службах.

Список известных на сегодняшний день признаков атаки:

1. Неожиданное поведение приложения. Например, приложение перестало обрабатывать запросы, неправильная обработка данных (*SQL*-инъекция или атака с использованием другого скрипта) (рис. 1).

2. Нетипичный трафик. Его увеличение, отклонение от нормальных значений.

3. Неверная аутентификация или авторизация. Ошибки первого и второго рода.

4. Несанкционированный доступ к системным ресурсам. Зачастую сопровождается изменением содержимого данных.

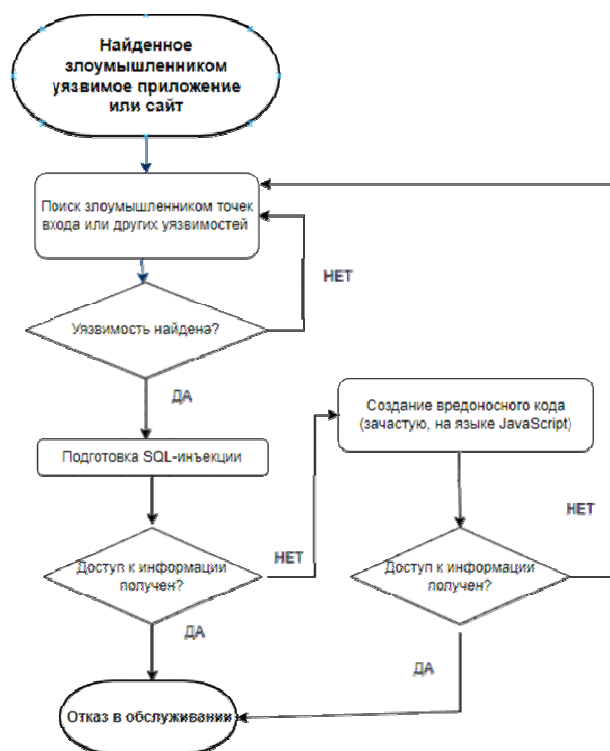


Рис. 1. Блок-схема атаки «Удар по уровню приложений»

Смурф-атака – тип кибератаки, при которой отправленные злоумышленником пакеты с поддельным *IP*-адресом в систему жертвы никогда не дойдут до адресата, т. к. *IP*-адрес не относится ни к одному из узлов, сетевые устройства будут отправлять широковещательные пакеты, образуя широковещательный шторм [6]. В результате система жертвы становится неработоспособной. Такой тип атаки получил свое название от вредоносной утилиты «*DDoS.Smurf*», которая широко использовалась в 1990-х годах (рис. 2).

Список известных на сегодняшний день признаков атаки:

1. Повышение времени отклика: сеть получила значительную потерю времени при обработке запросов от клиентов.

2. Необычная активность на сетевых устройствах (коммутатор, маршрутизатор).

3. Нетипичный трафик: его увеличение, отклонение от нормальных значений.

4. Полный отказ в обслуживании клиентов сервером.

Атака с переполнением буфера – тип кибератаки, направленной на программы, пытающиеся внедрить и выполнить вредоносный код в память целевой системы. Эта атака осуществляется путем использования уязвимости в программе, которая позволяет злоумышленнику перезаписать буфер или область памяти, вызывая переполнение и перезапись других областей памяти, которые могут содержать важную системную информацию или исполняемый код. В этой статье мы обсудим технические аспекты атак переполнения буфера, их влияние на системы и методы смягчения последствий этих типов атак (рис. 3).

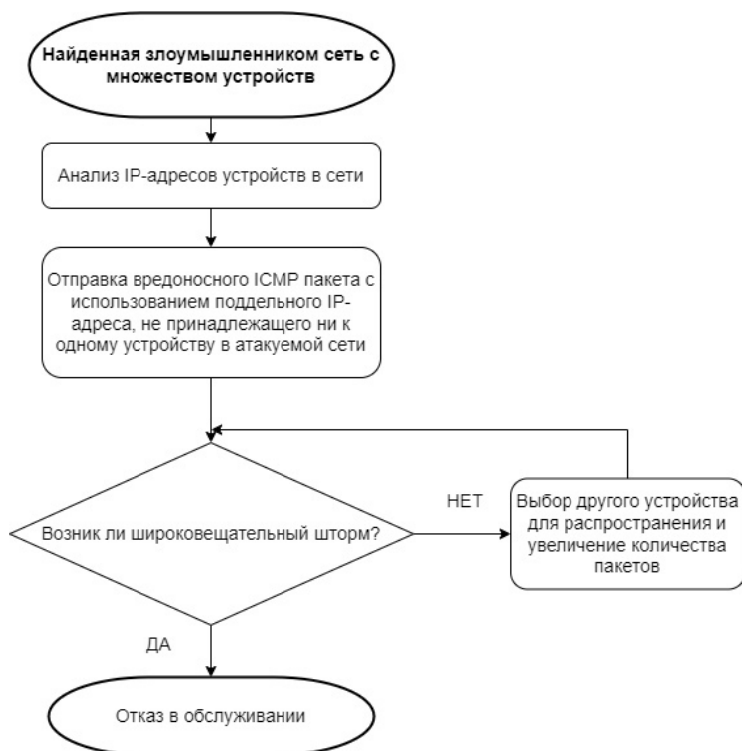


Рис. 2. Блок-схема атаки «Смурф атака»

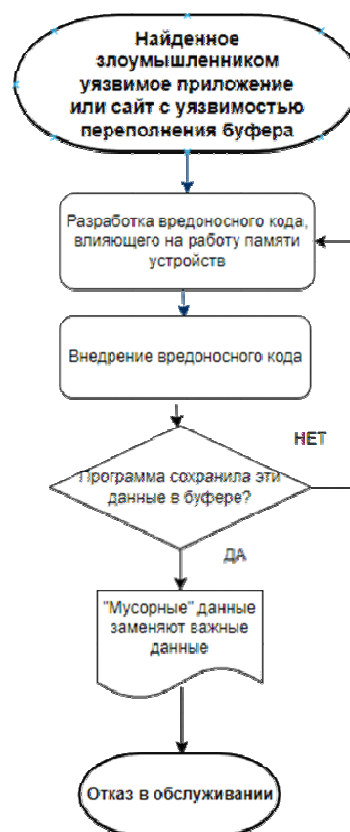


Рис. 3. Блок-схема атаки «Атака с переполнением буфера»

Список известных на сегодняшний день признаков атаки [3]:

1. Неожиданное завершение программы.
2. Появление ошибок при выполнении программ.
3. Изменение содержимого данных.
4. Нестандартное использование ресурсов процессора, оперативной памяти и постоянной памяти.
5. Появление нетипичных записей в логах программы.

Рекомендации по проектированию более устойчивой топологии сети для уменьшения угрозы атаки [4]:

1. Рекомендуется иерархическая топология сети, где базовый уровень сети изолирован от уровня доступа. Достоинством иерархической топологии является простота управления и масштабирования дополнительными узлами и аналогичными иерархическими сегментами. Среди недостатков – излишняя централизация и связанные с этим проблемы надежности [7] (рис. 4).

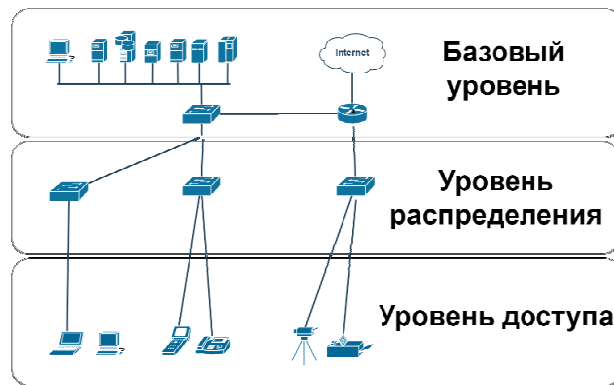


Рис. 4. Иерархическая топология сети

2. Необходимо обеспечить избыточность за счет добавления связей на базовом уровне и на уровне распределения. Применяемыми схемами дублирования являются, например, организация параллельных соединений, установка двух или более центральных маршрутизаторов. Повышение отказоустойчивости компонентов проявляется в применении коммутаторов, которые способны резервировать коммутирующий процессор. У этого решения есть существенный недостаток – незначительное увеличение времени сходимости после выхода из строя некоторых элементов сети [8].

3. Сеть необходимо сегментировать на подсети с помощью технологии *VLAN*, чтобы сдерживать воздействие атак. Поскольку традиционная локальная сеть (*LAN*) имеет возможность значительно снизить операционные расходы организации благодаря эффективной поддержке многоточечного соединения (*MP2MP*), рациональным решением будет сегрегация ее с помощью виртуальной локальной сети (*VLAN*), что, в свою очередь, сможет обеспечить эффективное сдерживание широковещательного трафика и предотвращение потери полосы пропускания [9].

4. Необходимо составить список контроля доступа (*ACL*) и реализовать механизм, контролирующий все взаимодействия пользователей в сети. Примером реализации данного механизма можно считать алгоритм фильтрации трафика с использованием фильтрации по *MAC*-адресу. В данном случае после проверки на наличие *MAC*-адреса отправителя в списке разрешенных происходит следующий этап проверки под название «Фильтрации посредством *ACL*», т. е. проверка, которая задана администратором системы [10].

5. Внедрение *IDS* и *SIEM* систем внутри предприятия. Система обнаружения вторжений *IDS* работает с анализом трафика на основе сигнатур или обнаружения аномалий, что может помочь наиболее быстро выявить проводимую *DoS*-атаку. Преимуществом системы является возможность исключить ошибку первого рода благодаря тому, что решение о блокировке атаки принимается не самой системой, а администратором. В свою очередь *SIEM*-система имеет более высокую стоимость и сложность реализации, но позволяет анализировать не только трафик конкретного устройства, но и другие каналы передачи информации. А также позволяет осуществлять упреждающее управление инцидентами и событиями безопасности в близком к реальному времени режиме, зачатую имея механизмы, прогнозирующие события на основе исторических данных, а также автоматической подстройки параметров мониторинга событий к конкретному состоянию системы [11–12]

6. Необходимо внедрить в политику безопасности пункт, который обяжет понести ответственность сотрудника при компрометации конфиденциальной информации, например, его учетных данных, по его вине. В данном случае при выявлении нарушения политики безопасности, в зависимости от степени ущерба произошедшей *DoS*-атаки для виновного предусматривается уголовная либо административная ответственность. Такое решение поможет уменьшить вероятность передачи лицам, не имеющим разрешения на доступ к этой информации [13].

Из приведенного обзора можно сделать вывод о том, какие схемы возникновения атак типа «отказ в обслуживании» существуют и не потеряли своей актуальности. После рассмот-

рения основных признаков каждой атаки и способов защиты от них можно с уверенностью сказать о том, что внедрение предложенных технологий позволит минимизировать вероятность осуществления данного типа атак.

Список использованных источников и литературы

1. Douligeris, C. DDoS attacks and defense mechanisms: classification and state-of-the-art / C. Douligeris, A. Mitrokotsa // Computer Networks. – 2004. – Vol. 44, no. 5. – Pp. 643–666.
2. Moulton, R. T. Network Security // Datamation. – 1983. – Vol. 29, iss. 7. – Pp. 121–127.
3. Dikilitaş, K. A comprehensive survey on DoS and DDoS attacks, their characteristics, prevention and mitigation techniques / K. Dikilitaş, R. Erol // Computer Networks. – 2019. – Vol. 167. – Pp. 106980.
4. Зобнин, Евгений. Устоять любой ценой. Методы борьбы с DoS/DDoS-атаками // Хакер. – 14.10.2009. – URL: <https://haker.ru/2009/10/14/49752/> (дата обращения: 11.10.2023).
5. DDoS-атаки. Причины возникновения, классификация и защита от DDoS-атак // EFSOL. – URL: <http://efsol.ru/articles/ddos-attacks.html> (дата обращения: 11.10.2023).
6. Что такое Smurf Attak (смурф-атака) // SecurityLab.ru. – URL: <https://www.securitylab.ru/blog/company/PandaSecurityRus/352116.php> (дата обращения: 11.10.2023).
7. Осия, Д. Л. Оценка характеристик иерархической сети доступа в условиях большой нагрузки // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. – 2017. – Т. 7. – №. 2. – С. 233–234.
8. Влияние механизмов обеспечения отказоустойчивости на качество обслуживания модели сети связи специального назначения / А. В. Ануфренко и др. // Прошлое, настоящее и будущее российской цивилизации : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ставрополь : Фабула, 2015. – С. 327–331.
9. Алими, И. А. Повышение производительности корпоративной сети с помощью VLAN / И. А. Алими, А. О. Муфутау // Американский журнал мобильных систем, приложений и сервисов. – 2015. – Т. 1, №. 2. – С. 82–93.
10. Способ сетевой фильтрации посредством использования ACL для предотвращения атак типа «отказ обслуживанию» / Д. А. Заколдаев и др. // Проблемы и перспективы в международном трансфере инновационных : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2020. – С. 22.
11. Применение технологии управления информацией и событиями безопасности для защиты информации в критически важных инфраструктурах / И. В. Котенко [и др.] // Труды СПИИРАН. – Вып. 1 (20). – Санкт-Петербург : Наука, 2012. – С. 27–56.
12. Котенко, И. В. Интеллектуальные механизмы управления кибербезопасностью // Управление рисками и безопасностью : тр. Ин-та системного анализа РАН. – Т. 41. – Москва : URSS, 2009. – С. 74–103.
13. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27002-2021 Методы и средства обеспечения безопасности. Базовая архитектура защиты персональных данных (2021) // Политика безопасности. – Москва : Стандартинформ, 2021.

L. O. Zagorskaya, Student

M. V. Yuschak, Student

Department of Integrated information protection
Omsk state technical university

An overview of denial-of-Service attacks in an enterprise network

Varieties of popular DoS attacks and recommendations for building networks with greater fault tolerance for enterprises are considered. Flowcharts for the described attacks have been compiled.

Keywords: denial-of-service attacks; network security; fault tolerance; attack detection; attack countermeasures; block diagram.

В. Ю. Воробьев, студент
Кафедра «Защита информации в компьютеризированных системах»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка правил корреляции для SIEM-системы IBM QRadar

Рассматривается процесс разработки, написания и внедрения правил корреляции для SIEM-системы IBM QRadar с целью обнаружения и своевременного предотвращения вредоносных действий злоумышленника. Каждое правило требует отладки на ложноположительные и ложноотрицательные результаты. Чем больше разнообразных правил используется, тем выше шанс выявить следы злоумышленника в информационной системе.

Ключевые слова: SIEM; IBM QRadar; правила корреляции.

Некоторые программно-аппаратные средства защиты информации имеют функционал создания уведомлений при выявлении аномалий или явной вредоносной активности. Однако даже в крупных компаниях с внушительным штатом сотрудников по информационной безопасности не всегда возможно своевременно реагировать на выявленные угрозы.

С данной задачей помогает справиться *Security Operation Center (SOC)* – особый отдел, состоящий из специалистов по информационной безопасности, который непрерывно обнаруживает, предотвращает и ликвидирует последствия компьютерных атак [1].

Одним из инструментов центра мониторинга кибербезопасности является *Security Information and Event Management (SIEM)* – система управления событиями информационной безопасности. Для ее работы необходимо разработать специальные правила, по которым события исследуются на предмет вредоносной активности.

1. Первое правило – закрепление в *Windows Platform Binary Table (WPBT)*.

Прошивка *UEFI* содержит область, в которой размещается бинарный код. После загрузки операционной системы данный код выполняется с привилегиями *SYSTEM* [2].

Эта область называется *Windows Platform Binary Table (WPBT)*. Задуманное разработчиками назначение состоит в гарантированном запуске антивирусного программного обеспечения (ПО), либо сервисного ПО от производителя (*ASUS, Lenovo, Dell* и т. п.). Однако этот функционал может использоваться и злоумышленниками.

Алгоритм:

1) Включение рабочей станции.
2) Процесс *smss.exe* вызывает функцию *NtQuerySystemInformation()* с параметром *System Platform Binary Information (0x85)*.

3) Функция *NtQuerySystemInformation()* сканирует *UEFI*-таблицу на наличие определенного паттерна: подстроки «WPBT», а также параметров длины кода, контрольной суммы. Если данные корректны, код программы передается процессу *smss.exe*

4) Процесс *smss.exe* создает файл *%systemroot%\system32\wpbbin.exe*

5) Процесс *smss.exe* запускает файл *wpbbin.exe* с параметрами, ранее полученные от функции *NtQuerySystemInformation()*.

6) Процесс *wpbbin.exe* запускается [3].

Ограничение: версия операционной системы *Windows* от 8 и выше [4]. В открытом доступе имеются инструменты для записи произвольного кода в данную таблицу [5].

Детектирование запуска *wpbbin.exe* может быть основано на поиске подстроки в событиях:

1) *Sysmon 1* (создание процесса, есть хэш-сумма).

2) *Sysmon 7* (загрузка библиотеки, есть хэш-сумма).

- 3) *Sysmon 11* (создание файла, хэш-сумма отсутствует).
- 4) *Windows Event Log 4688* (создание процесса, хэш-сумма отсутствует).

Но не на всех источниках присутствует служба *Sysmon* (ограничения вычислительной мощности компонентов, обеспечивающих работу *IBM QRadar*). Поэтому предлагается следующая логика:

- 1) Если зафиксировано нужное событие 4688 и служба *Sysmon* установлена (за 5 минут до появления события 4688 есть любое событие *Sysmon*), то не создавать сработку правила.
- 2) Или если зафиксировано нужное событие *Sysmon* (1, 7) и хэш-сумма файла сигнализирует о его безопасности, то не создавать сработку.
- 3) В ином случае правило должно создать уведомление.

Событие *Sysmon 11* не включается в корреляцию, поскольку не несет полезной информации для автоматизации правила.

Можно создать специальный список (*Reference Set*), в котором будут храниться проверенные легитимные хэш-суммы и сверять хэш-суммы из сработок с элементами этого списка для определения безопасности файла.

Результаты тестирования приведены на рис. 1.

sourceip	SHA256 Hash	CEP-EventIDCode	description	CEP-ParentImageName	CEP-Image
10.201.7.148	N/A	4688	Success Audit: A ne...	smss.exe	C:\Windows\System...

Рис. 1. Результаты тестирования

Итоговая логика представлена на рис. 2.

```

APPLY RULE_1-UEFI-WPBT-Persistence on events which are detected by the LOCAL system
AND when the event(s) were detected by one or more of Microsoft Windows Security Event Log
AND when the event QID is one of the following (5001828) Process Create, (5000862) Success
Audit: A new process has been created, (5001844) Image loaded
AND when an event matches any of the following BB_Exclude-4688-if-sysmon-installed
AND when the event matches CEP-ImageName (custom) contains any of wpbbin
AND NOT when any of SHA256 Hash (custom) are contained in any of (Shared)
RS-RULE-1-Legitimate hashes

```

Рис. 2. Итоговая логика правила RULE_1-UEFI-WPBT-Persistence

2. Второе правило – закрепление в ветке реестра телеметрии *Windows*

В планировщике *Windows* имеется задача, связанная с телеметрией. Конфигурация запуска хранится в ключах реестра `HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion\AppCompatFlags\TelemetryController`.

Если создать новый ключ реестра в *TelemetryController*, а затем в нем добавить ключ *Command* со значением пути до вредоносного файла, то при запуске запланированной задачи *Microsoft Compatibility Appraiser* будет порождаться указанный в *Command* процесс с привилегиями *SYSTEM*.

Для успешного закрепления необходимо создать ключ `REG_SZ` *Nightly* со значением 1. Запустить запланированную задачу можно вручную, выполнив команду `schtasks /run /tn "\Microsoft\Windows\Application Experience\Microsoft Compatibility Appraiser"`

На рис. 3 приведен пример содержимого ключа реестра, связанного с телеметрией *Windows*.

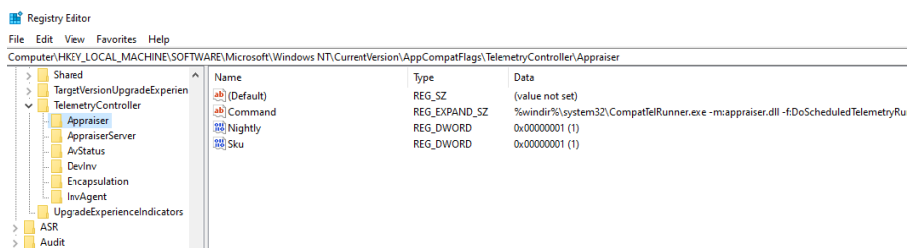


Рис. 3. Ключ, связанный с телеметрией *Windows*

Ограничения:

- 1) Windows 10 и выше или Windows Server 2019
- 2) Нужны права администратора [6].

В готовых правилах предлагалось исключить из рассмотрения запуск powershell и rundll [7]. В таком случае пропускается запуск вредоносной библиотеки или, например, выполнение нелегитимного скрипта.

По запускам powershell была собрана статистика. Для rundll была собрана статистика. В результате выявлен общий паттерн, а именно запуск 4 определенных библиотек: devinv.dll, appraiser.dll, pcasvc.dll, invagent.dll

Результаты тестирования представлены на рис. 4 и 5

sourceip	ParentImageName	CEP-ProcessCommandLine	CEP-Image	
172.18.0.50	CompatTelRunner.exe	C:\Windows\system32\notepa...	C:\Windows\System32\notepa...	1

Рис. 4. Сработка правила

```
Authority: SYSTEM EventID=1 EventIDCode=1 EventType=4 EventCategory=1
RecordNumber=76123654 TimeGenerated=1674165715 TimeWritten=1674165715
Level=Informational Keywords=0x8000000000000000 Task=SysmonTask-
SYSMON_EVENT_CREATE_PROCESS Opcode=Info Message=Process Create: RuleName: - UtcTime: 2023-01-19
22:01:55.728 ProcessGuid: {F3C7B483-BDD3-63C9-653A-000000003A00} ProcessId: 3288 Image: C:\Windows
\System32\notepad.exe FileVersion: 10.0.14393.0 (rs1_release.160715-1616) Description: Notepad Product:
Microsoft® Windows® Operating System Company: Microsoft Corporation OriginalFileName: NOTEPAD.EXE
CommandLine: C:\Windows\system32\notepad.exe -cv:aY0AmHFE/0qpUYVG.6 CurrentDirectory: C:\Windows
\system32\ User: NT AUTHORITY\SYSTEM LogonGuid: {F3C7B483-2163-63A0-E703-000000000000} LogonId: 0x3E7
TerminalSessionId: 0 IntegrityLevel: System Hashes:
MD5=3B508CAE5DEBCBA928B58C355517E2E6,SHA256=DA0ACEE8F60A460CFB5249E262D3D53211EBC4C777579E99C8202876154
1110A,IMPHASH=968239BE2020F1C0DAFFDCDBD49E9C82 ParentProcessGuid: {F3C7B483-BDCF-63C9-633A-
000000003A00} ParentProcessId: 4016 ParentImage: C:\Windows\System32\CompatTelRunner.exe
ParentCommandLine: C:\Windows\system32\compattelrunner.exe
```

Рис. 5. Сырой лог

Итоговая логика приведена на рис. 6.

```
APPLY RULE_2-Windows-telemetry-persistence on events which are detected by the LOCAL system
AND when an event matches any of the following BB_2-Command-line, BB_2-Parent-Image-Name, BB_2-Registry

APPLY BB_2-Parent-Image-Name on events which are detected by the LOCAL system
AND when an event matches any of the following BB_Windows-Process-Created
AND when the event matches CEP-ParentImageName (custom) matches any of expressions (?i)compattelrunner
AND NOT when the event matches CEP-Image (custom) matches any of expressions
[(?i)C:\Windows\System32\WerFault.exe or (?i)C:\Windows\System32\CompatTelRunner.exe or (?i)
C:\Windows\System32\conhost.exe or (?i)C:\Windows\Temp\.*\DismHost.exe or (?i)
C:\Windows\System32\DeviceCensus.exe]
AND NOT when the event matches CEP-ProcessCommandLine (custom) matches any of expressions (?i)
system32\CompatTelRunner.*?m:(invagent|appraiser|devinv|pcasvc)\.dll
AND NOT when the event matches CEP-ProcessCommandLine (custom) matches any of expressions [(?i)
powershell.*Write-Host.*?Final[s]+result: or (?i)rundll32.*?C:\Windows\system32\GeneralTel\dll]

APPLY BB_2-Command-line on events which are detected by the LOCAL system
AND when an event matches any of the following BB_Windows-Process-Created
AND when the event matches CEP-ProcessCommandLine (custom) matches any of expressions (?i)
AppCompatFlags\TelemetryController.*?command
AND NOT when the event matches CEP-ProcessCommandLine (custom) matches any of expressions (?i)
system32\CompatTelRunner.*?-m:(invagent|appraiser|devinv|pcasvc)\.dll

APPLY BB_2-Registry on events which are detected by the LOCAL system
AND when the event(s) were detected by one or more of Microsoft Windows Security Event Log
AND when the event QID is one of the following (5001832) RegistryEvent (Value Set)
AND when the event matches CEP-TargetObject (custom) matches any of expressions (?i)
AppCompatFlags\TelemetryController.*?command
AND NOT when the event matches CEP-Image (custom) matches any of expressions (?i)
C:\Windows\system32\compattelrunner.exe
AND NOT when the event matches Target Details (custom) matches any of expressions (?i)
system32\CompatTelRunner.*?m:(invagent|appraiser|devinv|pcasvc)\.dll
```

Рис. 6. Итоговая логика правила RULE_2-Windows-telemetry-persistence

1. Копирование закрытых файлов с помощью легитимной утилиты esentutil

Для сокрытия своих действий злоумышленники зачастую используют легитимные процессы. Например, встроенные утилиты Windows – LOLBins (Living Off the Land Binaries).

Одна из таких утилит – esentutil.exe. Предназначена для работы с базой данных Microsoft Joint Engine Technology (JET). Позволяет копировать, создавать альтернативные потоки данных, загружать данные удаленно.

В данном правиле внимание уделено копированию закрытых файлов. Например, ntds.dit или SAM.

Утилита находится:

- 1) в C:\Windows\SysWOW64\esentutl.exe
- 2) C:\Windows\System32\esentutl.exe

Для копирования используется параметр /y. Для доступа к закрытым файлам параметр /vss (сокращение от vss – volume shadow copy, т. е. теньевая копия диска). Пример: esentutl.exe /y /vss c:\windows\ntds\ntds.dit /d c:\folder\ntds.dit [8].

Итоговая логика представлена на рис. 7.

```
APPLY RULE_3-Locked-files-copy-via-esentutl on events which are detected by the LOCAL system
AND when the event(s) were detected by one or more of Microsoft Windows Security Event Log
AND when the event QID is one of the following (5001828) Process Create, (5000862) Success Audit: A new
process has been created
AND when the event matches CEP-Image (custom) matches any of expressions (?i)esentutl
AND when the event matches CEP-ProcessCommandLine (custom) matches any of expressions (?i)\y
AND when the event matches CEP-ProcessCommandLine (custom) matches any of expressions (?i)\vss
```

Рис. 7. Итоговая логика правила RULE_3-Locked-files-copy-via-esentutl

2. Дамп процесса с помощью библиотеки comsvcs.dll

Как отмечалось ранее, злоумышленники зачастую прибегают к использованию легитимных и встроенных инструментов *Windows* для достижения своих целей.

В данном случае рассматривается создание дампа процесса при помощи библиотеки Comsvcs.dll. Выполнять код, хранящийся в .dll библиотеках, можно при помощи rundll32.exe.

На сайте lolbas-project.github.io имеются различные примеры использования *LOLBIN*, которые могут использоваться в том числе и для вредоносных целей. Исследуемая команда --rundll32 C:\windows\system32\comsvcs.dll MiniDump [LSASS_PID] dump.bin full [9].

Для дампа процесса используется функция MiniDump библиотеки comsvcs.dll. С помощью несложного скрипта появляется возможность в автоматическом режиме дампить содержимое критических процессов. Например, LSASS[10].

В дальнейшем, при помощи Mimikatz извлечь хэши паролей и инструментами типа Hashcat или John the Ripper восстановить пароли от учетных записей.

Первоначальная логика правила основывалась на поиске подстрок comsvcs.dll и Minidump в командной строке процесса rundll32.exe.

Однако при дальнейшем исследовании были найдены примеры использования comsvcs.dll без написания строки MiniDump для дампа процесса. Вместо этого использовалось значение #24, соответствующее этой библиотеке, но из-за отсутствия ключевого слова “MiniDump” позволяло злоумышленникам обойти защитные механизмы, основанные на обработке текстовых данных.

Ложноположительных срабаток не возникало, однако случайным образом, при разборе другой сработки, внимание привлекло нетипично длинное название службы в событии установки нового сервиса (EventID 7045 и 4697).

Название файла состояло из команды для открытия cmd.exe, поиска pid процесса LSASS и дальнейшего его дампа при помощи библиотеки comsvcs.dll и MiniDump. Подробности на рис. 8.

```
OriginatingComputer=10.13.81.13 User=S-1-5-21-2817648874-1665489932-3945735657-500 Domain=
EventID=1073748869 EventIDCode=7045 EventType=4 EventCategory=0 RecordNumber=508384
TimeGenerated=1659607040 TimeWritten=1659607040 Level=Informational
Keywords=EventlogClassic Task=None Opcode=Info Message=A service was installed in the
system. Service Name: lhC1fExz Service File Name: cmd.exe /Q /c for /f "tokens=1,2 delims= " ^%A in
("tasklist /fi "Imagename eq lsass.exe" | find "lsass""') do rundll32.exe C:\windows\System32
\comsvcs.dll, MiniDump ^%B \Windows\Temp\fcWphb.icns full Service Type: user mode service Service Start
```

Рис. 8. Shell код в названии сервиса

На рис. 9 и 10 представлены результаты тестирования правила.

log_source	sourceip	EventID	Process ID	CEP-Image
------------	----------	---------	------------	-----------

Рис. 9. Сработка правила

```

Sysmon/Operational PluginVersion=7.3.0.41 Source=Microsoft-Windows-Sysmon
Computer=DC.testlab3.local OriginatingComputer=172.18.0.50 User=SYSTEM Domain=NT
AUTHORITY EventID=1 EventIDCode=1 EventType=4 EventCategory=1
RecordNumber=75873407 TimeGenerated=1673452169 TimeWritten=1673452169
Level=Informational Keywords=0x8000000000000000 Task=SysmonTask-
SYSMONEVENT_CREATE_PROCESS Opcode=Info Message=Process Create: RuleName: - UtcTime: 2023-01-11
15:49:29.515 ProcessGuid: {F3C7B483-DA89-63BE-EF2B-00000003A00} ProcessId: 6872 Image: C:\Windows
\System32\esentutl.exe FileVersion: 10.0.14393.2999 (rs1_release_inmarket.190520-1518) Description:
Extensible Storage Engine Utilities for Microsoft(R) Windows(R) Product: Microsoft® Windows® Operating
System Company: Microsoft Corporation OriginalFileName: esentutl.exe CommandLine: "C:\Windows\System32
\esentutl.exe" /y /vss C:\Windows\NTDS\ntds.dit /d C:\Users\Administrator\Exfiltration
\esentutl_ntds.dit CurrentDirectory: C:\Users\Administrator\ User: TESTLAB3\Administrator LogonGuid:
{F3C7B483-907F-63A1-B105-E60000000000} LogonId: 0xE605B1 TerminalSessionId: 2 IntegrityLevel: High
Hashes:

```

Рис. 10. Сырой лог

Итоговая логика приведена на рис. 11.

```

APPLY RULE_4-Process-dump-via-rundll-and-comsvcs-dll on events which are detected by the LOCAL system
AND when an event matches any of the following BB_4-Process-Create, BB_4-Service-Installed

APPLY BB_4-Service-Installed on events which are detected by the LOCAL system
AND when the event(s) were detected by one or more of Microsoft Windows Security Event Log
AND when the event QID is one of the following (5002022) System Information Event, (5000871) Success
Audit: A service was installed in the system
AND when the event matches CEP-Service File Name (custom) matches any of expressions (?i)comsvcs.*?
(MiniDump|#24)

APPLY BB_4-Process-Create on events which are detected by the LOCAL system
AND when an event matches any of the following BB_Windows-Process-Created
AND when the event matches CEP-ProcessCommandLine (custom) matches any of expressions (?i)comsvcs.*?
(MiniDump|#24)

```

Рис. 11. Итоговая логика правила RULE_4-Process-dump-via-rundll-and-comsvcs-dll

Отладка правил занимает продолжительное время и проходит в несколько различных итераций. Чаще возникают ложноположительные сработки. Ложноотрицательные связаны с человеческим фактором при написании правил.

В ходе исследования был разработан набор правил корреляции, который уже может использоваться в практических целях с минимальным количеством ложных сработок.

Список использованных источников и литературы

1. Что такое SOC и для чего он нужен компаниям // IT GUILD. – URL: <https://it-guild.com/info/blog/chto-takoe-soc-i-dlya-chego-on-nuzhen-kompaniyam/> (дата обращения: 22.04.2023).
2. Everyone Gets a Rootkit // Eclipsium. – URL: <https://eclipsium.com/2021/09/23/everyone-gets-a-rootkit/> (дата обращения: 24.04.2023).
3. Windows Platform Binary Table // GitHub. – URL: <https://persistence-info.github.io/Data/wpbbin.html> (дата обращения: 22.04.2023).
4. UEFI Persistence via WPBBIN – Detection & Response // Security Investigation. – URL: <https://www.socinvestigation.com/uefi-persistence-via-wpbbin-detection-response/> (дата обращения: 25.04.2023).
5. WPBT-Builder // GitHub. – URL: <https://github.com/tandasat/WPBT-Builder> (дата обращения: 26.04.2023).
6. Abusing Windows Telemetry for Persistence // TrustedSec. – URL: <https://www.trustedsec.com/blog/abusing-windows-telemetry-for-persistence/> (дата обращения: 27.04.2023).
7. Persistence via TelemetryController Scheduled Task Hijack // Elastic Security Solution. – URL: <https://www.elastic.co/guide/en/security/current/persistence-via-telemetrycontroller-scheduled-task-hijack.html> (дата обращения: 25.04.2023).
8. Esentutl.exe // LOLBAS. – URL: <https://lolbas-project.github.io/lolbas/Binaries/Esentutl> (дата обращения: 28.04.2023).
9. Comsvcs.dll // LOLBAS. – URL: <https://lolbas-project.github.io/lolbas/Libraries/comsvcs> (дата обращения: 29.04.2023).

10. OS Credential Dumping- LSASS Memory vs Windows Logs // Security Investigation. – URL: <https://www.socinvestigation.com/os-credential-dumping-lsass-memory-vs-windows-logs/> (дата обращения: 29.04.2023).

V. Yu. Vorobev, Student
Department of Information security in computerized systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of correlation rules for the IBM QRadar SIEM system

The development and implementation process of correlation rules for IBM QRadar SIEM system is observed in the article. Detection and prevention of an adversary impact on the information system as soon as possible is the main purpose of correlation rules. Each rule must be checked for false-positive and false-negative cases. The more different rules you use, the higher the chance to detect an intruder on the first attack stage.

Keywords: SIEM; IBM QRadar; correlation rules.

Е. В. Заболотнюк, студент
В. Ф. Горохова, старший преподаватель
Кафедра «Комплексная защита информации»
Омский государственный технический университет

Методика реагирования на кибератаки с использованием матрицы MITRE ATT&CK

В статье будет рассматриваться матрица MITRE ATT&CK, позволяющая помочь организациям понять, как действуют злоумышленники, какие инструменты и методы они используют, как обнаруживать и предотвращать их действия. Платформа основана на реальных сценариях атак и использует широкий спектр источников данных, включая аналитические отчеты, отчеты поставщиков и внутренние расследования.

Ключевые слова: кибератака; кибербезопасность; матрица MITRE ATT&CK; методы защиты информации.

Введение

На сегодняшний день проблема кибербезопасности является одной из наиболее приоритетных в современном мире. Незаконные действия хакеров могут привести к утечке конфиденциальной информации, нанести серьезные финансовые убытки, привести к нарушению работы организации и потере репутации. Для борьбы с этой проблемой используем базы знаний *MITRE*.

MITRE – это некоммерческая организация, которая занимается исследованием в области кибербезопасности. Ими разработана база знаний, которая позволяет организациям эффективно реагировать на кибератаки. Данная база содержит информацию о различных типах атак, их характеристиках, о том, как лучше защититься.

Матрица *MITRE ATT&CK* классифицирует *TTP* по определенным категориям, таким как разведка, подготовка ресурсов, первоначальный доступ, выполнение, закрепление, повышение привелегий, предотвращение обнаружения, получение учетных данных, исследование, перемещение внутри периметра, сбор данных, управление и контроль, эксфильтрация данных и воздействие. Матрица постоянно обновляется по мере обнаружения новых методов и инструментов атак.

Постановка задачи

Цель данной статьи – разработать методику реагирования на угрозы кибербезопасности, используя матрицу *MITRE ATT&CK*.

Для достижения поставленной цели были составлены следующие задачи:

1. Проанализировать существующие методики реагирования на инциденты
2. Разработка рекомендаций по реагированию на кибератаки
3. Анализ инцидента с целью изучения тактик и техник нарушителей и мер по их обнаружению.

Теория

Существует множество методик и стандартов, которые регулируют процесс реагирования на инциденты.

I. Стандарт ISO/IEC 27035:2011 является международным стандартом, который определяет рекомендации по процессу управления информационной безопасностью, связанной с оценкой рисков, инцидентами, управлением инцидентами, восстановлением после инци-

дента и улучшением процесса. Он обеспечивает методологию для эффективного решения проблем безопасности информации, возникших в организации. Помогает предотвратить потенциальные угрозы и минимизировать воздействие инцидентов на бизнес.

Основные этапы стандарта:

1. Планирование и подготовка: определение зон ответственности, выделение ресурсов и подготовка процедур действий, если происходит инцидент.
2. Обнаружение: определение наличия инцидента в системе или сети.
3. Оценка возможных последствий инцидента и его влияния на бизнес-процессы.
4. Реагирование: разработка и реализация плана действий, который позволяет быстро и эффективно устранить инцидент.
5. Изучение: анализ инцидента, включая его причины и последствия, оценка эффективности принятых мер.
6. Улучшение: корректировка процедур и реализация рекомендаций по профилактике инцидентов. Взаимодействие между этапами должно быть непрерывным, т. к. каждый этап влияет на следующий, и их результаты имеют значение для дальнейшей защиты информации

II. *Методика Computer Emergency Response Team (CERT)* – это методика по управлению информационной безопасностью, которая предназначена для выявления, анализа и реагирования на компьютерные инциденты. Разработана таким образом, чтобы помочь организациям быстро и эффективно реагировать на угрозы и нарушения безопасности, снизить риск возникновения новых инцидентов.

Методика *CERT* включает в себя следующие шаги:

1. Планирование – определение ролей и порядка действий, создание планов реагирования на инциденты, определение процедур уведомления и связи.
2. Выявление инцидента – определение признаков, указывающих на компьютерный инцидент, и немедленный отклик на него.
3. Анализ инцидента – выявление и анализ компонентов угрозы, определение возможных последствий и принятие решений о действиях по ее нейтрализации.
4. Реагирование на инцидент – исправление уязвимостей, устранение угрозы, восстановление функциональности системы и очистка от вредоносных программ.
5. Мониторинг и управление инцидентом.

III. *Методика SysAdmin, Audit, Network, Security (SANS)* – это система стандартов и методов, используемых для обеспечения безопасности в информационных системах. Он предназначен, в первую очередь, для профессионалов в области информационной безопасности, таких как системные администраторы, аудиторы, инженеры сетей и т. д.

Методика *SANS* состоит из нескольких этапов:

1. Оценка рисков и угроз – проводится анализ угроз и рисков для информационной системы. Оцениваются возможные потери при наступлении угрозы и определяются наиболее вероятные векторы атак.
2. Разработка политики безопасности – на основе оценки рисков формулируется политика безопасности информационной системы. В этой политике определяются правила и процедуры, по которым должны действовать пользователи и администраторы системы для обеспечения ее безопасности.
3. Разработка процедур безопасности – разрабатываются процедуры безопасности, которые определяют, каким образом должна быть обеспечена безопасность информационной системы.
4. Развертывание систем безопасности – после разработки политики и процедур безопасности начинается фаза развертывания систем безопасности. Выполняется настройка системы, установка необходимого программного обеспечения и обучение пользователей.
5. Мониторинг безопасности – производится мониторинг безопасности, т. е. наблюдение за работой системы и быстрое реагирование на нарушения безопасности. В случае

обнаружения угрозы проводится анализ успешности реагирования, и производится кибербезопасность.

6. Аудит безопасности – на последнем этапе производится аудит безопасности, который включает проверку соответствия политики и процедур безопасности, мониторинга безопасности и других компонентов системы требованиям безопасности.

IV. Набор стандартов *National Institute of Standards and Technology (NIST)* – это совокупность документов и руководств, разработанных Национальным институтом стандартов и технологий США для обеспечения безопасности информационных систем и данных. Этот набор стандартов содержит рекомендации по оценке и управлению рисками информационных систем, разработку и управление политиками безопасности, разработку и реализацию криптографических алгоритмов, а также многие другие рекомендации в области информационной безопасности.

Набор стандартов *NIST* включает в себя несколько этапов:

1. Идентификация – определяются активы, которые нужно защитить, и угрозы, которые им могут угрожать.
2. Защита – принимаются меры по защите активов от угроз. Включает в себя установку антивирусов, настройки прав доступа и т. д.
3. Обнаружение – применяются системы, обнаруживающие угрозы. Это могут быть системы мониторинга и анализа событий.
4. Реагирование – предусмотрены меры по реагированию на кибератаки, такие как восстановление после атаки.
5. Восстановление – восстановление работоспособности системы после кибератаки.

Разработка рекомендаций по реагированию на кибератаки

Реагирование на кибератаку является критическим моментом в защите информационной безопасности компании. Для эффективного реагирования необходимо разработать следующие рекомендации:

1. Быстрое определение факта кибератаки. Команда по информационной безопасности должна быть готова реагировать на предупреждения систем мониторинга безопасности компьютеров и сетей.
2. Отключение необходимых ресурсов. Как только факт кибератаки будет подтвержден, необходимым шагом может быть отключение уязвимых ресурсов, с целью предотвратить широкое распространение.
3. Защита главных ресурсов. При определении уровня угрозы руководство компании должно определить главные ресурсы, которые потенциально могут быть защищены. Здесь на помощь приходят планы реагирования на возможные угрозы.
4. Самоанализ и оценка. Компания должна проанализировать причины и результаты кибератаки и оценить уровень уязвимости для будущего пресечения подобных кибератак.
5. Составление отчета. Компания должна составить отчет и подготовиться к следующему шагу, который будет при подтверждении угрозы – сотрудничество со службами правоохранительных органов.
6. Сотрудничество с правоохранительными органами. Это важный шаг, который позволяет правоохранительным органам помочь и предотвратить будущие кибератаки.
7. Улучшение существующих систем защиты. Кибератаки изменяются и становятся более сложными. Опыт, полученный компанией при анализе кибератаки и ее уязвимостей, должен быть использован для усиления системы защиты.

Кибератаки являются серьезной угрозой для организаций. Однако если компания будет готова и подготовлена к неожиданным атакам, то ей будет легче минимизировать ущерб.

Анализ кибератак с целью изучения тактик и техник нарушителей и мер по их обнаружению

Компания «Олимп» стала жертвой кибератаки, в результате которой злоумышленники получили доступ к конфиденциальным данным клиентов. В процессе расследования атаки были обнаружены следующие действия злоумышленников:

1. Использование *Phishing* для получения доступа к сети компании.
2. Установка вредоносного программного обеспечения (ПО) на серверы компании.
3. Сбор конфиденциальных данных клиентов.
4. Скрытие своих следов.

Анализ кибератаки при помощи *Mitre ATT&CK* позволяет определить, какие конкретные методы использовали злоумышленники, чтобы совершить кражу конфиденциальных данных. Ниже приводятся примеры использования *Mitre ATT&CK* на основе данных из приведенного выше примера.

1. Использование *Phishing* для получения доступа к сети компании. Для выполнения этой стадии атаки злоумышленники могли использовать различные инструменты и техники, которые входят в категорию *Spearphishing Attachment* из *Mitre ATT&CK*. Например, они могли отправить электронное письмо с вредоносным вложением или ссылкой на фишинговый сайт, где пользователь мог ввести свои учетные данные. Соответствующие техники *Mitre ATT&CK*, которые могли использоваться злоумышленниками для выполнения данной стадии атаки, включают, например, *Exploitationfor Client Execution*, *Commandand Scripting Interpreter*.

2. Установка вредоносного ПО на серверы компании. Для выполнения этой стадии атаки злоумышленники могли использовать различные инструменты и техники, которые входят в категорию *Malware* от *Mitre ATT&CK*. Они могли использовать разные типы вредоносного ПО, например, *RAT*, *Remote Access Tool* или *Backdoor*, которые позволяют злоумышленникам издалека управлять зараженным устройством. Соответствующие техники *Mitre ATT&CK*, которые могли использоваться злоумышленниками для выполнения данной стадии атаки, включают, например, *Malware Commandand Control*, *Executionthrough API*.

3. Сбор конфиденциальных данных клиентов. Для выполнения этой стадии атаки злоумышленники могли использовать различные инструменты и техники, которые входят в категорию *Collection* от *Mitre ATT&CK*. Например, они могли использовать ключевые логи, чтобы перехватывать вводимые пользователем данные, или использовать уязвимости в приложениях для сбора данных. Соответствующие техники *Mitre ATT&CK*, которые могли использоваться злоумышленниками для выполнения данной стадии атаки, включают, например, *Data from Information Repositories*.

4. Скрытие своих следов. Для выполнения этой стадии атаки злоумышленники могли использовать различные инструменты и техники, которые входят в категорию *Commandand Control* из *Mitre ATT&CK*. Например, прокси-серверы или *VPN* для скрытия своего *IP*-адреса, чтобы сделать их идентификацию сложнее. Соответствующие техники *Mitre ATT&CK*, которые могли использоваться злоумышленниками для выполнения данной стадии атаки, включают, например, *Communication Through Removable Media*.

Заключение

Анализ кибератак с использованием *Mitre ATT&CK* позволяет выявить типы атак, используемые в конкретном инциденте и применяемые при этом тактики и техники. Это помогает организациям лучше защищаться от подобных атак в будущем и улучшать свои процессы инцидент-управления.

Список использованных источников и литературы

1. Варлатая, С. К. Аппаратно-программные средства и методы защиты информации : учебное пособие / С. К. Варлатая, М. В. Шаханова. – Владивосток : Изд-во ДВГТУ, 2007.

2. Основные виды кибератак на автоматизированные системы управления технологическим процессом и средства защиты от них / Л. В. Палаева [и др.] // *Фундаментальные исследования*. – 2019. – № 10-3. – С. 507–511.

3. *Bianco, David*. MITRE ATT&CK™: A Framework for Adversarial Tactics, Techniques, and Common Knowledge (v1.0). – 2018.

4. *Sandoval-Rodriguez, Roberto*. Using the MITRE ATT&CK Matrix for Cyber Incident Response: A Systematic Literature Review / Roberto Sandoval-Rodriguez, David Salazar-Angulo, and Eduardo Fernández-Medina // *Future Internet*. – 2020. – 12, 4. – P. 71.

E. V. Zabolotnyuk, Student
V. F. Gorohova, Senior Lecturer
Department of Integrated Information Protection
Omsk State Technical University

Technique for responding to cyberattacks using the MITER ATT&CK matrix

In this article, the MITER ATT&CK matrix will be reviewed to help organizations understand how attackers operate, what tools and methods they use, and how to detect and prevent their actions. The platform is based on real attack scenarios and uses a wide range of data sources, including analytics reports, vendor reports, and internal investigations.

Keywords: cyberattack; cybersecurity; MITER ATT&CK matrix; information security methods.

Д. С. Новиков, студент
Кафедра «Защита информации в компьютеризованных системах»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Анализ интегрированных средств защиты EDR-решений на базе open source продуктов

Анализ преимуществ open source EDR-решений. Пример реализации EDR-решения на примере Velociraptor EDR.

Ключевые слова: открытый исходный код; EDR; артефакты; всесторонняя оценка.

Современные компьютерные системы становятся все более уязвимыми к кибератакам, и защита компьютерных сетей от внешних угроз становится все более важной задачей для организаций и предприятий. Решение этой задачи включает в себя не только использование антивирусных программ, но также и установку интегрированных средств защиты (*EDR*), которые позволяют обнаруживать и предотвращать вторжения в компьютерную систему.

Endpoint Detection and Response (EDR) (англ.) – это технология, которая используется для обнаружения и реагирования на угрозы на устройствах в конечной точке (как правило, на персональных компьютерах, ноутбуках и мобильных устройствах) [1].

Основная задача *EDR* – это наблюдение за поведением конечной точки (*endpoint*) и анализ собираемых данных для выявления подозрительных действий и угроз. Для этого используются различные методы, включая машинное обучение, искусственный интеллект и анализ поведения пользователей.

Endpoint Detection and Response может обнаруживать и предотвращать множество угроз, включая вирусы, трояны, руткиты, шпионские программы, рассылки спама и атаки на базы данных. Она может обеспечить восстановление данных и идентификацию источника угрозы, чтобы предотвратить повторение атак. Может использоваться как самостоятельный инструмент, так и в сочетании с другими технологиями безопасности, такими как антивирусное программное обеспечение и межсетевые экраны.

Одним из наиболее эффективных подходов к обеспечению безопасности является использование *open source*-продуктов. Эти продукты обладают высокой степенью надежности, их исходный код доступен для публичного просмотра, что позволяет обнаруживать и исправлять ошибки в программном обеспечении. В статье будет рассмотрен анализ интегрированных средств защиты *EDR* на базе *open source*-продуктов.

Преимущества использования решений с открытым исходным кодом: *доступность*.

Одним из главных преимуществ *open source*-решений является доступность исходного кода. Это означает, что любой может просмотреть код и убедиться в его безопасности. Если в коде обнаруживается уязвимость или ошибки, сообщество разработчиков может быстро исправить их. Это значительно повышает уровень безопасности программного обеспечения.

Экономичность – данное преимущество особенно важно для небольших организаций. Открытый исходный код означает бесплатность данных продуктов и любой желающий может взять код и использовать его. Остается только установить данный продукт на предприятии, что зачастую можно выполнить, даже не привлекая сторонние организации, предоставляющие услуги по информационной безопасности.

Аудит безопасности – *open source*-решения могут быть проверены на безопасность сообществом разработчиков. Это означает, что эксперты в области безопасности могут

просмотреть код и выявить потенциальные уязвимости. Кроме того, сообщество может разработать патчи и исправления для уязвимостей, что значительно ускоряет процесс исправления.

Большое сообщество разработчиков – *open source*-решения информационной безопасности имеют большое сообщество разработчиков, которые работают над улучшением их безопасности. Это означает, что уязвимости могут быть быстро обнаружены и исправлены. Кроме того, большое сообщество разработчиков означает, что есть множество людей, которые могут помочь с поддержкой и разработкой программного обеспечения [2].

Конфиденциальность – *open source*-решения информационной безопасности могут обеспечить более высокий уровень конфиденциальности. Пользователи имеют возможность проверить исходный код на наличие функций, которые могут нарушить конфиденциальность. Кроме того, пользователи могут модернизировать, добавлять и удалять код, чтобы убедиться, что данные остаются конфиденциальными или соответствуют допустимому для пользователя уровню.

Независимость от поставщика – *open source*-решения информационной безопасности не зависят от поставщика. Это означает, что пользователи не ограничены функциональностью или возможностями, которые предоставляет поставщик. Кроме того, пользователи не зависят от поставщика для обновлений и исправлений безопасности.

Независимость от поставщика говорит о том, что *open source*-продукты могут быть использованы в качестве замены некоторых средств защиты информации по импортозамещению.

Согласно Указу Президента Российской Федерации от 01.05.2022 № 250 «О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации», п. 6, государственным организациям 1 января 2025 г. будет запрещено использовать иностранное программное обеспечение. Данный указ направлен на обеспечение дополнительной информационной безопасности предприятий и нейтрализации недеklarированных угроз программного обеспечения и операционных систем [3].

Однако у решений с открытым исходным кодом мы можем просмотреть исходный код, что означает: у организации будет полное понимание, что делает данный код и какие у него могут быть уязвимости.

Open source-продукты *EDR* обладают высокой степенью надежности, т. к. их исходный код доступен для публичного просмотра. Это позволяет обнаруживать и исправлять ошибки в программном обеспечении быстрее и эффективнее, чем в случае с закрытыми продуктами. Существует множество *open source*-продуктов *EDR*, таких как *OSSEC*, *Velociraptor*, *Wazuh*, *Elastic* и др. Каждый из этих продуктов имеет свои уникальные особенности и функциональность.

В статье будет рассмотрен *Velociraptor EDR* [4, 5]. Процесс конфигурации сервера показан на рис. 1.

Velociraptor EDR сразу после установки имеет большую базу данных артефактов, которые можно использовать. Артефакт – код, который будет выполняться при срабатывании определенного события.

Некоторые основные артефакты, которые используются для мониторинга информации на узлах, показаны на рис. 2.

Velociraptor EDR способен обнаруживать атаки. В данной работе будет использоваться артефакт *Windows.Detection.Yara.Process*, который используется для обнаружения *memory injector*, таких как *Cobalt Strike* (рис. 3–5).

Для реализации атаки с *github* будет установлен *loader.exe*, который обеспечит инъекцию битов памяти в один из процессов.

```

(kali@kali)-[~/Downloads]
└─$ ./velociraptor-v0.6.7-4-linux-amd64 config generate -i
?
Welcome to the Velociraptor configuration generator

I will be creating a new deployment configuration for you. I will
begin by identifying what type of deployment you need.

What OS will the server be deployed on?
linux
? Path to the datastore directory. /opt/velociraptor
? Self Signed SSL
? What is the public DNS name of the Master Frontend (e.g. www.example.com): localhost
? Enter the frontend port to listen on. 8000
? Enter the port for the GUI to listen on. 8889
? Are you using Google Domains DynDNS? No
? GUI Username or email address to authorize (empty to end): admin
? GUI Username or email address to authorize (empty to end):
[INFO] 2023-01-09T11:30:08-05:00
[INFO] 2023-01-09T11:30:08-05:00
[INFO] 2023-01-09T11:30:08-05:00
[INFO] 2023-01-09T11:30:08-05:00
[INFO] 2023-01-09T11:30:08-05:00
[INFO] 2023-01-09T11:30:08-05:00
[INFO] 2023-01-09T11:30:08-05:00 Digging deeper! https://www.velocidex.com
[INFO] 2023-01-09T11:30:08-05:00 This is Velociraptor 0.6.7-4 built on 2022-12-06T13:30:08Z
? Path to the logs directory. /opt/velociraptor/logs
? Do you want to restrict VQL functionality on the server?
This is useful for a shared server where users are not fully trusted.
It removes potentially dangerous plugins like execve(),filesystem access etc.
Yes
? Where should I write the server config file? server.config.yaml
? Where should I write the client config file? client.config.yaml

```

Рис. 1. Настройка сервера

Create Hunt: Select artifacts to collect

Generic.Forensic.LocalHashes.Glob	Generic.System.ProcessSiblings
Generic.Forensic.LocalHashes.Init	Type: client
Generic.Forensic.LocalHashes.Query	This artifact queries the process tracker to display all known sibling processes of the target process (i.e. all other processes from the same parent).
Generic.Forensic.LineIn	This is useful to reveal the complete interaction that included the process in question (e.g. previous shell commands etc).
Generic.System.ProcessSiblings	Minimum Version: 0.6.6
Generic.System.Pstree	Parameters
Generic.Utils.FetchBinary	
Linux.Applications.Chrome.Extensions	
Linux.Applications.Chrome.Extensions.Upload	
Linux.Applications.Docker.Info	
Linux.Applications.Docker.Version	

Name	Type	Default	Description
CommandLineRegex	regex	.	Target process by this command line
PidFilter	regex	.	Filter pids by this regex

Configure Hunt | **Select Artifacts** | Configure Parameters | Specify Resources | Review | Launch

Рис. 2. Список исходных артефактов

```

PS C:\Users\Now1Dan\Downloads> .\loader.exe 3168
Waiting for 10 seconds before injection
Opened process 3168: 352
Will try to allocate 22355 bytes
Allocated @ 0x4e90000
WriteProcessMemory 352 0x4e90000 0xc000068000
PS C:\Users\Now1Dan\Downloads>

```

Рис. 3. Запуск атаки

State	Hunt ID	Description
🚫	H.CF43MJBMUCF00	Yara Hunt
🚫	H.CEVUT5JACUU76	TestHuntOnTheClient

Overview | Requests | Clients | Notebook

Overview

Artifact Names	Windows.Detection.Yara.Process
Hunt ID	H.CF43MJBMUCF00
Creator	admin
Creation Time	2023-01-18T18:32:45Z
Expiry Time	2023-01-25T18:28:56Z
State	RUNNING
Ops/Sec	Unlimited
CPU Limit	Unlimited
IOPS Limit	Unlimited

Parameters

Рис. 4. Артефакт обнаружения атаки

State	FlowID	Artifacts	Created	Last Active	Creator	Nb	Row
✓	F.CF43MWD168A6	Windows.Detection.Yara.Process	2023-01-18T18:32:59Z	2023-01-18T18:35:08Z	H.CF43MWD168A6		
✓	F.CF43MDF8NBE82	Windows.Attack.Prefetch Windows.Forensics.Prefetch Windows.Forensics.Shellbags	2023-01-18T18:21:33Z	2023-01-18T18:21:37Z	admin		

ProcessName	CommandLine	Pid	Namespace	Rule	Meta	HitOffset	HitName	HitContext	HitHexData
firefox.exe	"C:\Program Files (x86)\Mozilla Firefox\firefox.exe" -contentproc --channel="524.1.488827481\12242274b2" -parentBuildID 28238112158232 -prefHandle 2096 -prefMapHandle 2092 -prefLen 2552 -prefMapSize 235733 -win32klockedDown -appDir "C:\Program Files (x86)\Mozilla Firefox\browser" - {4e872699-66f3-4acc-99e1-7457f44ef8d4} 574 "\pipe\gncko-crash-server-pipe.574" 2188 11547258 socket	3168		win_coba it_strik o_auto	{ "author": "Felix Bilstein - yara-signator at caccoding dot com" "date": "2019-11-26" "version": "1" "description": "autogenerated rule brought to you by yara- signator" "tool":	82488782	\$sequenc a_8	;-u-3'	[0: "00000000 3b c7 75 0d ff 15 00 00 00 00 3d 33 27 00 00 [;.....=0'..]" 1:""

Рис. 5. Запись обнаружения атаки

Стоит отметить, что EDR-решения обладают многочисленными возможностями использования, но для их полного освоения необходимо полное понимание работы артефактов и их языка запросов.

В заключение можно сказать, что *open source*-продукты EDR являются эффективным средством защиты компьютерных сетей от внешних угроз. Однако выбор конкретного продукта должен зависеть от потребностей и характеристик конкретной организации.

В будущем *open source*-продукты EDR будут продолжать развиваться и улучшаться, что позволит им обеспечивать еще более высокую степень защиты компьютерных систем.

Список использованных источников и литературы

1. Что такое EDR? // TREND – URL: https://www.trendmicro.com/ru_ru/what-is/xdr/edr.html (дата обращения: 11.05.2023).
2. Мир Open Source: преимущества и недостатки // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/articles/503614/> (дата обращения: 11.05.2023).
3. Президент Российской Федерации. Указы. О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации [от 01.05.2022 № 250] // Официальное опубликование правовых актов. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202205010023?index=3&rangeSize=1> (дата обращения: 11.05.2023).
4. Как анализировать артефакты с помощью Velociraptor. – URL: <https://cryptoworld.su/kak-analizirovat-artefakty-s-pomoshhyu-velociraptor/> (дата обращения: 11.05.2023).
5. Githubopensource // Velocidex. – URL: <https://github.com/Velocidex/velociraptor> (дата обращения: 11.05.2023).

D. S. Novikov, Student

Department of Information Security in Computerized Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Analysis of integrated protection tools for EDR solutions based on open-source products

Analysis of the benefits of open source EDR solutions. An example of the implementation of an EDR solution on the example of Velociraptor EDR.

Keywords: open source; EDR; artifacts; comprehensive assessment.

И. И. Андреев, студент

Кафедра «Математическое и аппаратное обеспечение информационных систем»
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

Атаки на криптосистемы

В современном мире повсеместно используются криптосистемы для передачи конфиденциальной информации по каналам связи. Поэтому понимание вектора атак на данные системы является важнейшей задачей в обеспечении их безопасности. В статье показаны практически реализуемые атаки.

Ключевые слова: криптографические системы; компьютерные атаки; криптоанализ; дешифрование; защита каналов связи.

На данный момент практически в каждой информационной системе используются криптографические преобразования для сокрытия чувствительной информации [1]. Совокупность выше указанных преобразований формируют криптографическую систему, состоящую из следующих элементов [2]:

– *шифрование* – процесс преобразования информации с целью сокрытия от пользователей, не прошедших аутентификацию; реализуется с помощью специальных алгоритмов и ключей шифрования;

– *имитозащита* – размещение в передаваемых сообщениях заведомо ложных данных с целью защиты от несанкционированного изменения; реализуется с помощью *имитатов вставок*, известных только отправителю и получателю;

– *идентификация* – однозначное определение пользователя в системе; реализуется с помощью выделяемых каждому пользователю меняющихся идентификаторов;

– *цифровая подпись* – криптографическая подпись, вставляемая в файл, однозначно подтверждающая авторство документа.

При соблюдении определенных обстоятельств потенциальный злоумышленник может взломать каждый из элементов криптосистемы [3]. Для этого он будет использовать атаки следующих типов: получение лишь зашифрованного текста, подбор содержимого шифровки и внедрение в канал связи («человек посередине») [4].

Рассмотрим атаку с получением лишь зашифрованного текста. Она используется в случае, когда злоумышленник перехватил одно или несколько зашифрованных сообщений. Данная атака представляет собой набор следующих действий со стороны потенциального хакера:

- подбор алгоритма шифрования;
- взлом алгоритма шифрования (поиск уязвимостей с дальнейшей их эксплуатацией);
- получение расшифрованного текста.

Изучим последовательность действий злоумышленника в самом простом из типичных сценариев атаки на реальную криптосистему:

1. Получить доступ к системе (данный этап реализуется на уровне сетевых атак).
2. Повысить свои привилегии (данный этап представляет собой использование различных эксплойтов для эскалации привилегий в информационной системе).
3. Получить файл с конфиденциальной информацией (рис. 1).


```
(kali@kali)-[~]
└─$ sudo tail -n 4 /etc/shadow
kali:$y$j9T$lR7REZ4XgU56yXNl9PFiN/$oI3B/0eQGx0oTb7opQ.azBM0gG2IM0neRj4MN3HCqQ.:19331:0:99999:7 :::
beef-xss:!:19436:!::::
ftp:!:19444:!::::
user1:$y$j9T$lptL1hShB2IpoHkxxxexi0$bwb9ivF4tRVT3JX0hKUV.HKM2FCRIHA9IYWvNSpTik4:19444:0:99999:7 :::
```

Рис. 1. Получение файла с конфиденциальной информацией

1. Запустить программное обеспечение для эксплуатации уязвимости алгоритма шифрования (рис. 2). Для этого использовать инструмент *john* (взломщик паролей, работающий с различными типами шифров и хэшей), входящий в состав инструментов *kali linux*.

```
(kali@kali)-[~]
└─$ sudo john /etc/shadow --format=crypt
Using default input encoding: UTF-8
Loaded 2 password hashes with 2 different salts (crypt, generic crypt(3) [?/64])
Remaining 1 password hash
Cost 1 (algorithm [1:descrypt 2:md5crypt 3:sunmd5 4:bcrypt 5:sha256crypt 6:sha512crypt]) is 0 for all loaded hashes
Cost 2 (algorithm specific iterations) is 1 for all loaded hashes
Will run 4 OpenMP threads
Proceeding with single, rules:Single
Press 'q' or Ctrl-C to abort, almost any other key for status
kali (kali)
1g 0:00:00:00 DONE 1/3 (2023-04-09 14:21) 1.960g/s 188.2p/s 188.2c/s 188.2C/s kali..kali999994
Use the "--show" option to display all of the cracked passwords reliably
Session completed.
```

Рис. 2. Запуск атаки на шифротекст

2. Просмотреть расшифрованные пароли (рис. 3).

```
(kali@kali)-[~]
└─$ sudo john /etc/shadow -show
kali:kali:19331:0:99999:7 :::
user1:password:19444:0:99999:7 :::

2 password hashes cracked, 0 left
```

Рис. 3. Расшифрованные пароли

Для защиты от данной атаки необходимо придерживаться следующих правил:

- использовать более сложные фразы в качестве ключей шифрования;
- использовать актуальные алгоритмы шифрования;
- при отсутствии возможности эксплуатации новейших алгоритмов шифрования рекомендуется использовать двойное шифрование (рис. 4);
- использовать современные распределенные криптосистемы (рис. 5).

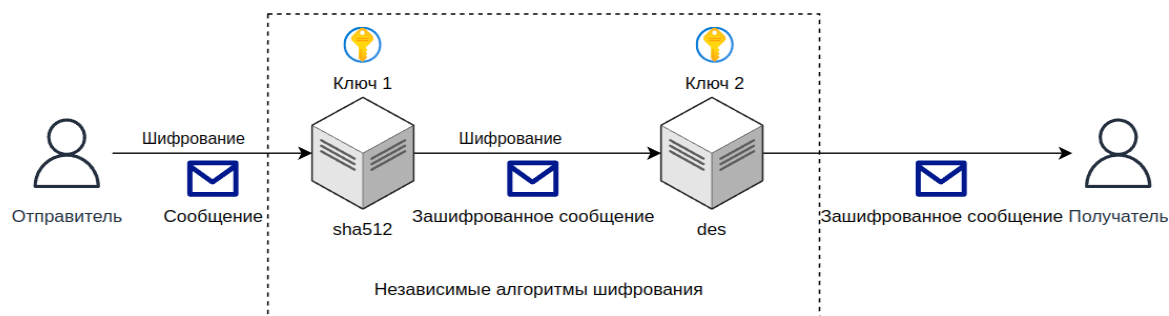


Рис. 4. Двойное шифрование

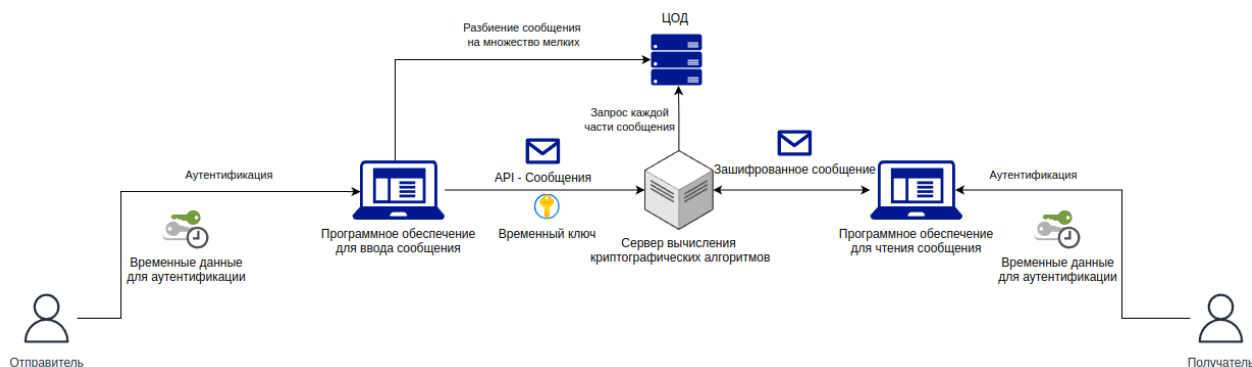


Рис. 5. Распределенная криптосистема

Рассмотрим атаку подбора содержимого шифровки. Она представляет собой ситуацию, когда злоумышленник может угадать содержимое зашифрованного текста. Для этого используется криптоанализ. Чем больше текст, тем легче применить методы криптоанализа.

Сценарий атаки похож на вышеперечисленный с той лишь разницей, что происходит не поиск уязвимостей шифра, а анализ шифрованного текста с использованием теории вероятности.

Изучим последовательность действий злоумышленника для проведения данного типа атаки:

1. Получить доступ к системе (данный этап реализуется на уровне сетевых атак).
2. Повысить свои привилегии (данный этап представляет собой использованием различных эксплойтов для эскалации привилегий в информационной системе).
3. Получить файл, в котором содержалось следующее сообщение – ГГЁЁЙУЁ Г ГЙЁЁ.
4. Используя таблицу относительной частоты появления букв русского алфавита в словах (таблица), начать криптоанализ:
 - заменить все Г на В, т. к. одиночная буква В наиболее вероятнее может встретиться в тексте, нежели чем Г. Получил следующее: ВВЁЁЙУЁ В ВЙЁЁ;
 - заменить Й на И, т. к. гласная встречается чаще согласной. Получил следующее: ВВЁЁИУЁ В ВИЁЁ;
 - предположить, что можно заменить У на Т. Получил следующее: ВВЁЁИТЁ В ВИЁЁ;
 - логически понять, что исходное сообщение: ВВЕДИТЕ В ВИДЕ.

Относительные частоты появления букв

Буква	Частота	Буква	Частота
о	0.09	з	0.016
е, ё	0.072	ы	0.016
а	0.062	б	0.014
и	0.062	ь, ъ	0.014
н	0.053	г	0.013
т	0.053	ч	0.012
с	0.045	и	0.01
р	0.04	х	0.009
в	0.038	ж	0.007
л	0.035	ш	0.006
к	0.028	ю	0.006
м	0.026	ц	0.004
д	0.025	щ	0.003
п	0.023	э	0.003
у	0.021	ф	0.002
я	0.018		

4. Получить исходное сообщение.

Для защиты от данной атаки необходимо придерживаться следующего правила – встраивать дополнительные буквы в слова текста, чтобы вероятность появления каждого символа в тексте была одинаковой.

Рассмотрим атаку – внедрение в канал связи или же «человек посередине» (рис. 6).

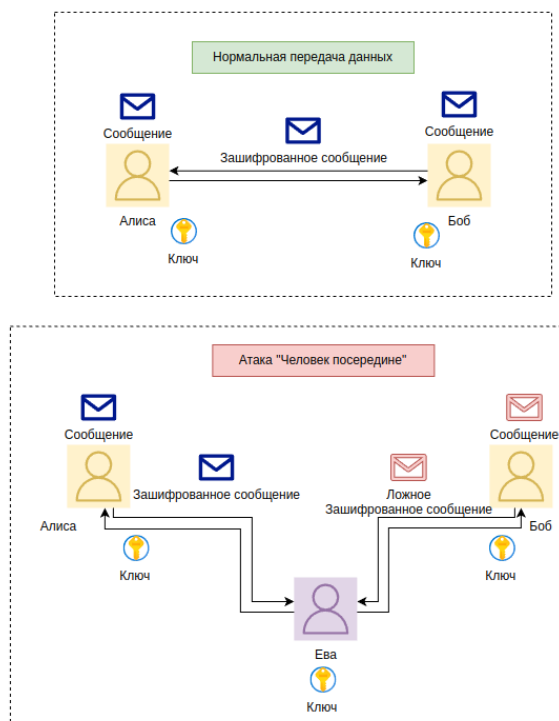


Рис. 6. Атака «Человек посередине»

Сценарий атаки злоумышленника можно разбить на следующие действия:

- внедриться в канал связи;
- получить сообщение от отправителя;
- исправить сообщение;
- отправить получателю.

Для защиты от данной атаки необходимо придерживаться следующих правил:

- использовать хэш-функцию для проверки целостности сообщений;
- использовать средства криптографической защиты информации.

Вышеперечисленные атаки могут встречаться в комбинированном виде, когда объединяются несколько атак в один сценарий [5].

В заключение получаем, что атаки на криптосистемы представляют реальную угрозу для информационных систем [6]. Придерживаться всех рекомендаций – необходимая мера для профилактики от атак на криптосистемы.

Список использованных источников и литературы

1. ПНСТ-799 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Термины и определения» // Гост ассистент. – URL: (дата обращения: 16.10.2023).
2. Российская Федерация. Законы. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : федер. закон [от 27.07.2006 № 149-ФЗ (последняя редакция)] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/ (дата обращения: 05.04.2023).
3. Herzog, Ben. Криптографические атаки: объяснение для смятённых умов (пеервод) // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/articles/462437/> (дата обращения: 16.10.2023).
4. Криптоком: защита информации в Интернет // Криптоком. – URL: https://www.cryptocom.ru/articles/internet_sec.html#4 (дата обращения: 07.04.2023).

5. Создание собственного SOC при помощи классификации MITRE и OPENS SOURCE стека ELK / Я. В. Степанов [и др.] // Информационные технологии в науке, управлении и образовании: междисциплинарный подход и тенденции развития : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. – Димитровград : Димитровград. инж.-технол. ин-т – филиал МИФИ, 2021. – С. 229–236. – EDN: CCMGVC

6. О приобретении опыта научно-исследовательской работы будущими IT-специалистами в условиях студенческого кружка / С. В. Ковалев [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 7. – С. 117–122. – DOI: 10.17513/snt.38762. – EDN: YCJEA1

I. I. Andreev, Student

Department of mathematical and hardware support of information systems
Chuvash State University named after I. N. Ulyanov, Cheboksary

Attacks on cryptosystems

In the modern world, cryptosystems are widely used to transmit confidential information through communication channels. Therefore, understanding the vector of attacks on these systems is the most important task in ensuring their security. In this paper, it is the practically implemented attacks that are shown.

Keywords: cryptographic systems; computer attacks; cryptanalysis; decryption; protection of communication channels.

А. В. Ворожбит, студент
Кафедра «Комплексная защита информации»
Омский государственный технический университет

Оценка эффективности системы защиты информации

Статья рассматривает методы и подходы к оценке эффективности системы защиты информации. Описаны различные аспекты оценки эффективности системы защиты информации, включая выбор показателей, методы измерения, оценку рисков и анализ результатов, основные этапы процесса оценки эффективности системы защиты информации, такие как определение требований к системе защиты, выбор показателей эффективности.

Ключевые слова: информационная безопасность; угрозы информационной безопасности; оценка эффективности; система защиты информации.

Введение

В настоящее время информационная безопасность является одним из ключевых аспектов успешной работы любой организации. С появлением новых технологий и возрастающими угрозами со стороны злоумышленников защита информации становится все более сложной задачей. Системы защиты информации (СЗИ) играют важную роль в обеспечении безопасности данных, их правильный выбор и настройка позволяют существенно снизить риски утечки информации и взлома систем.

Однако не все СЗИ одинаково эффективны и способны обеспечить необходимый уровень защиты информации. Для того чтобы убедиться в качестве и эффективности выбранной системы защиты, необходимо проводить ее оценку согласно требованиям законодательства. Это позволяет выявить возможные слабые места в системе защиты информации, что позволит разработать и принять меры для улучшения защиты и снижения риска возможных нарушений безопасности.

Оценка эффективности СЗИ помогает выявить потенциальные уязвимости и риски для организации, определить уровень защиты данных, который может быть улучшен. Это важно для того, чтобы убедиться, что СЗИ соответствует требованиям организации и нормативным актам, чтобы защитить ценную информацию от несанкционированного доступа, кражи или утечки.

Оценка эффективности СЗИ помогает оценить важность инвестиций в защиту информации. Она позволяет определить, насколько эффективно используются финансовые ресурсы и какие дополнительные меры могут быть приняты для улучшения защиты данных.

Таким образом, оценка эффективности СЗИ является необходимым этапом для любой организации, которая хочет обеспечить надежную защиту своей конфиденциальной информации и снизить риски возможных нарушений безопасности.

Постановка целей

Оценка эффективности системы защиты информации (СЗИ) имеет несколько целей, включая:

1. Определение уровня защищенности: оценка эффективности СЗИ позволяет определить, насколько хорошо она защищает конфиденциальную и критически важную информацию. Это позволяет выявить уязвимости и слабые места в системе и принять меры для их устранения.

2. Обеспечение соответствия законодательству: оценка эффективности СЗИ может помочь обеспечить соответствие системы требованиям законодательства в области защиты информации. Это важно для организаций, которые хранят или обрабатывают конфиденциальную информацию, подлежащую регулированию законодательством защиту персональных данных.

3. Повышение доверия к системе: оценка эффективности СЗИ может помочь повысить доверие к системе со стороны пользователей, заказчиков и регулирующих органов. Результаты оценки могут быть использованы для демонстрации того, что система защиты информации соответствует стандартам безопасности и может быть доверена.

4. Улучшение управления рисками: оценка эффективности СЗИ может помочь организации улучшить управление рисками, связанными с защитой информации. Результаты оценки могут быть использованы для определения приоритетов в области управления рисками и принятия мер для уменьшения вероятности нарушений безопасности информации.

Теория

Законодательство Российской Федерации в области оценки эффективности систем защиты информации включает несколько нормативных документов. Один из основных документов – Федеральный закон от 27 июля 2006 года № 152-ФЗ «О персональных данных». В этом законе установлены требования к организации защиты персональных данных, включая обязательное проведение оценки эффективности систем защиты информации, а также процедуры и требования к проведению такой оценки.

Существует ряд приказов и постановлений Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК) и Федеральной службы безопасности (ФСБ), устанавливающих требования к оценке эффективности систем защиты информации. Например, Приказ ФСТЭК России от 18 апреля 2013 г. № 21 «Об утверждении Порядка оценки защищенности информации от несанкционированного доступа при проведении работ по технической защите информации», а также Приказ ФСБ России от 18 декабря 2013 г. № 788 «Об утверждении Порядка оценки эффективности систем защиты информации от несанкционированного доступа».

Существует ряд стандартов и методик, определяющих процедуры и требования к оценке эффективности систем защиты информации, например, ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2016 «Оценка соответствия средств защиты информации», Методика оценки эффективности средств защиты информации (МОЭСЗИ) и др.

Приказ ФСТЭК России № 21 от 18 февраля 2013 г. устанавливает требования к защите информации от несанкционированного доступа и определяет порядок оценки эффективности систем защиты информации.

Для оценки эффективности системы защиты информации по данному приказу необходимо выполнить следующие шаги:

1. Определить класс защиты информации, которой обрабатывается в системе. Классы защиты информации определяются в соответствии с ФЗ от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».

2. Оценить степень защищенности информации в системе. Для этого проводятся мероприятия по анализу угроз безопасности информации, уязвимостей системы, анализу возможных способов атаки, оценке рисков и т. д.

3. Оценить степень соответствия системы требованиям нормативных документов. Для этого проводится анализ полноты и соответствия документации, утвержденной для данного класса защиты информации.

4. Определить степень соответствия системы защиты информации требованиям приказа ФСТЭК России № 21 от 18 февраля 2013 г. Для этого проводится анализ реализации требований приказа в системе защиты информации.

5. Оценить эффективность системы защиты информации. Для этого проводится анализ результатов выполнения предыдущих шагов, оценивается степень реализации мероприятий по улучшению защиты информации в системе.

6. Подготовить отчет об оценке эффективности системы защиты информации и направить его в ФСТЭК России.

Таким образом, для оценки эффективности системы защиты информации по приказу ФСТЭК России № 21 необходимо провести комплекс мероприятий по анализу и оценке степени защищенности информации в системе, ее соответствия требованиям нормативных доку-

ментов и приказа ФСТЭК России. Результаты оценки эффективности представляются в виде отчета, который включает в себя описание проведенных испытаний, выводы и рекомендации по дальнейшему использованию СЗИ. Результаты оценки являются основой для принятия решения о возможности использования СЗИ для защиты информации в соответствии с требованиями российского законодательства в области защиты информации, выявляются проблемные места в системе защиты информации и разрабатывается план мероприятий по их устранению.

Процесс оценки эффективности

В данной части будет рассматриваться процесс проведения оценки эффективности информационная система персональных данных. Первым этапом идет обследование системы, а именно: определение важных активов и информации, которые требуют защиты.

Следующим этапом составляется модель угроз по методическому документу ФСТЭК от 5 февраля 2021 г., которая содержит краткое описание ИСПДн, возможные последствия от реализации угроз, вероятные для реализации угрозы, а также потенциальных нарушителей и их сценарии.

Завершающим шагом проводится проверка используемых средства защиты, профили их настройки, организационно-регламентирующие документы организации, обеспечивающие обеспечение информационной безопасности. Подведение итогов и структурирование проделанной работы должно позволить составить следующие итоги и оформить их в заключение оценки:

1. Соответствует ли состав и содержание представленных документов требованиям ФСТЭК России?

2. Соответствует ли технологический процесс описанному в документах и реальному процессу?

3. Соответствуют ли паспортные (исходные) данные ИСПДн, комплектность, актуальность и характеристики средств защиты установленным угрозам безопасности информации в ИСПДн?

4. Соответствуют ли предъявленные сертификаты на используемые в ИСПДн СЗИ от НСД действующим и требованиям безопасности информации. Используемое СЗИ от НСД соответствует классу ИСПДн и используемой технологии обработки информации. Результаты контрольного суммирования программных модулей СЗИ от НСД соответствуют значениям, указанным в формуляре (паспорте) данного СЗИ?

5. Соответствуют ли оформленные разрешения на допуск пользователей ИСПДн к информации с их уровнем конфиденциальности на носителях информации, инструкции пользователей и администратора защиты информации ИСПДн установленным требованиям?

6. Предусматривает ли организационно-штатная структура ИСПДн наличие администратора защиты информации?

7. Какой уровень профессиональной подготовки должностных лиц службы защиты информации обеспечивает выполнение требований безопасности информации в ИСПДн?

8. Регламентируется ли деятельность службы защиты информации организационно-распорядительными документами ИСПДн?

9. Обеспечивает ли уровень подготовки, распределение ответственности пользователей ИСПДн выполнение требований безопасности информации?

10. Соответствуют ли представленные документы требуемому составу, не содержат ли противоречивых сведений и оформлены в соответствии с установленными требованиями?

11. Соответствует ли состав, номенклатура, структура программно-технических средств ИСПДн и их размещение представленной документации на ИСПДн?

12. Выполняются ли установленные требования к помещениям, в которых производится обработка информации?

Проводилась ли проверка ИСПДн на соответствие требованиям по защите информации от утечки за счет ПЭМИ от ОТСС и наводок информативных сигналов на цепи электропитания и заземления ОТСС, а также наводок информативных сигналов на ВТСС и их ка-

бельные коммуникации, имеющие выход за границу контролируемой зоны, если не проводилась, то в соответствии с чем?

Испытания ИСПДн на соответствие требованиям по защите информации от НСД:

- требования, предъявляемые к подсистеме управления доступом для ИСПДн;
- требования, предъявляемые к подсистеме регистрации и учета для ИСПДн;
- требования, предъявляемые к подсистеме криптографической защиты для ИСПДн-требования.

13. Соответствует ли ИСПДн требованиям по защите информации от специальных программных воздействий на нее и ее носители?

Заключение

В заключение можно отметить, что оценка эффективности системы защиты информации является важным этапом в обеспечении безопасности информации и защите от кибератак. Для оценки эффективности системы защиты информации необходимо провести анализ уязвимостей, оценить вероятность возникновения угроз и их последствий, уровень защиты системы.

Оценка эффективности системы защиты информации должна проводиться регулярно, т. к. угрозы постоянно изменяются и улучшаются. Для повышения эффективности системы защиты информации необходимо улучшать ее компоненты, проводить обучение сотрудников, следить за обновлением программного и аппаратного обеспечения и применять современные технологии защиты информации.

Наконец, оценка эффективности системы защиты информации должна рассматриваться как часть общей стратегии по обеспечению безопасности информации в организации.

Список использованных источников и литературы

1. Федеральная служба по техническому и экспортному контролю. Приказы. Об утверждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных : приказ [от 18 февраля 2013 г. № 21] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_146520/ (дата обращения: 16.10.2023).
2. Методика оценки угроз безопасности информации : метод. документ [утв. Федеральной службой по техническому и экспортному контролю 5 февраля 2021 г.] // Гарант. Ру. – <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400325044/> (дата обращения: 16.10.2023).
3. Селифанов, В. В. Оценка эффективности системы защиты информации государственных информационных систем от несанкционированного доступа // Интеграция науки, общества, производства и промышленности : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2016. – С. 109–113.
4. Российская Федерация. Законы. О персональных данных [от 27.07.2006 № 152-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения: 16.10.2023).

A. V. Vorozhbit, Student
Department of Comprehensive Information Security
Omsk State Technical University

Evaluation of information security efficiency system

This article examines methods and approaches to assessing the effectiveness of an information security system. The article discusses various aspects of assessing the effectiveness of an information security system, including the selection of indicators, measurement methods, risk assessment and analysis of results. The main stages of the process of assessing the effectiveness of an information security system are described, such as determining the requirements for the security system and selecting performance indicators.

Keywords: information security; information security threats; performance evaluation; information security system.

С. К. Кропачев, студент
Р. Э. Фарахутдинов, студент

Кафедра «Защита информации в компьютеризированных системах»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Защита информации в клиент-серверных мобильных приложениях

В статье рассмотрены возможные уязвимости современных мобильных приложений на клиент-серверной архитектуре. Представлены решения защиты информации на клиентской и серверной части приложения.

Ключевые слова: информация; безопасность; мобильное приложение.

Большинство мобильных приложений имеют клиент-серверную архитектуру, работающую непосредственно из двух составных частей: клиент и сервер. Клиентская часть загружается на устройства из магазина приложений в соответствии с операционной системой. Серверная часть расположена на стороне разработчика и выполняет роль веб-приложения, которое взаимодействует с клиентом через специальный интерфейс (*API*). На сервере обрабатывается и хранится информация, синхронизируются пользовательские данные между устройствами (рис. 1).

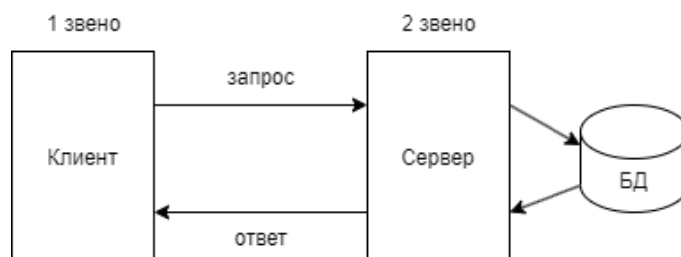


Рис. 1. Клиент-серверная архитектура

Современные версии мобильных операционных систем уже имеют набор встроенных механизмов защиты. По умолчанию установленные программы имеют разрешение работать только с файлами собственного домашнего каталога, а пользователь не имеет прав на редактирование системных файлов. Допущенные ошибки при проектировании и разработке приводят к тому, что 60 % уязвимостей утечки информации остаются на клиентской части. Приложения для *Android* чаще подвержены уязвимостям, однако перевес с *iOS* остается не таким значимым. При этом около трети уязвимости в клиентской части приложений имеют высокий уровень риска в обеих операционных системах (таблица).

Соотношение рисков клиентской части в зависимости от ОС

Приложения	Средний риск, %	Высокий риск, %
Android	57	43
iOS	62	38

Одна из уязвимостей клиентского приложения – небезопасное межпроцессорное взаимодействие, позволяет злоумышленнику получить доступ к данным. В ОС *Android* объекты класса *Intent* взаимодействуют с приложением при помощи сообщений. Методом широковещательных рассылок происходит обмен сообщений, в которых хранятся чувствитель-

ные данные, которые могут быть скомпрометированы вредоносным программным обеспечением. В ОС *iOS* на программном уровне запрещено межпроцессное взаимодействие, но начиная с *iOS 8* благодаря технологии *App Extensions* приложения могут делиться друг с другом своим функционалом (рис. 2). *Containing App* (Мобильное приложение) связывается с расширением *App Extensions* с помощью инструмента *Deep Linking*. В системе организована схема URL, по которой происходит вызов приложения. При наличии вредоносного программного обеспечения (ПО) на установленном приложении злоумышленнику открывается возможность получить доступ к схеме URL для дальнейшей кражи персональных данных, а также проведения фишинговых атак [1].



Рис. 2. Выполнение алгоритма работы App Extension

Со стороны сервера реже встречаются критические распространенные угрозы, при этом треть остается критически опасными уязвимостями. Серверные части содержат уязвимости как в самом коде, так и в механизмах его защиты в равной степени. Одна из распространенных уязвимостей – это недостатки реализации двухфакторной аутентификации. Например, при отправке серверу с минимальным интервалом двух одинаковых запросов, в результате сервер отправит одноразовый пароль пользователю на устройство и через push-уведомления, и в SMS на привязанный номер телефона (рис. 3). Злоумышленник, имея возможность перехватить SMS-сообщения, воспользуется этим для совершения операций от имени пользователя [2].

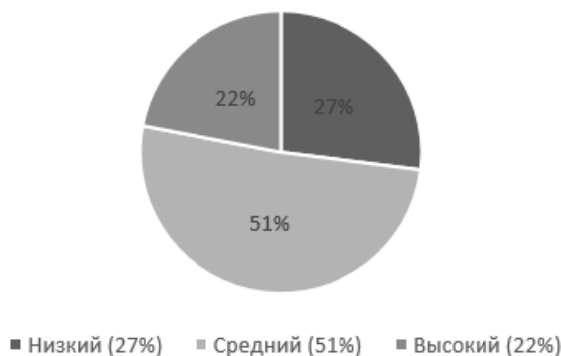


Рис. 3. Соотношение рисков серверной части в зависимости от ОС

Для борьбы с всевозможными рисками разработчики используют различные инструменты для обеспечения информационной безопасности.

SSL-шифрование используется при передаче данных между пользовательским устройством и сервером, к которому приложение подключается. SSL-шифрование используется для

защиты конфиденциальных данных. Оно позволяет зашифровать данные на устройстве пользователя и дешифровать их на сервере, чтобы обеспечить безопасность. Чтобы использовать SSL-шифрование, разработчику мобильного приложения нужно определить URL-адреса, требующие безопасного соединения, и настроить их таким образом, чтобы они использовали SSL-протоколы [3].

Использование *OAuth*-аутентификации. *OAuth* – это открытый стандарт, который позволяет пользователям давать доступ к своим данным на других сайтах без необходимости раскрывать свой пароль. В случае мобильных приложений *OAuth* позволяет пользователю авторизоваться в приложении через социальные сети или другие сайты, что делает процесс авторизации более безопасным и удобным для пользователя. Разработчики мобильных приложений могут использовать готовые библиотеки, которые позволяют реализовать *OAuth*-аутентификацию [4].

Malware-анализаторы – это программы, которые предназначены для обнаружения и анализа вредоносных программ, которые могут повредить операционные системы мобильных устройств. Эти инструменты позволяют разработчикам определять различные виды угроз и исследовать их характер и способы заражения устройств.

Работа *Malware*-анализаторов в мобильной разработке состоит из нескольких шагов:

1) Сбор информации о файле/приложении, который необходимо проверить. В этом процессе используются встроенные базы данных с информацией о недоверенных файлах и программных продуктах, а также онлайн-проверки на подозрительные скрипты и уязвимости.

2) Анализ кода и структуры файла/приложения. В этом процессе *Malware*-анализаторы проводят исследование кода, наличие в нем критических уязвимостей, скрытых функций и библиотек, попытки взаимодействовать с серверами, к которым нет доступа.

3) Оценка рисков и расширение данных. В завершение *Malware*-анализаторы выдают отчет, содержащий информацию о рисках, связанных с данной программой/файлом, а также список источников и методов обнаружения угроз.

Примеры Malware-анализаторов в мобильной разработке

Norton Mobile Security – это программа, которая обеспечивает защиту мобильных устройств от вредоносных программ, эмуляцию пользовательских заставок, функцию мониторинга приложений.

Avast Mobile Security – это программное средство, которое предоставляет свои услуги для обнаружения и удаления вредоносных программ, уведомления о рисках, защиту Wi-Fi-соединения и т. п.

KTIMS (Kaspersky Threat Intelligence Mobile Service) – это эффективный механизм обнаружения сетевых угроз и уязвимостей, связанных со смартфонами и другими мобильными устройствами на базе *Android* и *iOS*.

Malwarebytes Mobile – это программа с открытым исходным кодом, которая может сканировать устройство на наличие вредоносных программ, выявление фишинговых сайтов, исправление отклонений, связанных с производительностью устройства.

В корпоративных сетях для любого бизнеса необходимым условием является шифрование данных, т. к. чаще всего обмен происходит по public Wi-Fi или сетям GSM-операторов, особенно когда по сети передается информация классифицируемая как персональные данные. В *iOS* штатный VPN-клиент реализует западные алгоритмы шифрования, не отвечающие стандартам России [5]. Для упрощенной интеграции в исходном коде есть готовые библиотеки СКЗИ. Примером подобного решения под *iOS* является Крипто-ПРО (рис. 4).

Модуль Крипто-ПРО имеет сертификацию ФСБ России. Средство криптографической защиты информации (СКЗИ) реализовано на протоколе *TLS* для безопасного соединения с применением российских алгоритмов шифрования и аутентификации [6].

```
>>> import pycades
>>> pycades.ModuleVersion()
'0.1.19509'
```

Рис. 4. Метод подключения библиотеки и модуля Крипто-ПРО

В корпоративном сегменте разработки становится популярной технология контейнеризации. *Контейнеризация* позволяет сохранять в память устройства кеш-данных, полученный при последнем акте связи с сервером, при этом остается необходимость в зашифрованной защите этих данных. Одним из популярных примеров использование контейнера является адаптация его на уровне всего устройства, недостаток метода заключается в отсутствии возможности встраивания альтернативного СКЗИ. Как правило, применяют метод *песочницы* – среда, ограниченная от воздействия потенциально небезопасных программ и прямого доступа к ресурсам устройства, а также важных системных файлов. Такой локальный контейнер позволяет создавать гибкую среду как для защиты одного приложения, так и для группы, позволяя установить в каждое приложение единый экземпляр ключей шифрования. Это позволяет совершать обмен зашифрованной информацией между всей группой приложений с отсутствием рисков ее утечки в процессе передачи [7].

Блокировка неочевидных каналов утечки информации особенно наглядно отличает обычное приложение от приложения, реализующего в своем составе средства защиты информации от утечек и несанкционированного доступа. Даже если приложение шифрует данные на всех этапах их передачи и хранения, существуют серьезные риски утечки информации через второстепенные, неочевидные каналы. Безобидные операции «Снимок экрана» или «Копировать в буфер обмена» являются примерами утечки информации через неочевидные каналы. Сфотографированные или выделенные таким образом данные могут легко переноситься из одного приложения в другое или передаваться на личный e-mail. Операция *Open In* («Открыть в») позволяет передать целый документ в другое приложение. Проблема в том, что в этом случае документ навсегда покидает криптографический контур безопасности исходного приложения, открывая широкое поле возможностей для дальнейших атак, утечек и злоупотреблений. Приведенные выше примеры показывают высокую уязвимость корпоративных данных в случае их обработки приложениями, которые изначально не ориентированы на сохранение целостности периметра защиты. Сложность ситуации состоит в том, что сплошными запретами с ней не справиться, т. к. запреты очень быстро отразятся на продуктивности и удобстве работы пользователя. Основу оптимального подхода составляют не запреты функций типа *Copy* или *Open In*, а правильный подбор приложений и анализ контекста перед применением «опасных» функций. Например, копирование и вставка информации вполне может быть допустима между приложениями, которые умеют безопасно общаться между собой и не допускают хранения или передачи информации в открытом виде.

Применение контроля целостности среды исполнения в мобильном приложении гарантирует определение факта взлома операционной системы и отказ приложения запускаться в случае его собственной модификации. Если приложение фиксирует факт взлома, это повлечет мгновенное удаление ключей шифрования и накопительных данных этим приложением. Далее приложение перейдет в аварийный режим работы, предусмотренный на случай взлома системы.

Все чаще мобильные приложения встраиваются в существующую инфраструктуру организации и интегрируются с сервисами и системами безопасности, уже развернутыми на предприятии, примером такой интеграции может служить поддержка доменной схемы аутентификации пользователей, интеграция мобильного приложения в *PKI*-среду, взаимодействие с *DLP*-системой [8].

В целом защита информации в мобильных приложениях – это сложный и многогранный процесс, который требует постоянного внимания и обновления. Самые важные меры безопасности включают в себя защиту паролей и конфиденциальной информации пользователей, защиту от вирусов и вредоносных программ, регулярное обновление приложений. Чтобы пользователи могли чувствовать себя защищенно в онлайн-пространстве, разработчики должны уделить большое внимание информационной безопасности своих приложений. Все перечисленные методы можно использовать в сочетании или по отдельности для максимальной защиты информации в мобильных приложениях. Однако, как и в случае с любой другой защитой, это не гарантирует 100%-ю безопасность.

Список использованных источников и литературы

1. Site Reliability Engineering: How Google Runs Production Systems / ed. By Betsy Beyer, Chris Jones, Jennifer Petoff and Niall Richard Murphy. – Beijing ; Boston ; Farnham ; Sebastopol ; Tokyo, 2016.
2. Intent | Android Developers // DEVELOP. – URL: <https://developer.android.com/reference/android/content/Intent> (дата обращения: 27.04.23).
3. Drozhzhin, Alex. Коды в SMS небезопасны – рекомендуем пользоваться другими вариантами двухфакторной аутентификации // kaspersky daily. – URL: <https://www.kaspersky.ru/blog/2fa-practical-guide/21495/> (дата обращения: 27.04.23).
4. Oppliger, Rolf. SSL and TLS Theory and Practice. – Boston : Artech House, 2009. – 257 p.
5. Мобильные приложения // КриптоПРО. – URL: <https://www.cryptopro.ru/products/dss/mobile> (дата обращения: 16.10.2023).
6. Р 50.1.110-2016 Рекомендации по стандартизации. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Контейнер хранения ключей // Консорциум. Кодекс. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456045958> (дата обращения: 16.10.2023).
7. Parecki, Aaron. OAuth 2.0 Simplified. – Lulu Press, Incorporated, 2017. – 180 p.
8. ГОСТ 34.12-2018. Межгосударственный стандарт. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры // Консорциум. Кодекс. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161708> (дата обращения: 16.10.2023).

S. K. Kropachev, Student
R. E. Farakhutdinov, Student
Department of Information Security in Computerized Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Information protection in client-server mobile applications

The article discusses possible vulnerabilities of modern mobile applications on the client-server architecture. Information protection solutions on the client and server side of the application are presented.

Keywords: information; security; mobile application.

А. А. Акимцев, студент
Кафедра «Комплексная защита информации»
Омский государственный технический университет

Особенности организации информационной безопасности удаленных рабочих мест

Статья посвящена проблеме обеспечения информационной безопасности удаленных рабочих мест. В ней рассмотрены особенности удаленной работы, связанные с рисками для безопасности информации, описаны рекомендации, которые могут быть приняты для обеспечения безопасности удаленных рабочих мест. Подробно описываются необходимые рекомендации для обеспечения безопасности удаленных рабочих мест.

Ключевые слова: удаленное рабочее место; виртуальное рабочее место; информационная безопасность.

С развитием информационных технологий и распространением интернета возросла потребность в удаленной работе. Возросли и угрозы для информационной безопасности удаленных рабочих мест. В статье рассмотрим особенности организации информационной безопасности удаленных рабочих мест и меры, необходимые для защиты информации удаленных рабочих мест.

Удаленные рабочие места быстро становятся обычным явлением. Определение виртуального рабочего места – это любая рабочая среда, которая не зависит от одного физического местоположения. Оно может относиться к независимому офису, такому как дом удаленного работника, который подключен к компании через всемирную сеть Интернет. Одним из наиболее заметных изменений в мире работы в последнее время стала возможность удаленной работы. Вместо того чтобы ежедневно отправляться на работу в офис, сотрудники могут работать из дома или из любой другой удобной для них локации. Этот подход становится все более популярным и эффективным для многих компаний, независимо от их размера и сферы деятельности. Очевидно, что удаленное рабочее место имеет свои минусы касательно информационной безопасности. И для устранения определенных возможных утечек информации следует разобрать особенности организации информационной безопасности удаленных рабочих мест.

Особенности организации информационной безопасности удаленных рабочих мест:

1. Удаленный доступ к информации.

Основная особенность удаленных рабочих мест заключается в том, что пользователь может получать доступ к информации, не находясь в помещении компании. Это может быть не только рабочий компьютер, но и смартфон, планшет, ноутбук или любое другое устройство, которое подключается к интернету. Такой доступ к информации может быть реализован через различные каналы связи, в том числе через облачные сервисы, виртуальные частные сети (VPN), терминальные серверы и прочие.

2. Несколько точек доступа.

Когда сотрудник работает в офисе, доступ к информации ограничивается сетью, управляемой компанией. При удаленной работе сотрудник может использовать несколько точек доступа, таких как домашний Wi-Fi, кафе с бесплатным Wi-Fi, общественные места и т. д. Каждая такая точка доступа имеет свои угрозы для безопасности информации.

3. Угрозы со стороны сотрудников.

Удаленные сотрудники могут стать уязвимой точкой в системе информационной безопасности компании. Они могут стать объектом социальной инженерии, атак фишингом или просто неумышленно поделиться информацией с неправильным получателем.

4. Недостаточная защита устройств.

Удаленные сотрудники могут использовать устройства, которые не являются собственностью компании, или которые не соответствуют требованиям информационной безопасности компании. Это может привести к недостаточной защите устройств, на которых хранится и обрабатывается корпоративная информация. Так, удаленные сотрудники могут использовать необновляемое программное обеспечение или не устанавливать антивирусное программное обеспечение, что увеличивает риск вирусных атак и кражи данных.

Рекомендации по обеспечению информационной безопасности удаленных рабочих мест:

1. Внедрение внутренней политики информационной безопасности.

Важно разработать внутреннюю политику информационной безопасности, которая будет учитывать особенности удаленной работы. В ней должны быть указаны правила использования корпоративных устройств, программного обеспечения и сервисов, а также обязанности сотрудников по сохранению конфиденциальности информации.

2. Обучение сотрудников.

Все сотрудники компании, особенно те, кто работает удаленно, должны проходить обучение по информационной безопасности. Необходимо обучать их основным угрозам, методам защиты устройств и данных, а также регулярно проводить тренинги для проверки уровня готовности сотрудников к обеспечению информационной безопасности.

3. Использование защищенных каналов связи.

Для обеспечения безопасности данных необходимо использовать защищенные каналы связи, такие как VPN или SSH, для удаленного доступа к корпоративной сети. Следует использовать защищенные протоколы для передачи информации, например, HTTPS или SFTP.

4. Регулярное обновление программного обеспечения и антивирусов.

Необходимо регулярно обновлять все программное обеспечение и антивирусы на удаленных рабочих местах, чтобы обеспечить максимальную защиту от угроз. Следует проверять устройства на наличие вирусов и других угроз регулярно, использовать программы защиты от вредоносных программ.

5. Организация безопасного хранения данных.

Удаленные сотрудники должны хранить корпоративную информацию в защищенных хранилищах данных, таких как облачные сервисы, которые соответствуют требованиям компании по информационной безопасности. Необходимо использовать сильные пароли и двухфакторную аутентификацию для доступа к хранилищу данных.

Организация информационной безопасности удаленных рабочих мест является актуальной проблемой для компаний в наше время. Удаленная работа имеет множество преимуществ, но сопряжена с рисками, связанными с безопасностью информации. Для обеспечения безопасности удаленных рабочих мест необходимо проводить регулярное обучение сотрудников, использовать защищенные каналы связи, регулярно обновлять программное обеспечение и антивирусы, организовывать безопасное хранение данных.

Кроме того, необходимо разработать стратегию информационной безопасности, которая учитывала бы все особенности удаленной работы. Важно убедиться, что все сотрудники компании понимают важность сохранения конфиденциальности информации и соблюдают правила политики информационной безопасности.

Использование современных технологий, таких как системы мониторинга и аналитики, помогает улучшить безопасность удаленных рабочих мест и предотвратить возможные угрозы. Важно проводить регулярные проверки на уязвимости, чтобы обнаружить и устранить возможные проблемы в системе безопасности.

В целом организация информационной безопасности удаленных рабочих мест требует комплексного подхода и регулярного обновления стратегий и мер безопасности. Но при правильной организации и внедрении соответствующих мер удаленная работа может быть безопасной и эффективной для компании.

Список использованных источников и литературы

1. Безопасность удаленного доступа к корпоративным ресурсам / Информационная безопасность. – 2019. – № 2. – С. 62–69.
2. Безопасность удаленных рабочих мест в бизнесе / Цифровая обработка сигналов. – 2019. – № 3. – С. 8–10.
3. Кибербезопасность удаленной работы / Цифровая экономика. – 2020. – № 5. – С. 26–29.
4. *Харь, О. В.* Организация информационной безопасности при удаленной работе // Вестник национальной академии МВД России. – 2020. – № 2. – С. 57–63.

A. A. Akimtsev, Student
Department of Complex Information Protection
Omsk State Technical University

Features of the organization of information security of remote workplaces

This article is devoted to the problem of ensuring the information security of remote workplaces. It discusses the features of remote work associated with information security risks, and also describes recommendations that can be taken to ensure the security of remote workplaces. The article describes in detail the necessary recommendations for ensuring the security of remote workplaces.

Keywords: remote workplace; virtual workplace; information security.

Ю. Д. Колесникова, студент
Кафедра «Комплексная защита информации»
Омский государственный технический университет

Методика исследования вредоносного программного обеспечения

В работе предлагается методика исследования вредоносного программного обеспечения типа «исполняемый файл», после применения которой можно получить информацию о принципе работы вредоносного программного обеспечения, определить индикаторы компрометации (способы обнаружения и идентификации). В каждом шаге предложены инструменты, с помощью которых будет выполняться анализ.

Ключевые слова: вредоносное программное обеспечение (ВПО); вредоносная программа (ВП); исполняемый файл.

Введение

В современном мире ни одна организация не может обойтись без вычислительных систем, связанных с сетью Интернет, поскольку использование информационных технологий не только помогает хранить информацию, но и автоматизировать процессы для ускорения работы.

Однако повсеместное использование ЭВМ привело к увеличению количества атак с использованием вредоносного программного обеспечения, которое позволяет нанести существенный ущерб атакуемой организации. Именно поэтому одной из ключевых проблем обеспечения компьютерной безопасности является необходимость эффективного противодействия вредоносным программам (ВП).

Постановка задачи

Зачастую эксперту на исследование попадает только исполняемый файл вредоносного программного обеспечения (ВПО), именно поэтому объектом исследования выступает ВПО формата «переносимый исполняемый файл» (*portable executable, PE*).

Для исследования ВПО необходимо разработать эффективную методику, по результатам которой будет определен принцип работы ВПО, а также выявлены возможные способы восстановления зараженной системы.

Методика исследования вредоносного программного обеспечения формата «переносимый исполняемый файл»

Этапы исследования вредоносных файлов

Шаг 1. Подготовка рабочего окружения

На основании того, что некоторые утилиты, используемые для исследования ВП, способны запускать вредоносный код, содержащийся в файле, без предупреждения, даже статический анализ необходимо проводить в безопасной среде. В качестве рабочего окружения можно использовать:

- 1) виртуальную машину (*VirtualBox, VMWare, VirtualPC* и т. д.);
- 2) стендовый компьютер.

Преимуществом использования виртуальной машины является возможность без труда вернуться к исходному состоянию, однако существует определенный вид ВП, способных распознать, где они запускаются: на физической машине или на виртуальной, и не раскрыть вредоносный потенциал. Следовательно, эксперт не сможет в полной мере определить принцип действия исследуемого ВПО и меры борьбы с ним. Также ВП могут использовать уяз-

вимость гипервизора виртуальной машины для получения доступа к физической машине эксперта, что впоследствии может привести к заражению и повреждению хранящейся на ней информации.

Использование стендового компьютера позволяет изучить полный функционал ВП, особенно если она обладает защитой от запуска в виртуальной машине.

Проанализировав достоинства и недостатки описанных рабочих окружений, можно сказать, что оптимальным вариантом для исследования ВПО будет использование стендового компьютера с запущенной на нем виртуальной машиной. Для безопасной работы виртуальной машины необходимо настроить сеть между хост-машиной и гостевой таким образом, чтобы доступ во внешнюю сеть отсутствовал. После настройки осуществляется установка операционной системы, перенос необходимых для исследования инструментов и образца ВП, а также создается снимок виртуальной машины. Следует отметить, что на виртуальной машине должен использоваться тот тип операционной системы (ОС), для которой было разработано исследуемое ВПО. Для переноса можно использовать как USB-накопитель, так и сетевую папку.

Для симуляции наличия интернет-соединения в разделе «Сеть» в качестве типа подключения выбирается внутренняя сеть, устанавливаются и настраиваются такие инструменты, как *Inetsim* и *Burp Suite*.

Шаг 2. Сканирование антивирусными программами.

Данный шаг является основополагающим. С помощью антивирусных программ можно получить следующие данные:

- 1) является ли сканируемый файл вредоносным;
- 2) тип ВПО и его название;
- 3) дата компиляции;
- 4) разрядность ОС, для которой была создана ВП.

По результатам полученных данных можно предположить функционал ВПО, что поможет определить, какие инструменты понадобятся для дальнейшего исследования.

Для сканирования можно применить веб-сервис *Virus Total*, его преимущество состоит в том, что для анализа применяется сразу несколько антивирусных программ, соответственно результат будет более точным.

Шаг 3. Определение основных свойств ВПО.

Одним из основных свойств ВПО является тип файла, при определении которого не стоит ссылаться только на расширение, т. к. злоумышленники используют различные способы для скрытия факта наличия вредоносного функционала. Тип файла можно определить по шестнадцатеричной сигнатуре в любом hex-редакторе, например, *HIEW*, *Hex Editor Neo*, *HxD*.

Если из предыдущего шага не удалось получить информацию об основных свойствах ВП, или если необходимо удостовериться в правильности данных, можно применить утилиты *CFF Explorer*, *DIE*. Из основных свойств данные программы показывают язык программирования, на котором была разработана программа, разрядность, операционная система, для которой предназначается ВП, дату компиляции и размер файла.

Шаг 4. Обнаружение наличия защиты ВПО.

Злоумышленники для затруднения обнаружения и исследования ВПО применяют различные методы защиты ВП. Одними из популярных методов являются:

1) Упаковка – процесс уменьшения размера исполняемого файла с добавлением специального загрузчика, распаковывающего код после запуска файла; при упаковке к файлу может быть дополнительно применено шифрование. В обнаружении наличия упаковки могут помочь программы: *PEiD*, *DIE*. Для распаковки могут быть применены такие программы, как *x64dbg*, *OllyDbg*.

2) Обфускация – метод, позволяющий усложнить процесс реверс-инжиниринга за счет запутывания программного кода с помощью добавления мусорных блоков в код программы. Эти блоки не уникальны на протяжении всего кода программы, в связи с чем имеется воз-

возможность выделить шаблоны блоков, составить сигнатуры для поиска начала и конца мусорного блока и вырезать из тела программы или использовать компиляторы со встроенной оптимизацией кода.

3) Защита от запуска в виртуальной среде. Вредоносные программы с такой защитой ищут специфические отличия, которые можно обнаружить, когда они находятся в виртуализированных операционных системах, работающих внутри программного обеспечения виртуальной машины. В обнаружении данной защиты поможет изучение кода программы или анализ действий программы после запуска в виртуальной среде.

Шаг 5. Исследование скомпонованных библиотек и функций.

Из исполняемого файла можно извлечь информацию, содержащую список импортируемых функций. Такие функции используются одной программой, но содержатся в другой, например, в библиотеках. Полученные на этом шаге сведения позволяют понять, какую информацию можно найти в PE-заголовке, что, в свою очередь, помогает предугадать поведение программы.

Для исследования скомпонованных библиотек может быть использована утилита *Dependency Walker*.

Шаг 6. Проведение декомпиляции.

Декомпиляция – это процесс автоматического восстановления программы на языке высокого уровня из программы на языке низкого уровня. В качестве декомпилятора можно применить следующие программы: *IDA, HIEW, ILSpy*.

Шаг 7. Проведение отладки.

Отладка – это процесс поиска и исправления ошибок или неполадок в исходном коде какого-либо программного обеспечения. Отладчиком могут выступать: *IDA, X64dbg, OllyDbg*.

Шаг 8. Динамический анализ ВП.

Динамический анализ выполняется после запуска вредоносной программы. Данный подход может подразумевать как мониторинг самого ВПО, так и исследование системы после его выполнения.

На основе данных, полученных из предыдущих шагов, требуется выделить элементы системы, за которыми будет осуществляться контроль. Такими элементами и средствами для их отслеживания являются:

- 1) файловая система (*Process Monitor*);
- 2) реестр (*Regshot*);
- 3) запущенные процессы (*Process Explorer*);
- 4) открытые порты (*PortMon*);
- 5) сетевая активность (*Wireshark*);
- 6) вызов API-функций (*ApiMonitor*);
- 7) данные о пользователях, группах, сервисах.

Перед запуском ВП необходимо запустить инструменты мониторинга, чтобы потом можно было отследить активность программы и обнаружить ее влияние на систему.

Заключение

При проведении исследования по описанной методике поставленные перед экспертом задачи в виде определения принципа работы ВПО и определения индикаторов компрометации были решены.

Список использованных источников и литературы

1. Challenges and Pitfalls in Malware Research / M. Botacin [et al.] // Elsevier Comp&Sec. – 2021. – Vol. 106. – P. 102287. – DOI: 10.1016/j.cose.2021.102287
2. Sikorski, M. Practical Malware Analysis: The Hands-On Guide to Dissecting Malicious Software / M. Sikorski, A. Honig. – San Francisco : No Starch Press, 2012. – 800 p.

J. D. Kolesnikova, Student
Department of Complex Information Protection
Omsk State Technical University

Methodology for research malware

The paper proposes a methodology for research malware of the portable executable type to obtain information about the principle of malware operation, to determine indicators of compromise (methods of detection and identification). In each step, the tools for performing the analysis are offered.

Keywords: malware; portable executable; utilities.

Е. С. Мальцев, студент
Кафедра «Комплексная защита информации»
Омский государственный технический университет

Оценка уязвимости систем от побочных излучений и наводок

К одной из основных угроз безопасности информации ограниченного доступа относится ее утечка по техническим каналам, под которой понимается неконтролируемое распространение информативного сигнала от его источника через физическую среду до технического средства, осуществляющего прием информации. В статье будут рассмотрены методы и способы защиты информации от утечки по техническим каналам из-за побочных электромагнитных излучений и наводок при ее обработке с использованием технических средств, при передаче по радио и оптическим каналам связи, каналам утечки акустической (речевой) и видовой информации.

Ключевые слова: средства защиты информации; технические каналы утечки информации; побочные электромагнитные излучения и наводки.

Введение

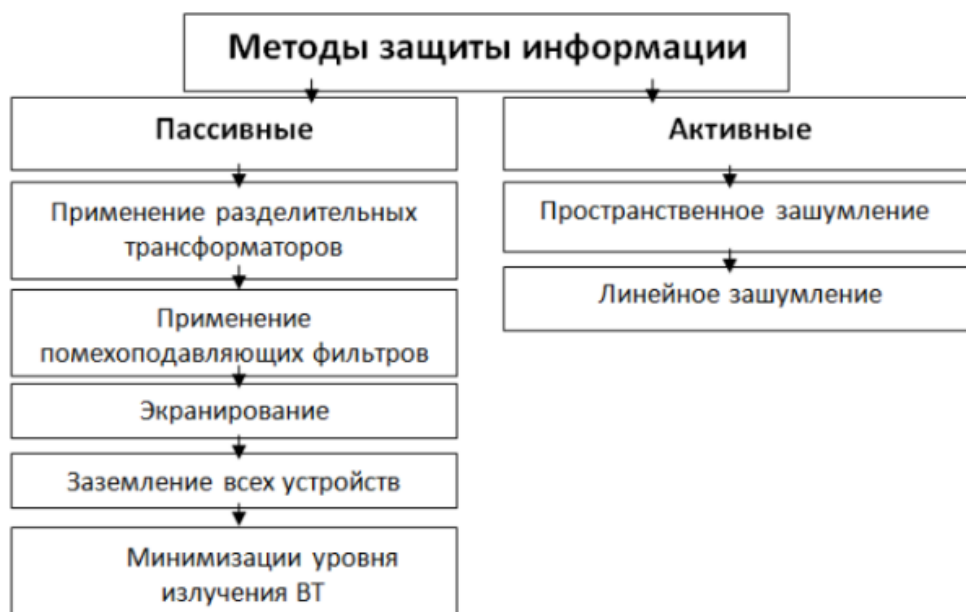
Побочные электромагнитные излучения и наводки (ПЭМИН) являются нежелательными эффектами в электронных системах. Они могут вызвать сбои в работе оборудования, внести ошибки в передачу данных и даже привести к потере ценной информации. Поэтому очень важно иметь эффективные средства защиты от этого канала утечки.

Одно из таких средств защиты – это приборы электромагнитной совместимости. Они используются для оценки электромагнитной совместимости (ЭМС) электронных систем и оборудования. Побочные электромагнитные излучения и наводки позволяют оценить уровень побочных излучений и наводок, которые могут возникнуть в процессе работы системы, и определить эффективность средств защиты от этих факторов. Они состоят из генератора электромагнитных импульсов и приемника, который измеряет уровень электромагнитных излучений и наводок. Они могут быть использованы для тестирования различных типов оборудования, включая компьютеры, мобильные устройства, автомобили и другие электронные системы.

Эффективность системы защиты основных и вспомогательных технических средств от утечки информации по техническим каналам оценивается по различным критериям, которые определяются физической природой информационного сигнала, но чаще всего по соотношению «сигнал/шум».

Защита информации от утечки через ПЭМИН осуществляется с применением пассивных и активных методов и средств.

Цель пассивных и активных методов защиты – уменьшение отношения «сигнал/шум» (ОСШ) на границе контролируемой зоны до величин, обеспечивающих невозможность выделения средством разведки противника опасного информационного сигнала. В пассивных методах защиты уменьшение ОСШ достигается путем уменьшения уровня опасного сигнала, в активных методах – путем увеличения уровня шума [1] (рисунок).



Классификация методов защиты информации

Описательная часть

Оценка эффективности средств защиты от побочных излучений и наводок является важным этапом в процессе разработки и тестирования электронных систем. Она позволяет определить, насколько хорошо защита работает и нужно ли ее улучшать.

Цель оценки эффективности средств защиты от побочных излучений и наводок заключается в том, чтобы определить, насколько хорошо система работает в условиях реального мира и какие меры могут быть приняты для улучшения ее работы.

Одной из ключевых методик для оценки эффективности средств защиты от побочных излучений и наводок является измерение с помощью ПЭМИН. Для этого используются различные стандарты, такие как MIL-STD-461, EN 55032, CISPR и др.

Стандарт MIL-STD-461 определяет требования к электромагнитной совместимости военного оборудования, включая требования к уровню побочных излучений и наводок. Этот стандарт включает в себя требования к проведению измерений с помощью ПЭМИН.

Стандарт EN 55032 определяет требования к электромагнитной совместимости для электронного оборудования, а также для использования в домашних, офисных и легких промышленных средах. Вдобавок этот стандарт включает требования к проведению измерений с помощью ПЭМИН [2].

В рамках этих стандартов измерения проводятся в специально оборудованных помещениях, называемых камерами экранирования. Эти помещения позволяют изолировать тестируемое оборудование от внешних электромагнитных воздействий и провести измерения с высокой точностью.

Одним из ключевых параметров, которые учитываются при оценке эффективности средств защиты от побочных излучений и наводок, является уровень шума. Шум является нежелательным эффектом в электронных системах и может приводить к ошибкам и сбоям в работе оборудования. Для измерения уровня шума используются специальные приборы, такие как спектроанализаторы и анализаторы шума. Они позволяют проанализировать электромагнитные сигналы и определить уровень шума в системе.

Кроме измерения уровня шума оцениваются другие параметры: уровень интерференции, уровень «сигнал/шум», динамический диапазон и др. Все эти параметры влияют на качество работы электронной системы и могут быть улучшены с помощью правильного выбора и применения средств защиты от побочных излучений и наводок.

Существуют два основных метода (пассивный и активный), которые или существенно затрудняют съём информации по каналу ПЭМИН, или делают такой съём невозможным.

Экранирование является одним из самых эффективных методов защиты. Под экранированием понимается размещение элементов компьютерной системы, создающих электрические, магнитные и электромагнитные поля, в заземленных, пространственно замкнутых конструкциях из токопроводящего материала. Экранировать можно отдельные элементы схем, блоки, устройства, кабельные линии и помещения в целом.

К методам снижения мощности излучений можно отнести изменение электрических схем, конструкции изделия, использование оптических каналов и специальных фильтров. Снижение информативности сигналов заключается в кодировании информации, в том числе криптографическим преобразованием, либо использовании специальных схемных решений, предполагающих замену последовательного машинного кода параллельным и увеличения разрядности кодов.

При использовании линейного зашумления генераторы прицельных помех подключаются непосредственно к линиям, в которых передается конфиденциальная информация для создания в них электрических помех. Обычно в кабелях (VGA, UTP и т. п.) используют свободные или резервные жилы, в которые подается мощный (по сравнению с информационным) шумоподобный сигнал.

Пространственное зашумление осуществляется за счет излучения с помощью антенн электромагнитных сигналов в пространство для обеспечения невозможности выделения побочных излучений на фоне создаваемых помех во всех диапазонах излучения.

Пассивный метод используют производители компьютерного и телекоммуникационного оборудования. При этом в отдельных случаях достигается такое качество исполнения, при котором ПЭМИН практически отсутствуют. Однако если имеется уже готовое техническое средство обработки информации, уровень ПЭМИН от которого выше нормативного значения, то его доработка требует индивидуального подхода, высококлассного специалиста в области электроники и радиофизики, значительные временные и непредсказуемые финансовые затраты, а в ряде случаев (например, ограничение на вскрытие системного блока по гарантии) и вовсе невозможна.

Активный метод линейного зашумления может использоваться только в каналах связи или интерфейсных кабелях. Он избирательно обеспечивает маскировку ПЭМИН и не может использоваться как универсальное средство защиты информации. Активный метод пространственного зашумления более гибкий. Он не накладывает ограничения на конфигурацию используемого для обработки информации оборудования и имеет известную стоимость комплекса работ по поставке, установке генератора шума и оценке защищенности, что является основным фактором при планировании средств на защиту информации [3].

Заключение

Таким образом, оценка уязвимости систем от побочных излучений и наводок является важным этапом в разработке электронного оборудования. Правильный выбор и применение средств защиты, а также их тщательное тестирование и эксплуатация, позволяют обеспечить надежную и безопасную работу системы, снизить риск возникновения сбоев и ошибок, повысить ее эффективность.

Список использованных источников и литературы

1. Сизов, В. Я. Обобщение истории и ранних исследований ПЭМИ // Региональная информатика СПОИСУ. – 2018. – С. 280–282.
2. Иванов, А. В. Особенности обнаружения и измерения побочных электромагнитных излучений широкополосных сигналов / А. В. Иванов, С. Р. Копылова, С. А. Рожков // Безопасность цифровых технологий. – 2021. – № 4 (103). – С. 54–71. – DOI: 10.17212/2782-2230-2021-4-54-71
3. Вильдьякин, Г. Ф. Аппараты и средства перехвата информации. Для студентов технических специальностей. – Москва : Издательские решения, 2019. – 70 с. – ISBN 978-5-0050-0021-7

E. S. Maltcev, Student
Department of Complex Information Protection
Omsk State Technical University

System vulnerability assessment from spurious emissions and interference

One of the main threats to the security of restricted information is its leakage through technical channels, which refers to the uncontrolled propagation of an informative signal from its source through the physical medium to the technical means that receives information. This article will consider methods and means of protecting information from leakage through technical channels due to spurious electromagnetic radiation and interference during its processing using technical means, when transmitted via radio and optical communication channels, acoustic (speech) and visual information leakage channels.

Keywords: means of information protection, technical channels of information leakage, spurious electromagnetic radiation and interference.

К. А. Топоркова, студент
Кафедра «Комплексная защита информации»
Омский государственный технический университет

Роль документации в аудите безопасности персональных данных

Аудит безопасности персональных данных можно описать как процесс оценки и проверки технических и организационных мер безопасности, которые используются для защиты персональных данных. Чаще всего аудит проводится компаниями, осуществляющими обработку персональных данных, чтобы оценить их уровень безопасности и убедиться, что они соответствуют всем законодательным требованиям. В настоящей обзорной статье рассматривается роль документации, участвующей в аудите персональных данных.

Ключевые слова: аудит безопасности; персональные данные; политика; риски; угрозы.

Документация является неотъемлемой частью аудита безопасности персональных данных. Ее роль заключается в том, чтобы документировать все процессы, связанные с обработкой персональных данных, включая их сбор, хранение, использование и передачу.

Определенные документы и политики помогают аудиторам понять, как организация соблюдает нормы и требования, устанавливаемые законами о защите персональных данных. Это позволяет аудиторам оценить эффективность защиты персональных данных в организации и выявить возможные проблемы.

Кроме того, документация помогает определить, какие методы защиты были реализованы в организации. Если организация документирует свои процессы, это подчеркивает ее готовность работать с аудиторами и показывает, что она серьезно относится к защите своих пользователей.

В документации должно быть отражено, на каких основаниях происходит обработка персональных данных, какие категории персональных данных обрабатываются, кто обладает доступом к персональным данным, и как они обрабатываются после использования.

Важно понимать, что документация не только помогает аудиторам, но и является необходимой для самой организации. В документации должны быть отражены все процессы обработки персональных данных, что позволяет управлять рисками и выявлять возможные угрозы.

Аудит безопасности персональных данных является процедурой, которая позволяет определить уровень защиты персональных данных, хранящихся в системе. Данная процедура состоит из нескольких этапов, которые включают:

1. **Оценку рисков.** Это первый и самый важный этап, на котором оцениваются потенциальные угрозы безопасности персональных данных. В ходе этого этапа проводится анализ проблем, связанных с защитой персональных данных, такие как слабые пароли, уязвимые точки в сети, недостаточный контроль доступа и др.

2. **Проверка политики безопасности.** Второй этап включает анализ технических и организационных мер безопасности, используемых для защиты персональных данных. Компания должна иметь политику безопасности и процедуры, затрагивающие управление персональными данными, допуск к информации и ее защиту, а также защиту от взлома.

3. **Проверка существующих систем.** Третий этап – это проверка и анализ безопасности персональных данных, используемых в компании. Это включает проверку всех существующих систем и программ, используемых для хранения, обработки и передачи персональных данных. В ходе проверки может быть обнаружено несколько уязвимостей, которые могут

угрожать безопасности персональных данных. В этом случае аудиторы рекомендуют конкретные действия для устранения уязвимостей.

4. Подготовка отчета. На последнем этапе проводится подготовка документа, который содержит описание всех проблем, выявленных во время аудита, а также предлагаемые решения.

При проведении аудита безопасности персональных данных необходимо ориентироваться на нормативно-методические документы в области защиты ПДн (персональные данные) в Российской Федерации (рисунок).

Закон	<ul style="list-style-type: none"> ФЗ от 27.07.2006 № 152-ФЗ "О персональных данных"(от 25.07.2011)
Постановления Правительства	<ul style="list-style-type: none"> Постановление Правительства от 15.09.2008 №687 «Об утверждении Положения об особенностях обработки персональных данных, осуществляемой без использования средств автоматизации» Постановление Правительства от 6.06.2008 №512 «Об утверждении требований к материальным носителям биометрических персональных данных и технологиям хранения таких данных вне информационных систем персональных данных» Постановление Правительства от 18.09.2012 №940 «Об утверждении Правил согласования проектов решений ассоциаций, союзов и иных объединений операторов об определении дополнительных угроз безопасности персональных данных, актуальных при обработке персональных данных в информационных системах персональных данных, эксплуатируемых при осуществлении определенных видов деятельности членами таких ассоциаций, союзов и иных объединений операторов, с ФСБ РФ и ФСТЭК» Постановление Правительства от 01.11.2012 №1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных»
Приказы и иные документы	<ul style="list-style-type: none"> Методика определения актуальных угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных (утвержден ФСТЭК 14.02.2008) Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных (утвержден ФСТЭК 15.02.2008) Приказ ФСТЭК от 18 февраля 2013 г. № 21 «Об утверждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности ПДн при их обработке в ИСПДн» Приказ ФСБ от 10 июля 2014 г. №378 «Об утверждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных с использованием средств криптографической защиты информации, необходимых для выполнения установленных правительством российской федерации требований к защите персональных данных для каждого из уровней защищенности»

Нормативно-методические документы в области защиты ПДн в Российской Федерации

Для проведения аудита требуется определенный набор документов, необходимый для оценки уровня безопасности. Список документов для аудита безопасности персональных данных может включать:

1. Политику безопасности компании – это основной документ, который определяет правила работы с персональными данными. Он должен содержать описание процедур сбора, обработки, хранения и удаления персональных данных, а также правила доступа к ним.

2. Уведомление об обработке персональных данных – этот документ нужен для обеспечения информированности субъектов персональных данных о том, что их данные используются компанией. В уведомлении должно содержаться описание целей обработки данных, категории обрабатываемых данных, а также перечень сторон, которым могут передаваться данные.

3. Список учетных записей с правами доступа – это документ, который описывает пользователей системы, а также их права доступа к персональным данным. Данный документ должен содержать информацию о пользователях, уровнях доступа и правилах их использования.

4. Журналы аудита – этот документ предназначен для отображения всех действий пользователей в системе. Журналы аудита помогают выявить нарушения безопасности и установить, кем и когда они были совершены.

5. Описание процесса резервного копирования – документ, который описывает процедуру резервного копирования и восстановления данных в случае их потери. В данном документе должны быть описаны частота резервного копирования, место хранения резервной копии, процедура восстановления данных.

6. Анализ рисков – это документ, который позволяет оценить риски, связанные с обработкой персональных данных. Данный анализ позволяет идентифицировать уязвимые места системы и разработать меры по их устранению.

Важно отметить, что перечисленные выше документы являются лишь базовым набором документов для аудита безопасности персональных данных. В каждом конкретном случае может потребоваться дополнительная документация, например, документы, связанные с конкретной отраслью или сектором, в котором работает компания.

Комплект документов для аудита безопасности персональных данных должен позволить оценить, насколько система обработки персональных данных отвечает требованиям по безопасности, а также способности компании справляться с рисками, связанными с обработкой персональных данных.

Подводя итог, можно сказать, что документация играет важную роль в области аудита безопасности персональных данных. Она позволяет аудиторам получить полное представление о серьезности и готовности организации к защите персональных данных. Документация является необходимой для самой организации для управления рисками и выявления угроз для безопасности персональных данных.

Аудит безопасности персональных данных необходим для всех компаний, которые занимаются обработкой персональных данных. Он позволяет оценить уровень безопасности данных и сделать необходимые корректировки, чтобы предотвратить утечку и хищение данных. Кроме того, аудит позволяет компаниям соблюдать законодательные требования, связанные с обработкой персональных данных, что важно для сохранения доверия клиентов и бизнеса в целом.

Список использованных источников и литературы

1. Сагитова, В. В. Модели и алгоритмы анализа информационных рисков при проведении аудита безопасности информационной системы персональных данных : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Уфа, 2019. – 16 с.
2. Соловьев, А. Гайд по внутренней документации по информационной безопасности. Что, как и зачем // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/company/ic-dv/blog/456508/> (дата обращения: 24.03.2023).
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27007-2014. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Руководства по аудиту систем менеджмента информационной безопасности. Введ. 2015–06–01. – Москва : Стандартинформ, 2014.

K. A. Toporkova, Student
Department of Complex information security
Omsk State Technical University

The role of documentation in the audit of personal data security

A personal data security audit can be described as a process of evaluating and verifying technical and organizational security measures that are used to protect personal data. Most often, an audit is conducted by companies that process personal data in order to assess their level of security and make sure that they comply with all legal requirements. This review article examines the role of documentation involved in the audit of personal data.

Keywords: security audit; personal data; policy; risks; threats.

Извещатели предназначены для обнаружения изменений в окружающей среде, таких как тепло, дым, инфракрасное излучение и т. д. Эти датчики установлены по всему лабораторному стенду для имитации реального здания или сооружения. Панели управления используются для управления датчиками, а также для обеспечения визуального отображения состояния системы. Коммуникационные устройства позволяют системе охранной и пожарной сигнализации взаимодействовать со службами внешнего мониторинга, аварийно-спасательными службами и жильцами здания. На данном стенде представлены 5 видов наиболее распространенных извещателей, которые монтируются в офисных помещениях [3], среди них: инфракрасные пассивные, акустические пассивные, противопожарные точечные, противопожарные тепловые и магнитоконтактные. На стенде эти извещатели объединены в группы, которые студенты коммутируются помощью проводников, подключая оконечные устройства для обеспечения режимов работы шлейфов. В производственных помещениях могут быть применены специализированные извещатели в зависимости от типа производства и производственной среды [4, 5].

Лабораторный стенд обеспечивает практическое обучение, которое дополняет теоретическую часть. Учащиеся могут узнать, как устанавливать, настраивать и устранять неполадки в системах охранной и пожарной сигнализации, а также понять основополагающие принципы работы этих систем. Кроме того, учащиеся могут попрактиковаться в реагировании на различные типы оповещений и аварийных сигналов, а также научиться эффективно общаться со службами экстренного реагирования. Одним из преимуществ использования лабораторного стенда для обучения является безопасность. Поскольку лабораторные стенды имитируют реальные сценарии, учащиеся могут практиковаться в реагировании на чрезвычайные ситуации, не рискуя безопасностью себя или других. Кроме того, лабораторные стенды обеспечивают экономически эффективную среду обучения, поскольку они устраняют необходимость в дорогостоящем оборудовании и материалах, которые могут потребоваться для обучения на месте [6]. Еще одним преимуществом использования лабораторного стенда для обучения является возможность получения практического опыта. Работая с компонентами системы охранной и пожарной сигнализации, учащиеся могут лучше понять, как они работают и как взаимодействуют друг с другом. Кроме того, учащиеся могут научиться устранять системные сбои и выявлять потенциальные проблемы до того, как они возникнут.

Учебная программа для обучающихся, изучающих системы охранной и пожарной сигнализации на лабораторном стенде, обычно состоит как из теоретического, так и из практического компонентов. Теоретическая часть работы дает обучающимся понимание основополагающих принципов работы систем охранной и пожарной сигнализации, а также правил и стандартов, регулирующих их проектирование и установку. Практическая часть работы дает практический опыт работы с компонентами системы охранной и пожарной сигнализации. Примеры практических упражнений, которые учащиеся могут выполнять на лабораторном стенде, включают установку датчиков и детекторов, программирование панелей управления и устранение системных неисправностей. Учащиеся могут практиковаться в реагировании на различные типы оповещений и аварийных сигналов, в эффективном общении со службами экстренного реагирования. Лабораторный стенд обеспечивает гибкость учебной программы, поскольку он может быть сконфигурирован для моделирования различных типов зданий или сооружений, таких как больницы, офисные здания или промышленные объекты. Это позволяет приобрести опыт работы с различными типами систем охранной и пожарной сигнализации, которые специфичны для различных сред. Рассмотрим разработанную методику проведения лабораторного занятия на стенде «Астра 812 Pro» (рис. 2).

Весь процесс выполнения лабораторной работы можно разбить на несколько этапов:

1. Обучающиеся получают задание от преподавателя в виде методических материалов.
2. Обучающиеся изучают теорию: описание стенда, его режимы работы, состав извещателей, их характеристики, настройки и отладки. Результатом контроля являются ответы на контрольные вопросы.
3. Настройка ПКП «Астра – 812 Pro». На основе изученного теоретического материала обучающиеся переходят к практической части лабораторного занятия.

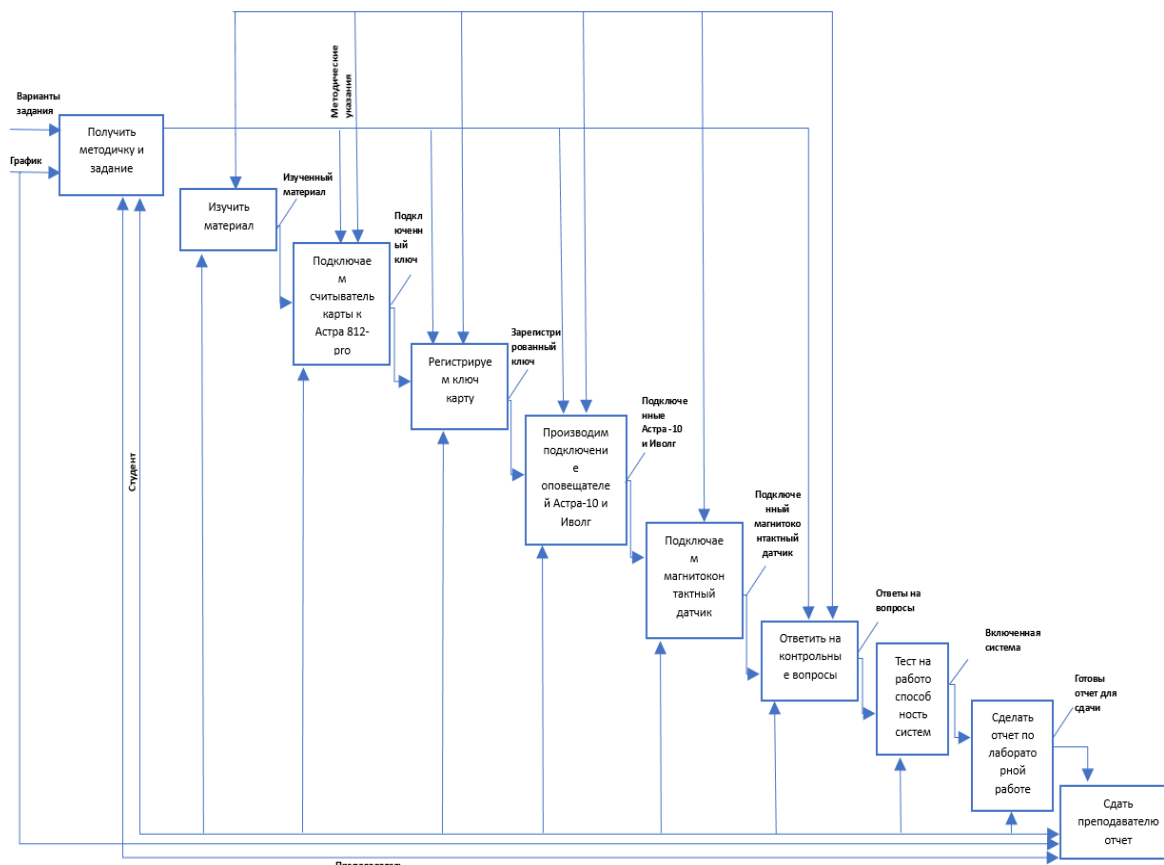


Рис. 2. Методика проведения лабораторного занятия на «Астра 812pro»

Настройка ПКП состоит из следующих этапов:

- подключение Считыватель карт к ПКП «Астра – 812 Pro»;
- подключение светозвукового оповещателя к ПКП; подключить оповещатель к ПКП согласно схеме подключения, соблюдая строгую полярность контактов;
- подключение извещателей; подключить в Zone с 1 по 4 охранные извещатели, а с 5 по 8 – пожарные извещатели строго по заданной схеме, проверить полярность контактов, показать преподавателю собранную схему и после разрешения включить питание ПКП и протестировать извещатели.

Требование к отчету.

Отчет является документом, оформляемым обучающимся по результатам выполнения лабораторной работы. Отчет оформляется в соответствии с требованиями к отчету, приведенными в методических указаниях.

Отчет должен включать:

- идентификатор группы, фамилию обучающегося, дату выполнения работы;
- название лабораторной работы;
- описание задания – постановку задач, подлежащих выполнению в процессе лабораторной работы;
- краткое описание основной части в соответствии с методическими указаниями;
- анализ результатов, оценку, обобщения и выводы по работе;
- ответы на контрольные вопросы;
- место для подписи преподавателя.

Отчеты должны сохраняться до завершения семестра, они подтверждают выполнение лабораторной работы при наличии отметки в журнале лабораторных работ. Поскольку область систем охранной и пожарной сигнализации продолжает развиваться, существует несколько потенциальных будущих направлений для исследований и разработок в области обучения на лабораторных стендах. Одной из потенциальных областей для будущих иссле-

дований является разработка более совершенных лабораторных стендов, имитирующих сложные сценарии, такие как многоэтажные здания или крупные промышленные объекты. Это могло бы сформировать больше компетенций в области работы с системами ОПС. В качестве перспективы в будущем можно было бы улучшить доступности обучения на лабораторных стендах, обучающихся из удаленных регионов реализованные в виде онлайн-курсов.

В заключение можно отметить, что обучение учащихся на лабораторном стенде является важнейшим компонентом учебной программы в рамках учебной дисциплины «Технические средства охраны», что и было реализовано на кафедре «Систем информационной безопасности» Казанского национального исследовательского технического университета им. А. Н. Туполева. Как результат апробации мы наблюдали повышение интереса обучающихся к данной дисциплине, проявление активной работы каждого учащегося в подгруппах, а результаты, занесенные в отчетные формы, позволяли анализировать данные в виде таблиц и графического представления.

Список использованных источников и литературы

1. Синилов, В. Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. – Москва : Академия, 2011. – 512 с.
2. Юсупов, Б. З. Разработка лабораторного стенда охранно-пожарной сигнализации по дисциплине технические средства охраны // XXV Туполевские чтения (Школа молодых ученых). – Казань, 2021.
2. Никитин, А. В. Технические средства охранно-пожарной сигнализации : учеб.-наглядное пособие / А. В. Никитин, В. Н. Шапочанский. – Иркутск, 2014. – 48 с.
3. Имамova, В. Р. Разработка структуры охранно-пожарной сигнализации // Вестник барнаульского юридического института МВД России – 2018. – № 1 (34).
4. Виды охранно-пожарных сигнализаций (ОПС) / К. О. Бузина [и др.] // Аллея науки. – 2019. – № 1 (28). – 12 с.
6. Юсупов, Б. З. Разработка методики проведения лабораторных работ на стенде «ОПС Астра-713» по дисциплине технические средства охраны // XXV Туполевские чтения (Школа молодых ученых). – Казань, 2021.

B. Z. Yusupov, Master's Degree Student

A. M. Martynov, Student

R. R. Sharipov, PhD in Engineering, Adviser

Department of Information Security Systems

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev

Methodology for providing laboratory work at the stand “FSA Astra-812pro” in the discipline “Technical equipment of protection”

A developed laboratory stand for fire and security alarms based on the Astra 812pro control panel is proposed, which presents five types of detectors connected to loops. The relevance of work on this stand is substantiated, the advantages in the form of practical skills and knowledge acquired by students in the process of learning or work are shown. A methodology for conducting laboratory work at the stand has been developed, the order of work, requirements for tasks and reporting forms are shown. Detailed descriptive steps to complete the tasks are presented.

Keywords: FSA; detector; sensor; student; laboratory stand; technique.

К. С. Модлей, студент
Е. Ф. Стукалина, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Защита информации в компьютеризированных системах»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Анализ соответствия защиты персональных данных в ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» требованиям текущего законодательства

Проводится анализ и оценка текущего состояния защиты персональных данных в ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» на соответствие требованиям законодательства с предложением ее адаптации к современным требованиям.

Ключевые слова: информационная система персональных данных; оператор; регулятор; нормативные правовые акты; персональные данные.

Защита персональных данных (ПДн) на данный момент для большинства организаций является стандартным требованием, которое реализуется правовыми, организационными и программно-техническими мерами. Важность защиты персональных данных для государства отражается в постоянно обновляющихся требованиях законодательства в области защиты персональных данных. Последние значительные изменения в ФЗ-152 «О персональных данных» внесены 14.07.2022 г. ФЗ-266, с вступлением большей части из них в законную силу с 1 марта 2023 г.

В данной статье анализируется соответствие требований законодательства и текущей ситуации в области защиты персональных данных в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (далее ИжГТУ). Для анализа в основном используются данные с официальных сайтов ИжГТУ и контролирующих органов в области защиты персональных данных. Для анализа выполнения требований в области защиты персональных данных введем следующие обозначения: 1 – требования реализованы; 0,5 – требования реализованы частично; 0,75 – требования реализованы, но не пересматривались более года; 0 – требования не реализованы или нет данных.

Итоговую оценку R будем рассчитывать следующим образом:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n} 100\%, \quad (1)$$

где r – оценка i -го требования; n – количество требований.

Результат анализа будем интерпретировать следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Результат выполнения требований, %, R	Рекомендации
95–100	Состояние удовлетворительное
80–95	Состояние удовлетворительное, требуются плановые текущие корректирующие мероприятия
70–80	Состояние, близкое к неудовлетворительному, требуется принимать корректирующие меры
<70	Состояние неудовлетворительное, требуется срочно принимать корректирующие меры

Контроль и надзор за обработкой персональных данных в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в области персональных данных поручено федеральному органу по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых комму-

никаций (Роскомнадзор) [1]. По данным реестра Роскомнадзора на текущий момент в ИжГТУ зарегистрировано четыре информационных системы персональных данных (ИСПДН):

№ 1. Бухгалтерский и кадровый учет.

№ 2. Образование.

№ 3. Официальный сайт.

№ 4. Документационное обеспечение управления ИжГТУ имени М. Т. Калашникова.

Заявленные цели обработки персональных данных в этих системах условно можно свести к следующему списку:

1. Ведение бухгалтерского и кадрового учета.

2. Ведение воинского учета.

3. Выполнение требований законодательства Российской Федерации в сфере образования.

4. Выполнение требований законодательства Российской Федерации в сфере здравоохранения, оказания медицинской помощи при санаторно-курортном лечении, реализация иных уставных задач.

5. Оперативное информирование работников.

6. Учет автоматизированных рабочих мест пользователей и оргтехники.

Отметим, что одной из новаций в защите персональных данных, введенных источником [2], является издание локальных нормативных актов организации, «определяющих для каждой цели обработки персональных данных категории и перечень обрабатываемых персональных данных, категории субъектов, персональные данные которых обрабатываются, способы, сроки их обработки и хранения, порядок уничтожения персональных данных при достижении целей их обработки...», кроме того появляется требование к процедуре и срокам реагирования на инциденты неправомерного доступа к персональным данным, а также ужесточаются требования к трансграничной передаче персональных данных, а именно, с 1 марта 2023 г. в Роскомнадзор необходимо подать отдельное уведомление об осуществлении трансграничной передачи персональных данных. Для анализа текущей ситуации по защите персональных данных в ИжГТУ в соответствии с действующим законодательством за основу возьмем обязательные меры защиты, указанные в ст. 18.1 ФЗ-152 и обозначенные выше нововведения, обязательные для исполнения с марта 2023 г. Для анализа текущей ситуации воспользуемся локальными нормативными актами ИжГТУ, опубликованными на его сайте, такими как «Политика в отношении обработки персональных данных в ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» и др. При оценке выполнения требований законодательства будем учитывать тот факт, что в 2018 г. ИжГТУ прошел проверку Роскомнадзора, т. е. был подготовлен комплект нормативных документов и проведены необходимые мероприятия по защите персональных данных. Для наглядности анализа требований законодательства и оценки их исполнения сведем все данные в табл. 2.

Таблица 2. Анализ исполнения требований законодательства

№ п/п	Требование	Результат анализа	Оценка	Пояснение
1	Назначение ответственного за организацию обработки персональных данных	Назначен ответственный	1	Данные реестра Роскомнадзора
2	Наличие политики в отношении ПДн	Политика издана	1	Сайт ИжГТУ
3	В «Уведомлении об обработке персональных данных», оператор для каждой цели обработки ПДн указывает категории ПДн, категории субъектов, ...»	Вступает в силу с 01.03.2023г.	0,5	Данные реестра Роскомнадзора
4	Применение мер по обеспечению безопасности ПДн в соответствие со ст. 19 ФЗ №152	Меры применены	0,75	Проверка регулятором в 2018 г.
5	Оценка вреда в соответствие с требованиями Роскомнадзора	Вступает в силу с 01.03.2023 г.	0,75	Проверка регулятором в 2018 г.

№ п/п	Требование	Результат анализа	Оценка	Пояснение
6	Ознакомление работников с положениями законодательства РФ о ПДн	Работники ознакомлены	1	Сайт ИжГТУ
7	В случае неправомерного доступа к ПДн, повлекшее нарушение прав субъекта ПДн, оператор обязан уведомить Роскомнадзор: 1) в течение 24 часов о предполагаемых причинах инцидента; 2) в течение 72 часов о результатах внутреннего расследования	Вступает в силу с 01.03.2023 г.	0	Нет данных
8	Операторы, которые осуществляют трансграничную передачу персональных данных, обязаны не позднее 01.03.2023 г. направить в Роскомнадзор уведомление об осуществлении трансграничной передачи персональных данных	В ИжГТУ заявлена трансграничная передача данных	0	Данные политики ПДн ИжГТУ

Итоговую оценку рассчитаем по формуле (1):

$$R = \frac{(1+1+0,5+0,75+0,75+1+0+0)}{8} \cdot 100\% \approx 63\%.$$

Результат расчета:

63 % < 70 %, что свидетельствует о необходимости применения срочных мер по введению обработки персональных данных к действующему законодательству.

Вывод

По результатам анализа и расчета соответствия выполнения требований законодательства по защите персональных данных в ИжГТУ предлагается провести следующие мероприятия:

1. Обновить политику в отношении обработки персональных данных в соответствии с последними требованиями законодательства, а именно: уточнить данные по обрабатываемым ИСПДн и целям их обработки; скорректировать сроки ответа на запрос субъекта персональных данных и контролирующих органов с 30 дней до 10; уточнить данные по трансграничной передаче данных и при необходимости подать отдельное уведомление в Роскомнадзор на такой вид обработки персональных данных, как требует того законодательство.

2. Проанализировать цели обработки ПДн с целью их более корректного изложения и при необходимости подать в Роскомнадзор уведомление по обработке персональных данных в ИжГТУ с уточненными данными.

3. Разработать локальные нормативные акты по обработке ПДн для каждой цели обработки ПДн.

4. Назначить ответственного по обработке инцидентов с персональными данными.

5. Разработать и утвердить форму и процедуру расследования инцидентов с персональным данным.

6. Провести расчет оценки вреда, который может быть причинен субъектам персональных данных в случае нарушения ФЗ № 152 с учетом рекомендаций Роскомнадзора от 2022 г. [3].

Список использованных источников и литературы

1. Правительство Российской Федерации. Постановления. О Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций : постановление [от 16.03.2009 № 228] // Гарант. – URL: <https://base.garant.ru/195117/> (дата обращения: 12.03.2023).

2. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в Федеральный закон «О персональных данных», отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившей силу части четырнадцатой статьи 30 Федерального закона «О банках и банковской деятельности» : федер. закон [от 14 июля 2022 г. № 266-ФЗ] // Официальное опубликование правовых актов. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202207140080> (дата обращения: 23.10.2023).

3. Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Приказы. Об утверждении Требований к оценке вреда, который может быть причинен субъектам персональных данных в случае нарушения Федерального закона «О персональных данных» [от 27.10.2022 № 178] // Официальное опубликование правовых актов. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202211290004> (дата обращения: 23.10.2023).

K. S. Modley, Student

E. F. Stukalina, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Information Security in the Computerized Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Analysis of personal data information systems
in the Kalashnikov Izhevsk State Technical University**

The analysis and assessment of the current state of personal data protection in the Kalashnikov IzhSTU is carried out for compliance with the requirements of legislation with the proposal of its adaptation to modern requirements.

Keywords: personal data information system; operator; regulator; regulatory legal acts; personal data.

V. I. Tereshchenko, Master's Degree Student
V. S. Vologdin, Doctor of Engineering Sciences, Professor
Department of Information Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Applying machine learning methods to image recognition

The main modern methods of pattern recognition, such as Viola-Jones algorithm, R-CNN and YOLO family of machine learning models, are reviewed. The stages of image preprocessing, search for regions containing recognition object and classification of obtained regions are outlined. The architecture and operation principle of convolutional neural networks as the main elements in pattern recognition tasks are briefly described.

Keywords: pattern recognition; convolutional neural networks; Viola-Jones algorithm; YOLO; R-CNN.

Introduction

The list of areas in which object recognition systems are used is constantly growing. Objects can be anything from a traffic light to handwritten text or a human image. Each object has information, so the task of recognition is to identify the object by a subset of the characteristics that are inherent to it. Therefore, the creation of both a universal and efficient algorithm is extremely difficult, and does not always justify the effort invested. The purpose of recognition is to determine whether an object belongs to a certain class. By class we mean a category of objects, characterized by parameters. Recognition algorithms are based on three main stages: the formation of object description, analysis of object parameters, the stage of decision-making. At the first stage of the recognition system is fed an image consisting of mutually located elements, then, on the basis of the physical nature of the image its description is generated, which determines the methods by which the object of recognition will be considered. The next stage is the implementation of complex methods aimed at identifying the possible relationship of the image description elements to the parameters of each class. The result of the system operation is the definition of the image class.

The implementation of the above stages is possible in several ways. The most common approaches to object recognition are algorithms based on neural networks, principal components method, wavelet transforms. This paper focuses on the evolution of object recognition algorithms. First, the principles of the Viola-Jones method are explained, and then, the R-CNN and YOLO models are discussed.

The Viola-Jones method

The Viola-Jones method [1] has not lost its relevance despite its more than 20 years history. Compared to more modern recognition algorithms, the Viola-Jones method may be inferior in speed and accuracy, but in terms of efficiency it continues to occupy one of the leading positions in the areas related to pattern recognition. Initially, the method was developed for face recognition, but immediately found its application in other areas.

Next, review the principles of the method of Violet-Jones. First of all, a classifier is trained. A classifier is a systematic list of named objects. In other words, a classifier is a repository of “correct” features. It is the classifier that is used to select the necessary elements from the set. In ma-

chine learning, the process of selecting objects by comparing them to a set of objects distributed into classes according to the selected features is called classification. As a result, the classified object has its own number or name of the class to which it belongs [2].

In the Viola-Jones method, training a classifier requires obtaining an algorithm capable of finding patterns, forming patterns for sets of input data regardless of the nature of this data. Therefore, this method uses machine learning to create a classifier. The classifier is “trained” by the type of supervised learning, which implies the formation of logical conclusions by repeatedly solving a set of similar problems. These tasks are elements of generated samples, also called training samples, containing “object–answer” values. After training, the classifier has to determine the class of an arbitrary object with high accuracy.

In image recognition, great importance is given to the classifier. Since the training sample size sometimes reaches several thousand and the sum of objects for recognition is hundreds of times the number of images, the AdaBoost (short for Adaptive Boosting) algorithm [3] is used to improve classifier training. This algorithm is part of machine learning and is used to improve the performance of classifiers. Improving the classification accuracy is achieved by combining already existing recognition algorithms into ensembles. This approach is designed to eliminate at each iteration the errors generated in the previous step. Yoav Freund and Robert Schapire, creators of AdaBoost, focused the algorithm's attention on the more difficult objects in the training sample, which allowed for less overtraining. The Viola-Johnson method uses a series of AdaBoost algorithms, which is a sequence of classifiers. In the first training phase, the threshold for passing the images is deliberately lowered. This is done in order to increase the number of classifiers involved. Further training is constructed by filtering the image area through a series of algorithms, where first come the “heavier” filters that can quickly identify and pass objects insignificant to the recognition. The part of the image in question is recognised as a target object only in case it passes through all the classifiers.

One of the main features of the method is the representation of the original image through a set of rectangular areas of different areas and arrangements. This conventional partitioning of the image is referred to as the scanning window approach. The scanning window is moved step by step across the entire image until the entire image has been considered. At each such iteration, the brightness of the selected area must be calculated, which is found by summing the values of all the pixels within the area. The sequential summation of pixel values can be applied to small images, but as the image size increases, the computational complexity increases dramatically. Therefore, in order to increase the computational speed, the image is converted into an integral form. An integral image is a two-dimensional matrix, each element of which stores the sum of the values: the pixel itself and the pixels strictly above and to the left of it. Using mathematical notation, the above can be represented as an expression:

$$I(x, y) = \sum_{\substack{x' \leq x \\ y' \leq y}} i(x', y') \quad (1)$$

where $I(x, y)$ is the value of the integral pixel at the point (x, y) ,; $i(x, y)$ is the pixel value in the original image at the same point.

In the frequent operation of calculating the intensity of a rectangular area of the original image, instead of summing up the values of all the pixels within an area one by one, the integral representation of this quadrangle, namely the pixel values in its vertices, is resorted to. An example of rectangular areas in the pixel matrix and their corresponding areas in the integral representation is shown in Fig. 1.

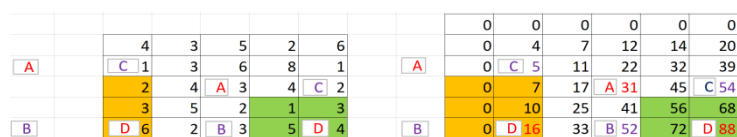


Fig. 1. Pixel (a) and integral (b) image representation

Since in the integral matrix each element is the sum of pixel values located in the space bounded by coordinates of the pixel of interest, to calculate the intensity of a rectangular area it is necessary to operate with pixel values in its vertices so that there is no re-inclusion of values in the calculation. To calculate the intensity in a selected quadrilateral area with vertices A, B, C, D using an integral image representation, proceed as follows:

$$\sum_{\substack{x_0 < x \leq x_1 \\ y_0 < y \leq y_1}} i(x, y) = I(D) + I(A) - I(B) - I(C). \quad (2)$$

Thus, using the resulting integral image, calculating the intensity of a rectangular area of arbitrary size is reduced to three mathematical operations and four memory accesses storing the element values. Compared to summing up the values in each new area one by one, the complexity of this algorithm will be linear, which greatly reduces the calculation time and the amount of memory used.

Haar features

The Viola-Johnson method uses Haar attributes to recognise image elements. Before the above-mentioned features are discussed, it is worthwhile to refer to the meaning embedded in this concept. A feature f is understood as a variety of descriptions of a feature of an object. Represent the set of objects as X , and the set of admissible values of a feature as D_f , then the description of one of the features is represented as:

$$f: X \rightarrow D_f. \quad (3)$$

Therefore, a vector $x = (f_1(x), \dots, f_n(x))$ consisting of a set of features f_1, f_2, \dots, f_n is called a feature description of object $x \in X$.

Viola and Jones interpreted the feature in the image through a quadrangle including white and black areas. The location of both the contrasting areas in the feature and the position of the feature itself in the image vary. The variety of Haar features presented in Fig. 2 is necessary for a more accurate and faster recognition implementation. In the feature identification process, the scanning window is moved across the image and for each feature location, the feature is overlaid on the image. Then, to classify the feature, the difference between the values of the sums of pixel intensities enclosed in the white and black areas of the feature is found. The resulting value will serve as an indicator of a particular feature, with a given size and method of location.

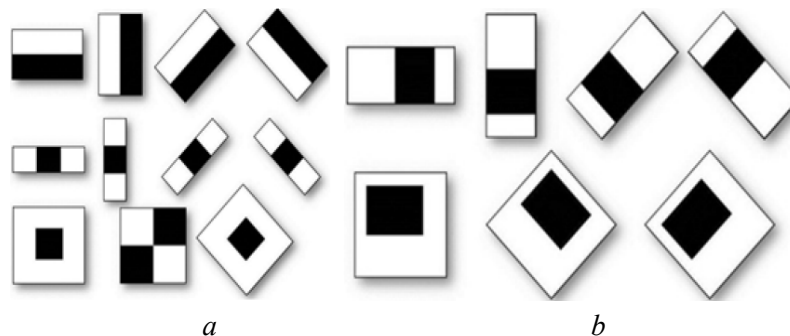


Fig. 2. Standard (a) and supplementary (b) set of Haar features

As a consequence, for each scanning window, the set of Haar features used and the combination of their sizes and scales are selected. This allows hundreds of thousands of variations in the location of the features to be considered in a single iteration of the program. Using the integral representation of the image increases the speed of calculating the intensities of rectangular areas needed to determine the features. The task of the classifier in this case is to choose: whether to

attribute the selected feature, characterized by the obtained value and method of location, to the set of features of interest to researchers, and if to attribute, then to what set of features.

Convolutional neural networks

There are several types of neural networks, among them convolutional neural networks are the best in object recognition [4]. Convolutional neural networks consist of three types of layers: convolutional, pooling, and fully-connected layers. The architecture of convolutional networks can be different, but always the first layer is the convolutional layer, and the last one is the fully-connected layer. Between the input and output layers there may be convolutional and pooling layers. Each layer is specialized to work with a particular image feature, so the output layer represents a matrix containing the partially recognized image. The subsequent layer takes the values obtained earlier and applies its own feature recognition to them. The result is a collection of features reflecting different aspects of the original image, which is fed into the last layer of networks for image recognition. In general, the structure of neural networks can be represented as a sequence of layers that implement the given functions. The nodes, which are artificial neurons, of a layer have a link to each of the nodes of neighbouring layers. Communication between nodes of different layers is activated if the value of the given node exceeds the set threshold, otherwise the value will not be transferred further. Multi-layer networks form a hierarchy of layers, where the earlier layers are responsible for recognising simple objects - colours, edges, etc. While the upper layers, based on previously acquired data, can recognise large elements - the shape of the object, up to the whole image.

The convolution layer is where image processing begins, and where most of the computations take place. The task of this layer is to transform the original image into a feature matrix. As in other object recognition methods, in the algorithms implementing convolutional neural networks, the image is represented through a two-dimensional matrix, if the image is represented in one colour plane, or a set of two-dimensional matrices, the number of which is determined by the represented colour model. The elements of the matrix will be the pixel values of the image. Thus, image convolution will be understood as the operation of forming the feature matrix C by summing the values of the scalar product of the corresponding elements of matrices B and A , whose size and values are determined by “imposing” the first matrix on the second one. The value of each element of matrix C can be represented as an expression:

$$C_{i,j} = \sum_{u=0}^{m_x-1} \sum_{v=0}^{m_y-1} A_{i+u,j+v} B_{u,v} \quad (4)$$

where A is a two-dimensional matrix of pixel values of the original image; B is two-dimensional matrix of weights or otherwise known as a filter or kernel; C is known as a feature map, activation map, or a convolved feature; m_x, m_y are the height and width values of matrix B .

Matrix B stores the weights to be matched against the pixel values of the original image. The area to be matched corresponds to the dimensionality and position of matrix B . Since the weight matrix is smaller than matrix A , several operations are needed to “capture” all the elements of the larger matrix. The dimensionality of matrix C is defined as $(n_x - m_x + 1) \cdot (n_y - m_y + 1)$, where n_x, n_y are the height and width values of matrix A .

There are several ways to control the dimensionality of the feature matrix. In order to maintain the size of the original matrix, it is augmented with pixels. This kind of convolution is called the same convolution. Otherwise, with each new iteration there will be a decrease in the matrix. This type of convolution is called valid convolution.

If the convolution neural network input is an image with multiple channels, such as RGB, then a set of matrices is formed, each representing one channel. The convolution operation is performed separately for each of the matrices. Then, the values of the received feature matrix elements at the same positions are summed up and a stride value is added to them; the resulting value is written to the final feature matrix.

The next type of convolutional neural network layer is the pooling layer. This layer helps to reduce the size of the feature matrix, which helps to reduce the value of the required computational

power. Another useful property that the pooling layer brings is the extraction of dominant features, which promotes efficient learning and also limits overtraining.

The implementation of a pooling layer consists of dividing the input matrix into identical blocks and searching for the maximum or average value in these blocks. The types mentioned are called Max Pooling and Average Pooling respectively. Max Pooling also discards noise activations, while Average Pooling simply performs dimensionality reduction as a noise suppression mechanism. Therefore, Max Pooling is more preferable.

The final step in the operation of convolutional neural networks is to classify the image based on the features derived from the previous layers [5]. This function is performed by a fully-connected layer. In this layer each node of the previous layer is linked to all nodes of the subsequent layer. Using the SoftMax function, the fully-connected layer gives an estimate of the probability that a recognizable object belongs to a certain class as a fractional number in the range from 0 to 1.

Object recognition algorithms implementing convolutional neural networks

Currently, algorithms based on convolutional neural networks can be divided into two groups: multistage and single-stage. The first group includes R-CNN algorithms and their derivatives. The second group includes such algorithms as YOLO, SSD, CornerNet etc.

The R-CNN algorithm [6] involves reducing the number of recognition domains produced by the convolutional neural network by highlighting regions in the image. The selection of potential objects in the image is done as follows. The selective search method creates a pre-segmentation, then combines elements with similar features into larger ones, at the end, the final candidate regions of the same dimensionality are formed based on the selected regions. The segmentation results in up to 2,000 regions. Next, feature matrices are created for each region using convolutional neural networks. The resulting matrices are sent to the classifier in order to establish the probability of the region belonging to the object classes of interest and to refine the boundaries of the regions using linear regression.

A new version of the R-CNN family is the Fast R-CNN algorithm [7]. This algorithm first applies convolutional neural networks to the original image, then the candidate regions are extracted from the resulting feature matrix. In the next step, the regions are passed through the RoI (abbreviation for Region of Interest) layer, which is a pooling layer, to be converted to a uniform size. Finally, all the regions are classified and tested for stride in a fully-connected layer.

An improved model of R-CNN is Faster R-CNN [8]. The new algorithm has proposed to replace the selective search method with a neural network RPN (short for Region Proposal Networks). The image processing in the first stages is done in the same way as in Fast R-CNN. The resulting feature matrix is processed by RPN to produce candidate regions. The IoU (abbreviation for Intersection-over-union) value is used to quickly determine the presence or absence of an object in the region. The image is further processed according to the above principles. The Faster R-CNN algorithm reduces the number of candidate regions without loss of recognition quality.

Another approach to object recognition has models called YOLO [9]. In these algorithms, the image is not pre-segmented into regions. Instead, the original image is divided into a grid of one-dimensional cells in which a certain number of bounding rectangles is allocated. For each of the bounding boxes using a convolutional neural network, the probability of its belonging to one of the classes is determined and its boundary shift values are calculated. When the probability value of the bounding box is greater than the threshold value, the object is extracted from this space and its location in the image is determined. Subsequent versions of YOLO improve the recall speed and positioning accuracy of the algorithm, improve recognition of small-scale objects, and apply logical regression. It is estimated that the recognition speed of YOLOv3 [10] is 100 times faster than Fast R-CNN.

Conclusion

In conclusion, it is worth noting the diversity of object recognition methods. The history of the development of these methods is particularly evident in the last decade. Therefore, it can be

concluded that there is an interest in the field of object recognition. This, in particular, provokes a demand for the study of technologies related to computer vision. Currently, algorithms using convolutional neural networks are the most in demand. The structure of such networks allows for faster image processing and more accurate feature extraction. In the case of multilayer structure, convolutional neural networks reduce complexity and, at the same time, increase the efficiency of recognition. There is great competition among algorithms based on convolutional neural networks, in which the YOLO models have been leading for several years. Unlike Viola-Jones method and R-CNN models, which allocate several domains for each of which the recognition algorithms are applied, YOLO suffices for a single pass of the image through all network layers. As a result, YOLO wins in many ways.

References

1. *Viola, P.* Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features / P. Viola, M. Jones // IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2001. – Vol. 1. – Pp. 511-518). – Available at: <https://doi.org/10.1109/CVPR.2001.990517> (accessed 16.10.2023).
2. *Vydelenie pokazaniya pribora uchyota elektroenergii metodom Violy-Dzhonsa s pomoshch'yu biblioteki Opencvsharp / S. V. Vologdin [i dr.] // Nauka i innovacii v XXI veke: aktual'nye voprosy, dostizheniya i tendencii razvitiya : sbornik statej pobeditelej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 12 noyabrya 2016 goda. – Penza : Nauka i Prosveshchenie, 2016. – S. 21-24.*
3. *Freund, Y.* A Decision-Theoretic Generalization of On-Line Learning and an Application to Boosting / Y. Freund, & R. E. Schapire // Journal of Computer and System Sciences. – 1997. – 55 (1). – Pp. 119-139. – Available at: <https://doi.org/10.1006/jcss.1997.1504> (accessed 16.10.2023).
4. *Indolia, S., Goswami, A. K., Mishra, S. P., & Asopa, P.* Conceptual understanding of convolutional neural network - a deep learning approach // Procedia Computer Science. – 2018. – 132, 679–688. – Available at: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.069> (accessed 16.10.2023).
5. *O'Shea, K., & Nash, R.* An introduction to convolutional neural networks // arXiv preprint arXiv:1511.08458. – 2015. – Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1511.08458> (accessed 16.10.2023).
6. *Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T., & Malik, J.* Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation // In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2014. – Pp. 580-587. – Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1311.2524> (accessed 16.10.2023).
7. *Girshick, R.* Fast r-cnn // In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. – 2015. – Pp. 1440-1448. – Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1504.08083> (accessed 16.10.2023).
8. *Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J.* Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks // Advances in neural information processing systems. – 2015. – 28. – Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1506.01497> (accessed 16.10.2023).
9. *Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A.* You only look once: Unified, real-time object detection // In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2016. – Pp. 779-788. – Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1506.02640> (accessed 16.10.2023).
10. *Redmon, J., & Farhadi, A.* Yolov3: An incremental improvement // arXiv preprint arXiv:1804.02767. – 2018. – Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1804.02767> (accessed 16.10.2023).

В. И. Терещенко, магистрант

С. В. Вологдин, доктор технических наук, профессор

Кафедра «Информационные системы»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Применение методов машинного обучения для распознавания изображений

Рассмотрены основные современные методы распознавания образов, такие как метод Виолы-Джонса, семейство моделей машинного обучения R-CNN и YOLO. Изложены этапы предварительной обработки изображения, поиска регионов, содержащих объект распознавания, классификация полученных областей. Кратко изложена архитектура и принцип работы свёрточных нейронных сетей как главных элементов в задаче распознавания образов.

Ключевые слова: распознавание образов; свёрточные нейронные сети; метод Виолы – Джонса; YOLO; R-CNN.

E. A. Votina, Student
Department of English Philology
Mari State University, Yoshkar-Ola

Storytelling for the development of English language communication skills

The article reveals the concept of storytelling, provides conclusions proving the use of storytelling for the development of English language communication skills are made. The analysis is focused on the advantages of storytelling as a technique for learning a foreign language. Examples of tasks which result in a comfortable introduction of storytelling in the educational process are also given.

Keywords: storytelling; storytelling format; features of storytelling; text; oral narration; video; audio podcast; multimedia technologies; interactive method.

“Modern society requires modern solutions” is a well-known expression among the people. It implies that the rapidly changing world creates new realities that are not inherent in traditional society, and in this regard it indicates the need for continuous human improvement. In all the new realities, humanity faces an important task – sometimes it is even called a challenge – to provide continuous development and cultivate the qualities necessary for the requirements of the modern world. Important *aspects* that a modern person should have for a comfortable and successful life include such things as *flexibility and adaptability, critical thinking, digital literacy, self-government and self-development, etc.*

Education plays an important role in the formation of the above-mentioned aspects. It pushes a person to continuous development and, therefore, it is the main way to maintain or improve one’s standard of living. A good command of a language has always been contributed in the professional development of a person. However, one can say that the study of languages is gathering pace at even bigger scale as it provides a lot of opportunities for personal and professional development: intercultural communication, watching movies and reading books in the original, expanding trading opportunities, traveling, and, finally, career growth.

Today, the knowledge of languages has become so popular that the question “Do I need to learn a foreign language?” no longer arises. Moreover, thanks to the globalization phenomena and impacts on the education industry, training has become available to any category of the population, regardless of age, gender, religion, nation or race. In connection with this factor, among those who want to learn foreign languages, you can meet both children and teenagers, even adults and the elderly. Each age group needs its own rules and requirements, approaches and teaching methods.

The teaching approaches are changing and now teachers are trying to diversify lessons with various types of activities that make the learning process more interactive and entertaining, but most importantly – more effective. They use electronic textbooks, manuals, interactive boards, educational applications (Kahoot, Quizlet) and software (Moodle, Zoom), video tutorials, electronic libraries; multimedia resources. This allows them to clearly explain the material that is better absorbed by a student. The teaching style is also changing. Teachers strive to create a favorable and friendly atmosphere in the process of language learning through games, conversations and speaking clubs. One of such examples which are used by teachers is storytelling.

In this article we will try to consider the basic issues of this method in language learning and analyze the ways how it can be introduced in class, taking into account the results of our survey.

In short, *storytelling* is a way of presenting information in the form of an interesting and memorable story in any available format: short or long text, comic, video, audio.

At the end of the last century, the Australian philosopher David Armstrong in his book “MBSA: Managing by Storying Around” described storytelling as a training technology that came

from economic slang as one of the types of marketing move [5]. Storytelling was originally used as a managerial method of working with personnel – it was a tool for managing motivation and employee training [3]. Sometimes this phenomenon refers to the name of the American teacher of foreign languages Blaine Ray.

The advantage of using storytelling was explained by the American neuroeconomics scientist Paul Zack who has shown that when we hear dry facts only the left brain is involved. When we listen to stories, anecdotes, the right brain is activated generating images, pictures, emotions that help memorization [2].

The method of teaching a foreign language through storytelling was proposed in the 1990s by a Spanish school teacher from California, USA, Ray Blaine [1, p.28]. It finally entered the field of education in the 21st century, after gaining popularity and recognition in the fields of business and journalism [4, p.28].

Since foreign language learning is one of the most popular skills in the modern world, we decided to delve into the question of the impact of storytelling on language education. According to numerous worldwide and all-Russian surveys, English remains among the first in terms of the importance of learning, because not only teenagers and young people are interested in it, but also the older generation. In this regard, a new question emerges, “Is storytelling used in learning English and what impact does it have on it?”

To find the answer, first it is necessary to find out what position storytelling takes at the moment. We have conducted a survey within the topic of our paper which helped to determine the popularity of storytelling among various age groups. We have also found out if teachers are interested in it and what forms of storytelling are preferable for respondents.

We have conducted a survey among 100 people, including 53% of pupils, 41% of students (25% are students whose future major would not deal with languages) and 6% of teachers. Our survey included the following questions:

1. Do you study English?
2. Where and how do you learn/ have you learnt English?
3. Have you ever heard about storytelling?
4. Have you used storytelling while learning or teaching English?
5. How often have your teachers used this method?
6. Would you like to try storytelling in learning or teaching a language?
7. Which kinds of storytelling would you like to work with, if any?
8. Why do you think storytelling is interesting and useful?
9. Has storytelling helped you in learning English?
10. Would you recommend storytelling as a useful method in language learning?

The survey has been conducted in an online format in order to involve as many people as possible. The poll has been offered in Russian to allow people (even who have not started their journey in learning English yet but probably are familiar with the method) to take part in the research.

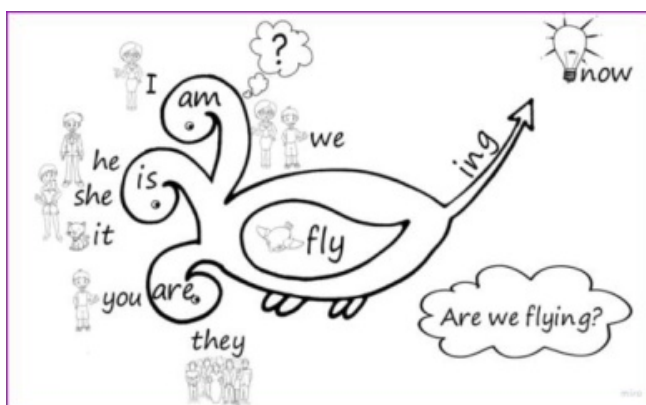
According to the results, 99 % of respondents are familiar with storytelling while learning the English language. Among them, the prevailing number of people (85 %) is learning English now. 14 % of the respondents have studied the language before. Only 1 respondent has never learnt it.

Based on the results of the survey, the majority of the respondents (76 %) have heard about storytelling and 69 % have used it while learning or teaching English in different places and ways. It tells about the popularity of this method with several age groups. We can assume that it is influenced by the variety of *storytelling forms*, due to which everyone, despite their age, can find a suitable option: an oral narration or conversation, a text, a video, an audio podcast, a story using audio and visual components, multimedia technologies. Just over a third of the respondents (36 %) have claimed that their teachers have often used storytelling in class.

Practically, 75 % of the respondents have claimed that they would to try storytelling in learning or teaching a language. This proves the attractiveness of this method and the awareness of its advantages.

As for the *advantages*, storytelling makes the memorization of information easy. In our case, students usually have difficulty with grammatical rules, such as: tenses, the use of prepositions, passive voice and, in general, a large set of new words. This technique allows combining the key points of a rule into one story, which will later pop up in the student's memory as an association and prompt the correct answer.

For example, children often have difficulty remembering Present Continuous, especially if it is a question. The following story helps clarify the situation: "Look, when the light bulb with the word "now" lights up, a dragon arrives. It has three heads: am, is, are. Each of them has their own friends. A verb is drawn on the dragon's body, which changes every time, and it always has one tail - "ing". If a dragon has a question, it puts one of its friends on its neck and flies away to look for an answer. What did we get? "Are we flying?"- Yes. If you move objects in the picture during the story as the plot develops, both auditory and visual memories are activated. This example is meant for children but can be used while working with students of all ages.



A storytelling example

Storytelling creates a special positive emotional atmosphere as people remember the situation in which they experience vivid emotions. They can be both positive (laughter, joy, surprise, delight) and negative (fear, fright, horror). Telling stories is as an excellent opportunity to share experience. It is especially important for students as they are shy to speak a foreign language being afraid of making mistakes. Storytelling promotes active participation of listeners. Often, when a teacher tells something interesting, everyone joins the discussion, even those who tend to keep silence. It helps them to leave their comfort zone and cross the language barrier.

Storytelling brushes up various skills such as listening and reading, it activates vocabulary and broadens our horizons.

As the most preferred storytelling form (question: Which kinds of storytelling would you like to work with, if any), the majority of the respondents have chosen oral stories (65.7 %) and videos (79.8 %). The latter can be explained by the fact that we live in the age of technological development and various digital form look rather common everywhere. In a rapidly changing world, we do not want to waste time reading a long text, we are more willing to listen to something (short) or, better, watch something. People are used to bright pictures and animations, which, as we see, influence even the field of education.

Therefore, digital storytelling forms are becoming more and more popular in learning foreign languages. It involves the creation of stories using multimedia means (graphics, texts, sound, videos, animation).

In the social network "VKontakte" and the video hosting "YouTube", short video (reels) are rapidly gaining momentum. These are small storylines of no more than 1 minute. Many of them have their own beginning, culmination and denouement. So you can learn about anything in a very short period of time. It turns out that even spending 15 minutes a day a person can see at least 15 full-fledged stories containing new English words, interesting facts about life in English-speaking countries, revision of grammar, vocabulary, phonetics.

It should be noted that the oral reproduction of stories (telling and reading aloud), especially a spontaneous narration, is recognized as a special kind of art and is considered the most effective in teaching foreign languages [1, p. 34]. As practice shows, the live speech of a teacher, when they use body language, intonation as tools, is preferred and desirable.

71% of those who have participated in the survey consider that they would recommend storytelling as a useful method in language learning. Without a doubt, the statistics have been influenced by the variety of advantages of storytelling. However, there are also a number of *specific features* of this technique that make a plot of the stories interesting, relevant, easy to perceive and attention-grabbing. Those include short texts, simple and easily understood plot, which is dynamic, novelty and usefulness, sincerity, the degree of emotional impact on a listener, listener's involvement in communication, visualization (use of audio and video), etc.

Thanks to these storytelling features a favorable atmosphere for studying is created in class. Moreover, students are more motivated to learn a language, because they are imbued with the plot of stories, begin to dream and imagine themselves in the place of heroes. In this case, students forget about stress, the language barrier and, get easier involved in a dialogue.

Since the majority of those who have participated in our survey are students, we consider it necessary to suggest *several options on how to use storytelling in class*. The easiest way of using this technique is to ask them to tell about themselves: the students will get closer because they will learn some interesting facts about each other as well as will practice English grammar and the use of thematic vocabulary, activate their passive vocabulary.

Another way of introducing storytelling in class is to read a text aloud as if it was read by some famous person, a movie character, a future boss, a TV presenter, a scientist presenting research results, etc. Of course, this task can be challenging at first.

If we speak about video and audio storytelling, tasks for restoring the chain of events are well suited. To make it more interesting, you can initially give students a list of keywords and let them guess how they can be used in the text. Then they work with audio or video material and compare the proposed options with the original ones. It will also be useful to discuss the beginning, culmination and denouement of the story.

Explaining the reasons why storytelling can be interesting and useful, most respondents outlined a simple and unusual way of remembering something new.

Thus, the use of storytelling in class for the development of English language communication skills is still a popular method having new and even more interesting forms. Their variety seems to be rather appealing for both for students and teachers as this method contributes to the creation of a favorable and productive working environment.

According to our research, storytelling has already helped 55.6 % of the respondents which illustrates its importance and usefulness. Therefore, we are sure that it is necessary to take storytelling into account when learning and teaching languages. The research we have conducted only justifies our conclusions.

References

1. Багрецова, Н. В. Сторителлинг в обучении иностранному языку: ключевые аспекты // Педагогика и психология образования. – 2020. – № 2. – С. 25–38.
2. Кашкина, Е. В. Применение сторителлинга на занятиях по французскому языку при обучении будущих переводчиков / Е. В. Кашкина, Т. В. Гиляровская // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 91-1. – С. 75–78.
3. Новичкова, А. В. Сторителлинг как современный инструмент управления персоналом / А. В. Новичкова, Ю. В. Воскресенская // Науковедение. – 2014. – № 6.
4. Харунжева, Е. В. Теоретические основы использования сторителлинга в образовательном процессе / Е. В. Харунжева, И. В. Грылёв // Педагогическое искусство. – 2021. – № 2. – С. 28–32.
5. David G. Armstrong, *Managing by Storying Around* // A New Method of Leadership, New York : Doubleday, 1992.

Э. А. Вотина, студент
Кафедра «Английская филология»
Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

Сторителлинг для развития навыков общения на английском языке

В статье представлено понятие сторителлинга; перечислены доказательства использования сторителлинга для развития навыков общения на английском языке. Анализ сосредоточен на преимуществах сторителлинга как техники для изучения иностранного языка. Приведены примеры заданий, благодаря которым возможно комфортное внедрение сторителлинга в образовательный процесс.

Ключевые слова: сторителлинг; формат сторителлинга; особенности сторителлинга; текст; устное повествование; видео-, аудиоподкаст; мультимедийные технологии; интерактивный метод.

N. I. Hisamov, Master's Degree Student
Al Akkad M. A., PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Computer Science
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A* search algorithm heuristic in decision-making graphs

The real time strategy artificial intelligence RTS AI has become a challenging problem due to its high complexity. The design of RTS games based on behavior offer a stable and versatile environment in which to develop artificial intelligence, and forms a useful tool in many fields such as economics, political science, psychology, logic and biology. In this paper the urgency of this research and related work are introduced. An RTS approach is suggested. A decision graph is applied at the unit level to develop a competitive behavior model. Every action is represented as an edge and has specific requirements, which have to be fulfilled to move from one goal to another. The adaptive behavior can be achieved by partial randomness to keep results which are calculated with the reinforcement learning algorithm. In order to reduce the number of calculations, decision is made by reducing the distance between the vertexes in the graph and the weights in the graph are changed by a consequence of actions. A discussion and conclusions were presented.

Keyword: Real-Time Strategy; Adaptivity; Planning Algorithms; Decision Making; System Graphs.

1. Introduction

Real-Time Strategy (RTS) games is a sub-genre of strategy games where players need to build an economy (gathering resources and building a base) and military power (training units and researching technologies) in order to defeat their opponents (destroying their army and base). Artificial Intelligence problems related to RTS games deal with the behavior of an artificial player. This consists, among others, of learn how to play, to have an understanding about the game and its environment, to predict and infer game situations from a context and sparse information. Most of the current researches solves problem of the RTS AI games by applying current AI methods to existed games like StarCraft [1]. The problem with this approach is that obtained results are not always portable to other RTS games due to differences in rules, mechanics, balance. Moreover, the problem of the RTS AI games for a brand new game, which doesn't have datasets at all, is that it's restricted in using machine learning and neural network algorithms, and less considered. Uncertainty of RTS game is the problem that restricts using the standard AI algorithms because there is no optimal solution to find due unpredictable opponent's actions. This problem may be solved with AI which can adapt to the current situation and opponent's actions. The possible approach to solve this problem was implemented in the game F.E.A.R. The AI in this game was implemented as the modification of the automated planner STRIPS (Stanford Research Institute Problem Solver). The idea of the method is that the world is presented as multiplicity of states and AI solve the problem of achieving the desirable state. The advantage of this system is the unfixed behavior, which don't have predictable patterns like standard Finite State Machine and Behavior Tree approaches, also this system is adaptive that partially solve the problem of uncertainty. The planning system defines goals of AI with variety of world's states and actions to change them to move from one goal to another until desirable state of the world is achieved [2]. However, every action has the requirements to execute which are represented as specific world state.

Such system can be represented as graph where goals are vertexes and actions are edges. Also, edges may have weights to prefer one action over other. Behavior oriented design for RTS Games offer stable and versatile environments in which to develop artificial intelligence, and forms a useful tool in many fields such as economics, political science, psychology, logic and biology. Abstraction is a method when complex tasks can be formulated at different levels of abstraction.

For example, playing an RTS game can be seen as issuing individual low-level actions to each of the units in the game, or at a higher level, it can be seen as deploying a specific strategy (e.g. a “BBS strategy”, or a “Reaver Drop” strategy from the game StarCraft) [3]. Some bots, reason at multiple levels of abstraction at the same time, making the task of playing StarCraft simpler. Assuming that each module in the architecture of a bot has a goal and determines some actions to achieve that goal, the actions determined by higher-level modules are considered as the goals of the lower level modules. In this way, each module can focus on reasoning at only one level of abstraction, thus, making the problem easier.

The divide and conquer is the method when playing a complex RTS, such as StarCraft, Warcraft 3, Dawn of war and others, it requires performing many conceptually different tasks, such as gathering resources, attacking, placing buildings, etc. Assuming each of these tasks can be performed relatively independently and without interference, it is possible to have one module focusing on each of the tasks independently, thus making the problem easier [4]. If we imagine the different tasks to perform in a complex RTS game in a two-dimensional plane, where the vertical axis represents abstraction, and the horizontal axis represents the different aspects of the game (combat, resource gathering, etc.), abstraction can be seen as dividing the space with horizontal lines, whereas divide-and-conquer divides the space using vertical lines. Different combinations of these methods are commonly used in RTS AI bots.

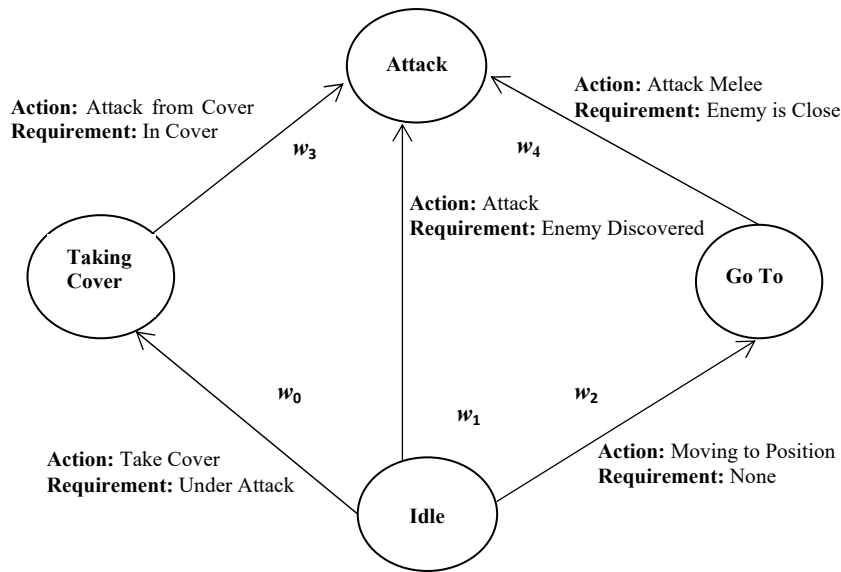
The most common approach for RTS AI games is finite state machine which is hard-coded approach where AI behavior is decomposed into easy manageable states, and conditions are established to trigger transition between them. This approach is successful but it’s hard to manage, upgrade and there is lack of adaptivity in it. The different planning techniques have also been explored [5]. For example, case-based planning which used human demonstration to learn plans, which are then composed at run-time in order to form full-fledged strategies and hierarchical task-network, which decompose order in to simple objectives and compose them in plan using actions with pre-conditions as well as effects. However, most of planning-based methods are limited by RTS constraints. Nowadays lots of the RTS AI games research are dedicated to machine learning-based approach such as data mining and supervised learning approaches to produce probabilistic behavior module to achieve this result. Hidden Markov Model was used to learn the transitions probabilities of actions. Lots of datasets are used to learn and predict opponent’s movements. In the end most of the modern RTS AI games researches use combined methods with case-based reasoning approach to produce satisfying results [6]. One of these approaches use combination of machine learning and case-based reasoning where datasets are used to learn variety of plans which will be composed in the strategies with case-based reasoning. Also, case-based reasoning can decide the goal in real time and this information will be utilized for Q-tables in reinforcement learning [7]. It’s worth mentioning that holistic approaches are ineffective due to complexity of RTS, so current AI decompose problems into a bunch of smaller ones to achieve better results. It is worth to mention that there are two main tools being used in these integration architectures of AI bots.

2. The Suggested Method

States of the planning system can be composed in specific groups which are system’s goals. One of the goals is always active and represents the current state of AI. Besides RTS AI games decomposed to represent different level of abstraction. These levels include global strategic level which set current task to make a global strategic plan, squads managing level which receive commands from strategic level and determine goals for all existing squads, where squad managing level defines tactic for units in specific squad and a unit level set behavior for single unit of specific type. There is a way to use decision graph and heuristic of the A* algorithm to improve system and reduce the amount of time required to find optimal solution.

The Decision graph: it is applied in the unit level to develop a competitive behavior model. Every action is represented as an edge and has specific requirements, which has to be fulfilled to move from one goal to another. They consist of group of states which must be active in current

world for action to be executed. The weights of the edges can be determined by a developer and adjusted with reinforcement learning during game play, e.g. the values of the weights in Figure can be selected as follows: $w_0 = 2.0$; $w_1 = 1.0$; $w_2 = 5.0$; $w_3 = 0.5$; $w_4 = 1.0$.



The decision graph

Then the path-finding algorithm such as A* can be used to find the best path to a desirable goal. A* search algorithm tries to reduce the total number of states explored by incorporating a heuristic estimate of the cost to get to the goal from a given state. However due to uncertainty of the RTS games, the behavior model will be distorted with variety of new and unexpected situation and won't be formed due time restrictions. There is a way to overcome this obstacle. The action may have two groups of states: the states which are required for action to be executed, and the states which are not needed for execution but may influence the decision of the planning system about which action should be executed. These states are used to describe the world more specifically to increase effectiveness of decisions, but they may be inactive when action is executed. They affect the weight of the edge while the state is active. The distance between goals can be used to verify which action is preferable in the current situation by shrinking it and the path-finding algorithm A* is forced to prefer one action over another. Then the result of this forced decision is handled with reinforcement learning to change the weights of the edges in the graph.

The A-star Algorithm (A* Algorithm): It is a graph traversal and path search algorithm, which is used in many fields of computer science due to its completeness, optimality, and optimal efficiency. One major practical drawback is its $O(b^d)$ space complexity, as it stores all generated nodes in memory. Thus, in practical travel-routing systems, it is generally outperformed by algorithms that can pre-process the graph to attain better performance, as well as memory-bounded approaches; however, A* is still the best solution in many cases.

During the search, the initial state is x_1 , and the states can be one of the following: *unvisited*, *dead* (that have been visited, and for which every possible next state has also been visited), and *alive* (encountered and some adjacent states have not been visited). The set of alive states is stored in a *priority queue* Q , for which a priority function must be specified. For state x next state is x' for which there exists an *action* $u \in U(x)$ such that $x' = f(x, u)$. Assume that Q is a FIFO (First-In First-Out) queue; whichever state has been waiting the longest will be chosen when Q . GetFirst() is called. Initially, Q contains the initial state x_1 . A while loop is then executed, which terminates only when Q is empty. This will only occur when the entire graph has been explored without finding any goal states, which results in a *failure*, unless the reachable portion of X is infinite, in which case the algorithm should never terminate. In each while iteration, the highest ranked element, x , of Q is re-

moved. If x lies in X_G , then it reports *success* and terminates; otherwise, the algorithm tries applying every possible action, $u \in U(x)$. For each next state, $x' = f(x,u)$, it must determine whether x' is being encountered for the first time.

If it is unvisited, then it is *inserted* into Q ; otherwise, there is no need to consider it because it must be either dead or already in Q . The efficiency of determining whether x lies in X_G ($x \in X_G$) depends on the size of the state space and on the particular representations chosen for x and X_G . The existing algorithm only indicates whether a solution exists, but does not seem to produce a plan, which is a sequence of actions that achieves the goal. This can be fixed by associating with x' its parent, x . If this is performed each time, one can simply trace the pointers from the final state to the initial state to recover the plan. Which action was taken might also be stored, in addition to the pointer from x' to x .

The *state transition graph* might actually be a tree, which means that there are no repeated states, so that there is no need to check whether the states have been visited. If the states in X all lie on a grid, one can simply make a *lookup table* that can be accessed in constant time to determine whether a state has been visited. It might be difficult because the state x' must be compared with every other state in Q and with all of the dead states. If the representation of each state is long, this will be very costly.

A good *hashing scheme* or another *clever data structure* can greatly alleviate this cost, but the computation time will remain high. One alternative is to simply allow repeated states, but this could lead to an increase in computational cost that far outweighs the benefits. If the same state is reached multiple times, the cost may have to be updated. Such costs may be used in some way to sort the priority queue, or they may enable the recovery of the plan on completion of the algorithm. Instead of storing pointers, the *optimal cost* to return to the initial state could be stored with each state. This cost alone is sufficient to determine the action sequence that leads to any visited state. Starting at a visited state, the path back to x_I can be obtained by traversing the state transition graph backward in a way that decreases the cost as quickly as possible in each step.

The A* Algorithm

```

1 Q.Insert( $x_I$ ) and mark  $x_I$  as visited
2 while Q not empty do
3  $x \leftarrow$  Q.GetFirst()
4 if  $x \in X_G$ 
5 return SUCCESS
6 forall  $u \in U(x)$ 
7  $x' \leftarrow f(x, u)$ 
8 if  $x'$  not visited
9 Mark  $x'$  as visited
10 Q.Insert( $x'$ )
11 else
12 Resolve duplicate  $x'$ 
13 return FAILURE
```

The *cost-to-come* from x_I to x is denoted by $C(x)$, and $G(x)$ denotes the *cost-to-go* from x to some state in X_G . $C^*(x)$ can be computed incrementally by dynamic programming; however, there is no way to know the true optimal cost-to-go, G^* , in advance, however it is possible to construct a reasonable underestimate of this cost. The aim is to compute an estimate that is as close as possible to the optimal *cost-to-go* and is also guaranteed to be no greater. Let $\hat{G}^*(x)$ denote such an estimate.

In the A* algorithm, the sum $C^*(x') + \hat{G}^*(x')$ is used, implying that the priority queue is sorted by estimates of the optimal cost from x_I to X_G . If $\hat{G}^*(x)$ is an underestimate of the true optimal *cost-to-go* for all $x \in X$, the A* algorithm is guaranteed to find optimal plans. As \hat{G}^* becomes

closer to G^* , fewer vertices tend to be explored in comparison with Dijkstra's algorithm. In some problems it is difficult or impossible to find a heuristic that is both efficient to evaluate and provide good search guidance.

The main advantage of the suggested method is that the system is not adapting to the variety of conditions which are changing constantly, but it has the requirement group of states which determine the basic scheme of the action that can be adjusted when some of the second group of states is activated. This is expected to help the reinforcement learning system find and maintain a common plan for a unit which is adjusted due to additional states [8]. They may be represented as additional weights of the edge which do not affect the main one but influence decision as long as they active in the world. Then the reinforcement learning should find the optimal weight for the edge in a less amount of time for the requirements group of states and for additional ones independently [9].

The main reason to apply this method is that there is no way to predict the number of iterations to achieve optimal weight of an action. Therefore, it is better to handle newly discovered states of the world randomly instead of adjusted weight of the entire system every time.

Moreover, the number of the world's states may be big enough and in the situation when one action has a higher priority over others, time required to reorganize weights to optimal ones will be quite high. The problem aggravates by antagonistic states which will force the system to hesitate around average undesirable value wasting iterations to adjust the system more properly. For example, if the attack action in Figure 1 has the least weight, it will be preferred over others and executed every time. Because of the newly discovered world's state, attack action fails to complete the goal and its weight is increased. After the world return to the initial state, attack action can complete goal normally, and because of that its weight is decreased [10].

There is no way to predict the amount of time for this loop to end, which is strictly limited and cannot be wasted for this kind of unwanted situations. Due to this problem, it is more preferable to define independent weight for any states which are not initial for a graph. On the one hand, this will increase memory requirements, and on the other hand, the number of states is defined, and the memory loss is insignificant before the opportunity of reduced time for the researching of the optimal weights in the decision graph [11]. To make the decision which action should be executed when undiscovered state is added to the current world's state, the random choice which will be affected by the distribution between possible executable actions can be considered as an effective method. In the beginning, actions will be executed randomly from the pool of possible ones.

After analyzing the result of this action, its weight for that specific state will be adjusted more properly. When some iterations are done, the distribution of the weight for that specific state is checked. Next time an action will be executed randomly, if the distribution between actions is almost equal. In other words, if the difference of the weights' values is lower than some threshold, the action will be executed randomly, otherwise the system is considered optimal and actions are executed based on their weights. The default weights, and the weights defined for the specific states of the actions are calculated independently, because the system gain is more stable to find the best possible action's weights and adapt to the specific world condition using additional weights.

3. Conclusion

The suggested approach allows reinforcement learning to find optimal weights for the edges in a less amount of time for both the requirements group and the additional ones independently. The system does not have to adapt to the constantly changing conditions, but the basic scheme of the actions is determined by the requirement group of states that can be adjusted when some of the second group of states are activated. The main purpose of this method is to reduce the number of calculations in the reinforcement learning to find optimal solution and increase overall adaptivity of the system by dividing states in the different groups where optimal weight for every condition represented by world's states is searching independently. The random choices implemented in the system will produce better results than reinforcement learning only algorithm which will spend more time to find a desirable value and can be slowed by antagonistic states.

References

1. Jonas Gehring, Da Ju, Vegard Mella, Daniel Gant, Nicolas Usumier, Gabriel Synnaeve. High-Level Strategy Selection under Partial Observability in StarCraft : Brood War. – arXiv:1811.08568. – 2018. – DOI: 10.48550/arXiv.1811.08568
2. Qin Yang, Ramvijas Parasuraman. A Hierarchical Game-Theoretic Decision-Making for Cooperative Multi-Agent Systems Under the Presence of Adversarial Agents. – arXiv:2303.16641. – 2023. – DOI: 10.48550/arXiv.2303.16641
3. Vinicius G. Goecks, Nicholas Waytowich, Derrik E. Asher, Song Jun Park, Mark Mittrick, John Richardson, Manuel Vindiola, Anne Logie, Mark Dennison, Theron Trout, Priya Narayanan, and Alexander Kott. On games and simulators as a platform for development of artificial intelligence for command and control. – ACM. – 2021. – DOI: 10.48550/arXiv.2110.11305
4. Diego Perez-Liebana, Alexander Dockhorn, Jorge Hurtado Grueso, Dominik Jeurissen. The Design Of “Stratega”: A General Strategy Games Framework. – arXiv:2009.05643. – 2020. – DOI: 10.48550/arXiv.2009.05643
5. Kun Shao, Zhentao Tang, Yuanheng Zhu. A Survey of Deep Reinforcement Learning in Video Games. – arXiv:1912.10944. – 2019. – DOI: 10.48550/arXiv.1912.10944
6. Rahul Dubey, Joseph Ghantous, Sushil Louis, and Siming Liu. Evolutionary Multi-objective Optimization of Real-Time Strategy Micro : IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG). – 2018. – DOI: 10.1109/CIG.2018.8490375
7. Navin K Adhikari, Sushil J. Louisy Siming Liuz, and Walker Spurgeonx. Co-evolving Real-Time Strategy Game Micro : IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI). – 2018. – DOI: 10.1109/SSCI.2018.8628750
8. Aavaas Gajurel, Sushil J Louisy, Daniel J Mendez and Siming Liux. Neuroevolution for RTS Micro : IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG). – 2018. – DOI: 10.48550/arXiv.1803.10288
9. Sushil J. Louis and Siming Liu. Multi-objective evolution for 3D RTS Micro : IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC). – 2018. – DOI: 10.1109/CEC.2018.8477926
10. Won Joon Yun, Sungwon Yi, and Joongheon Kim. Multi-Agent Deep Reinforcement Learning using Attentive Graph Neural Architectures for Real-Time Strategy Games : IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC). – 2021. – DOI: 10.1109/SMC52423.2021.9658625
11. Indranil Sur, Zachary Daniels, Abrar Rahman, Kamil Faber, Gianmarco J. Gallardo, Tyler L. Hayes, Cameron E. Taylor, Mustafa Burak Gurbuz, James Smith, Sahana Joshi, Nathalie Japkowicz, Michael Baron, Zolt Kira, Christopher Kanan, Roberto Corizzo, Ajay Divakaran, Michael Piacentino, Jesse Hostetler, Aswin Raghavan. System Design for an Integrated Lifelong Reinforcement Learning Agent for Real-Time Strategy Games. – arXiv:2212.04603. – 2022. – DOI: 10.48550/arXiv.2212.04603

Н. И. Хисамов, магистрант

*М. А. Аль Аккад, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Программное обеспечение»*

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Эвристика алгоритма поиска A^* в графах принятия решений

Стратегия реального времени с искусственным интеллектом RTS AI стала сложной задачей из-за ее высокой сложности. Дизайн стратегии в реальном времени для игр, основанный на поведении, предлагает стабильную и универсальную среду для развития искусственного интеллекта и является полезным инструментом во многих областях, таких как экономика, политология, психология, логика и биология. В статье представлена актуальность исследования и связанная с ней работа. Предлагается подход RTS. Граф решений применяется на уровне подразделения для разработки модели конкурентного поведения. Каждое действие представлено как ребро и имеет определенные требования, которые необходимо выполнить, чтобы перейти от одной цели к другой. Адаптивное поведение может быть достигнуто за счет частичной случайности, чтобы сохранить результаты, рассчитанные с помощью алгоритма обучения с подкреплением. Для уменьшения количества вычислений решение принимается за счет уменьшения расстояния между вершинами в графе, а веса в графе меняются в результате последовательности действий. Представлены обсуждение и выводы.

Ключевые слова: стратегия реального времени; адаптивность; алгоритмы планирования; принятие решений; системные графики.

A. P. Chushialov, Master's Degree Student
M. A. Al Akkad, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Computer Science
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

An overview of recent planning methods used in autonomous vehicles

This paper discusses recent developed methods for autonomous vehicles navigation. Three methods and their algorithms were presented. Risk assessment of road users, data-driven virtual world, and terrain navigation visualization methods were discussed. A suggested method is introduced, which combines the good features of those three methods as each of them solves a problem, whether in choosing a solution on the road or understanding being in space, with a main focus on the data-driven approach.

Keywords: Autonomous Vehicles; Vehicle Navigation; Vehicle Control; Data Collection; Forecasting; Machine Learning; Neural Networks.

1. Introduction

In the last 10 years, car manufacturers have become more and more interested in the topic of autonomous cars. The number of self-driving vehicles on the roads is increasing every year. Tesla is one of the premier companies in this field. However, other companies are releasing their own versions of smart cars, such as Ford, Lucid, Chevrolet and many others.

Autonomous vehicles (AV) are the future of mobility. Thanks to recent technology breakthroughs, they no longer only exist in sci-fi movies or tech demos. Today we can see autonomous vehicles running on the streets of metropolitan cities providing robot-taxi services.

Every year more and more new technologies are being created to improve the quality of artificial intelligence in self-driving, which in turn allows car passengers to be confident on the road [3]. But what kind of technologies have emerged over the last few years? What exactly do they solve? Here we will discuss three methods and its algorithms.

2. Risk assessment of road users:

One of the newest methods presented in this paper is a method that allows us to distribute risks, and assess the risk on road users, on and around the road. This algorithm was developed by researchers at the Technical University of Munich and is the first algorithm to include twenty ethical guidelines established by an EU commission expert group [2]. This means that this technology will make it possible to make more differentiated decisions than previous algorithms.

The algorithm has been tested on more than 2000 scenarios related to critical situations. But how does this algorithm work? To implement the rules outlined by the EU Commission in 2020, the researchers classified vehicles and persons involved in the flow of traffic based on the risk they pose to others and the risk they are willing to take.

For example, a truck on the road can cause serious damage to other road users, although it itself is unlikely to receive any noticeable effect of damage, while the opposite is true for a cyclist. Variables were also added that take into account the responsibility of road users for compliance with traffic rules.

It turns out that in unclear situations, an autonomous vehicle waits until the assessed risk for all participants becomes acceptable. At the same time, the vehicle does not just freeze in place in case of danger, but also considers other options, based on an assessment of the situation [5]. The algorithm of how this method works is shown below.

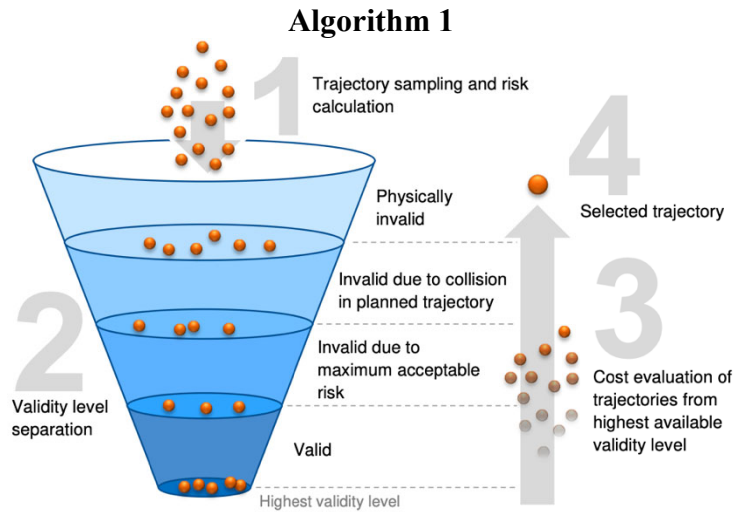


Fig. 1. Ethical trajectory planning algorithm

3. Data-driven virtual world

The next method is VISTA 2.0, developed by scientists from the Massachusetts Institute of Technology in 2022 [1]. Its goal is to simulate a data-driven virtual world where vehicles can learn to drive in a real environment and recover from near-accident scenarios. An environment modeled on real data makes it possible to train artificial intelligence even on the basis of the most edge cases, dangerous scenarios, since such data is taken from ordinary drivers daily driving data.

The LIDAR data is fed into the input of the system, which projects it into 3D space and then projects all that sensory information back into the field of view of that vehicle using neural networks. All this allows us to simulate various events, create interactive scenarios and add any number of new vehicles that were not even in the original data. The algorithm of how this method works is shown below.

Algorithm 2

Algorithm of data generation and training in VISTA

```

for k ← 1 to N do
  while ! buffer.full () do
    if VISTA.done() then
      VISTA.reset ()
    end if
    x ← VISTA.readSensorBuffer ()
    if useBranching then
      VISTA.randomStep ()
      x ← privilegedController (VISTA.getState())
      revertState (VISTA, privilegedController)
    else
      y ← privilegedController (VISTA.getState())
    end if
    VISTA.step (y)
    if ! rejectSample (x, y) then
      buffer.add (x, y)
    end if
  end while
  buffer.shuffle ()
  trainModel (buffer.next ())
end for

```

4. A seasonally invariant deep transform for visual terrain-relative navigation:

The final method presented in this paper is a method developed by Caltech that allows autonomous vehicles to recognize where they are just by looking at the terrain around them, without seasonal changes affecting the system. The terrain navigation visualization process was developed back in the 1960s, but its problem was that the terrain it was looking at had to match the images in the database.

To solve this problem, scientists turned to deep learning and artificial intelligence to remove seasonal content that interferes with modern terrain navigation visualization systems. The method is designed in such a way that the AI looks for patterns in the images, such as an obscure pattern that our eye does not notice, or a selected tiny trend [6]. This technology is mostly used for autonomous drones, but it has also become useful for rovers. The algorithm of how this method works is shown below.

Algorithm 3

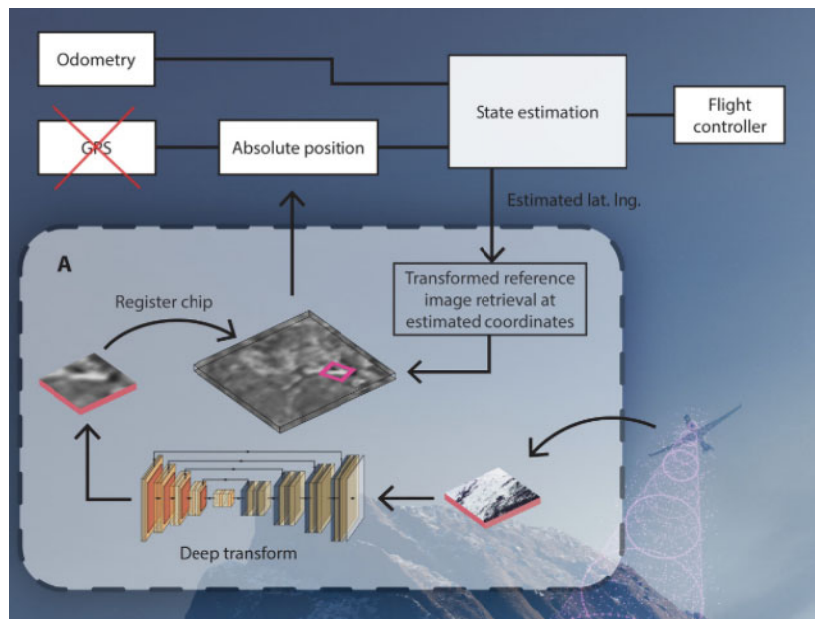


Fig. 2. A seasonally invariant deep transform for VTRN algorithm

6. Conclusion

Thus, recently scientists and researchers have created more and more new and advanced machine learning and artificial intelligence technologies that allow expanding and improving existing technologies with fundamental algorithms. Each of the presented methods is an impetus for the complete automation of transport management, because each of them solves a problem, whether it is a problem with choosing a solution on the road or understanding being in space.

Due to the big success of deep learning in the past decade, the software that serves as the brain of autonomous vehicles AVs has largely shifted from rule-based algorithms to data-driven machine learning (ML) algorithms. Today, ML has permeated in almost every stage of the autonomous vehicle design from perception, behavior prediction, motion planning to control, mapping, and routing.

References

1. Rachel Gordon. MIT's new algorithm for self-driving cars is open-source // Freethink. – 2022]. – Available at: <https://www.freethink.com/hard-tech/self-driving-cars-algorithm> (accessed 18.04.2023).
2. Andreas Huber. Autonomous driving: New algorithm distributes risk fairly // TechXplore. – 2023. – Available at: <https://techxplore.com/news/2023-02-autonomous-algorithm.html> (accessed 18.04.2023).

3. Беспилотный транспорт для людей: плюсы и минусы самоуправляемых автомобилей // Рольф. – 2022. – Available at: https://www.rolf.ru/blog/bespilotnye_avtomobili__principy_raboty__plusy_i_minusy/ (accessed 18.04.2023).

4. Robert Perkins. New Algorithm Helps Autonomous Vehicles Find Themselves, Summer or Winter // Caltech. – 2021. – Available at: <https://www.caltech.edu/about/news/new-algorithm-helps-autonomous-vehicles-find-themselves-summer-or-winter> (accessed 18.04.2023).

5. Maximilian Geisslinger. An Ethical Trajectory Planning Algorithm for Autonomous Vehicles // Research Square. – 2022. – Available at: https://assets.researchsquare.com/files/rs-1824437/v1_covered.pdf?c=1658420643 (accessed 20.04.2023).

6. Anthony T. Fragoso. A seasonally invariant deep transform for visual terrain-relative navigation // Science. – 2021. – Available at: <https://www.science.org/doi/10.1126/scirobotics.abf3320> (accessed 21.04.2023).

А. П. Чушъялов, магистрант

М. А. Аль Аккад, кандидат технических наук, доцент

Кафедра «Программное обеспечение»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Обзор последних методов планирования, используемых в автономных транспортных средствах

В статье обсуждаются недавно разработанные методы навигации автономных транспортных средств. Представлены три метода и их алгоритмы. Обсуждались оценка рисков участников дорожного движения, виртуальный мир, управляемый данными, и методы визуализации навигации по местности. Представлен предлагаемый метод, который сочетает в себе положительные черты этих трех методов, поскольку каждый из них решает проблему либо в выборе решения в дороге, либо в понимании пребывания в пространстве с акцентом на подход, основанный на данных.

Ключевые слова: автономные транспортные средства; навигация транспортного средства; управление транспортным средством; сбор данных; прогнозирование; машинное обучение; нейронные сети.

D. V. Buldakov, Master's Degree Student
Al Akkad M. A., PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Communication Networks and Telecommunication Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

An overview of attendance monitoring methods exploiting artificial intelligence and the internet of things

This paper considers the methods of automatic control of students' attendance. These methods are based on the usage of the Internet of Things Technology and Artificial Intelligence. The principles of these methods and their application in practice are described. A comparison among these methods is performed. Advantages and disadvantages are revealed. The methods of automatic control are divided into two main groups: those with the use of tags and access keys, and those with the use of human biometric data. The practical value of the technology and its applicability are described.

Keywords: Facial Recognition; Artificial Intelligence; Internet of Things; Attendance Monitoring; Automatic Control.

Introduction

One of the main stages in the development of wireless networks and technologies has been the Internet of Things (IoT), which is a ready-made intelligent system (smart system). "Smart" features of the Internet of Things provide a wide range of services: environmental control of areas, facility security, process control, user monitoring, facial recognition, smart home, and much more.

The basis of the Internet of Things is the implementation of computing modules in objects of everyday life. This technology allows you to collect information about the status and functioning of a large number of objects, transmitting this data for further processing and analysis. Artificial intelligence and machine learning are actively used in the Internet of Things.

At present, attendance monitoring is a manual, routine process. Paper journals are used, which must be filled out by headmasters and coordinated with the dean's office. Because of this, extra time is spent and there is no visualization of the data. Also, manual attendance control may not be carried out for various reasons. To solve this problem, automatic attendance monitoring systems are being introduced. Let's review the main methods, advantages and disadvantages. In the modern world, many solutions and methods are already implemented using Artificial Intelligence and the Internet of things. The methods can be divided into two groups: the first group is aimed at the use of access keys and the second one if based on the use of human biometric data.

Methods using access keys

Consider **Radio Frequency Identification (RFID)**. It is a system for recording visits and monitoring the movement of students and teachers. This solution does not require high knowledge in information technology. Each employee or student receives a bracelet with a special RFID tag containing data about the object. The tag is a mobile or stationary reader, after which all information enters a single computer database. The system makes it possible to capture and register movement events, control the actions of personnel, notify about events, automatically control attendance and movement in an educational institution. The feature of this method is the use of ultra-high UHF frequency and simplified integration with various accounting and control systems.

This technology uses radio waves for identification. RFID is used to collect information automatically through radio frequency transmission between an object and a reader, to identify the object and track its records. The system typically includes radio emitting tags - transponders, RFID

readers, and a controller, which most often takes the form of a PC. A typical reader is a device of several antennas that emit radio waves and receive signals back from the RFID tag. The computer processes the relevant information as needed. An RFID reader includes a small RF transmitter that transmits an encoded radio signal to interrogate RFID tags, and an RFID receiver that receives the message and responds with identification information [1].

The work [2] uses a student attendance management system using RFID technology and face recognition. The system can record absences, tardiness, and early departures of students. The author highlights the fast speed of operation and low cost. The system quite accurately analyzes the situation in the classroom with a minimum of errors. Recognition can be affected by lighting, interference, student's posture and facial expressions.

The article [3] applies a two-stage RFID system with artificial intelligence. A Raspberry Pi module is used for the implementation. The structure of the system is shown in Fig. 1.

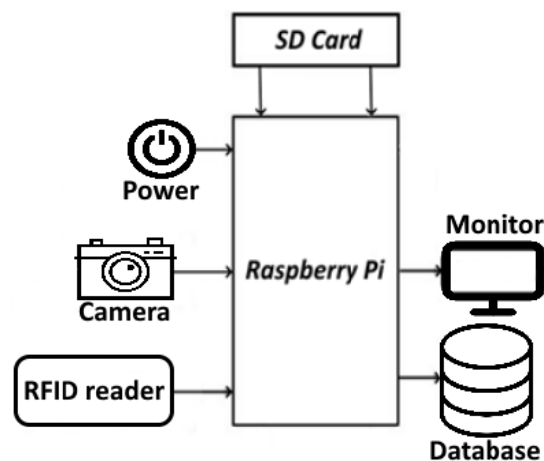


Fig. 1. System layout using the Raspberry Pi

The disadvantage is the need to purchase a Raspberry PI module and other components.

The article [4] describes implementing the system using a similar algorithm with an Arduino board.

Radio Frequency Identification has the following advantages: wireless identification of people, and data automation. The disadvantages include: the possibility of losing and forgetting RFID tags, signal degradation, and the use of other people's RFID tags. Bluetooth can also be used to implement this technology.

Bluetooth works according to a similar algorithm. This technology creates temporary short-range wireless communication systems. The range of operation can be up to 100 meters. Bluetooth does not require a lot of power and is found in most cell phones. This technology allows voice, and data communication [5]. The disadvantages of this method are: the requirement for a permanent Bluetooth connection, and a device that supports Bluetooth.

The article [6] uses Bluetooth Low Energy (BLE) technology to monitor attendance. The system is designed for Android platform devices with beacons. The disadvantage of this method is the use of only Android system devices. Let's now address another method using electronic.

Electronic badges: This solution is used by many organizations and companies, as well as educational institutions. With its help you can control the time of entry and exit of a person, tardiness, his presence or absence. The pass, as a rule, stores data about the user: full name, photo, position, and group or department number. The technology provides security, personal identification, data protection and confidentiality. The disadvantages of this solution are the possibility of simply forgetting a pass and not being able to get through the guard post, as well as failures, card demagnetization and the use of someone else's cards. To increase the level of security and control, facial recognition is used in addition.

Electronic badges with facial recognition: It is a more reliable method and is actively used in special-purpose factories, universities and schools. As a person enters and exits, he holds the badge and look into a special camera or mirror. The system recognizes the employee's face and lets him through, opening the door or turnstiles. The disadvantages are also the possibility of losing and forgetting the pass. In addition, the system can take a long time to recognize a person if his face has changed, or he is wearing glasses, headgear. For example, changes in hair style, width and length of the face, tanning, and piercings.

Let's look at other examples of attendance control and recognition.

Teachers can use **electronic logbook** to give grades and record class attendance. Each student has his or her own personal account in which to rate their grades and attendance. This technology has disadvantages, such as site glitches, and also requires filling out this journal on the computer, which takes time.

One more possibility of attendance control might be provided with *analyzing users' behavior* on computer using **programs** that can monitor students and staff attendance. These programs record start and end times, tardiness, use of extraneous applications, games, etc. The teacher can get statistics for all students or just one student in particular. The use of these programs is more suitable for office workers. In educational organizations this technology can be used only during the work and study of students at the computer.

Methods using biometric data

Methods of using biometric data are especially relevant and convenient at the moment. No auxiliary objects are needed to confirm identity. The main advantages of biometrics are contactless identification and high personal data protection. The following biometric identification methods are mainly used: fingerprint identification, facial identification or eye shell identification.

Consider fingerprint identification: During identification by fingerprint, the pattern, and the trace of the fingers is read. The pattern is converted into a digital code, then compared with the fingerprints in the database. The main advantage of this method is the high recognition accuracy, and relevance at all times. A serious disadvantage is the possible formation of queues besides being unhygienic. The cost of fingerprint recognition equipment is not cheap. That's why, for small offices and stores are used sensors.

Counting visitors and customers: There are systems that keep count of visitors and customers, e.g., on websites, and information resources. In real life, **sensors** are used that keep count of visitors. This system can also be used to monitor student attendance, for counting and further verification. Video surveillance is recommended for constant real-time monitoring.

Video surveillance has become widespread for control. Cameras can be installed both at the entrance to the building and in the classroom. This method allows you to increase attendance and the learning atmosphere, even if you install dummies. But this system is inefficient and time-consuming, and the camera recordings have to be reviewed manually. Let's look at the most modern method.

Face Recognition: is related to the features of the person's face. The camera captures a face, analyzes the image, and compares it to a database [6]. During the face detection phase, human faces are located in the input image. In addition to photos, a video stream can also be fed as an input. Such systems are used to identify people in real time. The purpose of this stage is to determine the presence of faces in the input image and calculate the coordinates of rectangles describing these faces. The main task of the feature extraction stage is to identify the features of faces detected in the previous stage. A face is represented as a set of feature vectors (face descriptor), which describes the characteristic features of the face image, such as mouth, nose and eyes, with their geometric distribution. In the face identification stage, the resulting set of feature vectors for each face is compared with the set of face descriptors stored in the database (Faces Database). The result of this stage is a comparison of a person with a known set of persons in order to find the most likely match, or to accept or reject any action, such as an access request [7]. The scheme of this recognition system is shown in Fig. 2

$$G_9, G_{11}, G_{13}, G_{14}, G_{15}$$

Fig. 2. Recognition System Operation Scheme

Identification can take place in real time, with constant video surveillance. Significant advantages of face identification are: contactless recognition, no physical media with personal data, no queues, and the use of cameras with constant monitoring [8]. But there are also problems. Outer clothing, hats, masks, tattoos, tans, and piercings can cause errors and delays in identification and recognition.

There are examples of off-the-shelf solutions and systems for facial recognition, such as Trassir Face Recognition and SecurOS Face. A significant disadvantage of the systems is the high cost of the license for the right to use. The article [9] uses a convolutional neural network (ConvNet or CNN) for a non-contact attendance control system. The attendance of student groups is displayed as a report with statistics of recognized students. The article [10] uses the YOLOv3 neural network and Microsoft Azure face for face detection and attendance control. The authors managed to achieve recognition accuracy of about 100 %. The organization of the work requires the preparation of a database with students' photos and training of the neural network.

Application in own research

In our project, we plan to use a method based on biometrics, namely face recognition. Facial recognition is necessary for automatic control of student attendance in class. After recognition by the camera, a note will be made about the presence or absence of the student in the class. The system will primarily be used in classrooms for lecture classes, where several groups of students are present and listen to a lecture at the same time.

In addition, the system will be useful in manufacturing and factories, which will monitor the proper wearing of anti-static protective clothing, and helmets.

Moreover, in manufacturing it's important to observe anti-static protection measures so as not to disable devices, microchips and other electronic components. To avoid this, there will be a system with a camera in front of the entrance to the workroom that will check for the presence of protective headwear and notify about its absence.

Conclusion

The article reviewed methods using systems for automatic control of attendance and identification of students are relevant and in demand at the moment. Accounting for student attendance is an important and necessary factor to ensure quality learning. This process requires automation to save time and eliminate manual labor. The methods considered are excellent for this purpose. The methods described are of high practical value and can be used at hospitals, airports, offices and universities for security and control in one of our future studies we plan to use facial recognition because the technology is wireless, no physical keys, no queues.

References

1. Kotevski, Z., Blazheska Tabakovska, N., Bocevaska, A., Dimovski, T. On the Technologies and Systems for Student Attendance Tracking // International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS). – 2018. – Vol. 10, no. 10. – Pp. 44-52, DOI:10.5815/ijitcs.2018.10.06
2. Zhao, M. Zhao, G., Qu M. College Smart Classroom Attendance Management System Based on Internet of Things // Computational Intelligence and Neuroscience. – 2022. – Vol. 2022. – 9 p. – Article ID: 4953721, DOI: 10.1155/2022/4953721
3. Nithya, J., Vignesh, S. R., Devadarsan, A., & Venkatesh, S. AI based contactless attendance monitoring and management system // International Journal of Health Sciences. – 2022. – Vol. 6, no. S3. – Pp. 10600–10614. – DOI:10.53730/ijhs.v6nS3.8365

4. *El Mrabet, H. and Ait Moussa, A.* IoT-School Attendance System Using RFID Technology // International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM). – 2020. – Vol. 14, no.14. – Pp. 95–108. – DOI:10.3991/ijim.v14i14.14625
5. *Jantan S. R., Rasli A., Mohd Zainudin A. J., Mustafa@Dain N. W., Khairuzzaman M. G.* Smart Attendance for Faculty Monitoring System Using the Bluetooth Low Energy // Design and Implementation. Preprints. – 2022. – DOI:10.20944/preprints202211.0001.v1
6. *Kortli Y., Jridi M., Atri M.* Face Recognition Systems: A Survey. Sensors. – 2020. – Vol. 20, no. 2. – Pp. 1-36. – DOI: 10.3390/s20020342
7. *Ivanova E. V., Strueva A. Yu.* The Student Attendance Control System Based on Face Recognition // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computational Mathematics and Software Engineering. 2021. – Vol. 10, no. 4. – Pp. 60–73. – DOI: 10.14529/cmse210404
8. *Patel S., Kumar R.* Face Recognition based smart attendance system using IO // International Journal of Computer Sciences and Engineering – 2018. – Vol. 6, no. 5. – Pp. 871-877. – DOI: 10.26438/ijcse/v6i5.871877
9. *Rajamanogaran M. Subha S., Baghavathi Priya S, and Sivasamy J.* Contactless Attendance Management System using Artificial Intelligence // Journal of Physics: Conference Series, Second International Conference on Smart and Intelligent Learning for Information Optimization (CONSILIO). – 2020. – Vol. 1714. – DOI: 10.1088/1742-6596/1714/1/012006
10. *Khan S., Akram A., Usman N.* Real Time Automatic Attendance System for Face Recognition Using Face API and OpenCV // Wireless Personal Communications. – 2020. – Vol. 113. – Pp. 469-480. – DOI: 10.1007/s11277-020-07224-2

Д. В. Булдаков, магистрант

Аль Аккад М. А., кандидат технических наук, доцент

Кафедра «Сети связи и телекоммуникационные системы»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Обзор методов автоматического контроля посещаемости занятий в образовательном учреждении на основе интернета вещей и искусственного интеллекта

Рассматриваются методы автоматического контроля посещаемости студентов. Основой этих методов является использование технологии интернета вещей и искусственного интеллекта. Описаны принципы работы методов и их применение на практике. Выполнено сравнение методов. Выявлены преимущества и недостатки. Методы автоматического контроля разделены на две основные группы: с использованием метки и ключа доступа, использование биометрических данных человека. Описана практическая ценность технологий и применяемость.

Ключевые слова: распознавание лиц; искусственный интеллект; интернет вещей; посещаемость; автоматический контроль.

E. M. Abdellatif, Student
A. M. Hamouda, Student
Al Akkad M. A., PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Mechatronics
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

An overview of object recognition methods for robotic grasping tasks

Object recognition for robot grasping is a topic that has been investigated by many researchers for years and has been rapidly developing. This paper presents different methods of object recognition that are currently present for robot grasping. In this article we will mainly review and study some of the existing methods and how they differ from each other and which can be a more optimal object recognition method for robot grasping. The methods are categorized into deep learning based methods and geometric based methods. This paper provides an overview of both categories.

Keywords: object recognition; deep learning; manipulators; grasping tasks; anthropomorphic robotic hands.

1. Introduction

The use of robots has been proved that it can benefit many applications in many fields such as medicine, picking up things, military purposes, and others. These complex applications where objects are too large or too small make it difficult to rely on one manipulator; therefore we introduce the concept of “Ambidextrous Robotic Hands”. This paves the way to performing human like tasks that require both hands such as helping deaf people in translating the sign language or creating fighting robots that carry weapons, etc. The complexity of this task can be divided into two distinct components which are object recognition and robot grasping. The complexity of object recognition arises from several factors such as scene consistency which is variations between the viewpoint of the models and that of the scene, including lighting, background, camera settings, and camera parameters. Images of the same thing will appear differently depending on the scene. With respect to background, lighting, and vantage point characteristics and feature detector performance will vary substantially. Also having multiple objects in an environment increases the complexity of recognition, and the probability of occlusion also arises. Occlusion can obscure distinctive features. Besides, the deformability of objects as the form and structural composition of objects can undergo transformations that significantly alter their shape and pose. Consequently, these modifications can cause variations in the appearance of the same object, necessitating the modeling of multiple appearances to ensure accurate identification of a precise match. Another factor that affects the task of recognition is image-model spaces, where the used models may exist in 3D space while the image features are confined to 2D space. This can present a challenge for applications that process 2D images of 3D objects. When the perspective effects of the 3D model cannot be disregarded, the 3D model of the object and its corresponding 2D features may not be congruent. This issue is particularly evident in dynamic photographs containing moving objects. In addition to that the complexity of robot grasping is also affected by sensors’ inaccuracies.

2. Geometric Based Methods of Object Recognition

Geometric base methods are often relied upon because they fill the gap of need of a high efficiency and lightweight method due to the fact that the recognition method based on the shape information of objects is advantageous due to the stability, durability, and importance of this feature. Geometric based methods are divided into two sections “object centered” and “viewer centered”.

A. Object-Centered Methods: This approach involves constructing a recognition algorithm that is based on the inherent properties of the object itself, and operates under the assumption that the object is a stable entity identified irrespective of its position or orientation within the environment. Edge detection and superpixel segmentation are used to extract the true contour information of the objects. Edge detection is performed using the structured forest technique after that superpixel segmentation is applied which uses the edges detected to split or merge superpixels and ensures that each superpixel corresponds to an accurate object or region in the image, improving the accuracy and efficiency of object recognition, as the regions needed to be analyzed are reduced. Then, a binary map is generated, which contains potential contour information, where a pixel value of 1 indicates that it is part of a contour, while a pixel value of 0 indicates that it belongs to the background. To obtain the contour line information, the contour lines in the binary map are refined by reducing their width to one pixel. Then, the branch points in the refined contour lines are identified as line end points. A branch point is the pixel where the contour line changes direction and has more than two adjacent pixels. These branch points represent the boundaries between different regions in the image. Then the image is transformed into a collection of line segments that encapsulate the contour information. A heuristic search algorithm is applied which searches for a seed line in the binary map where pixels have a value of 1 indicating they belong to contours. The shape contour of the object obtained in this manner can be utilized as a template for further analysis [6], and the centroid point of the shape contour is calculated. Determining the optimal grasping position involves drawing a straight line that passes through the centroid point of the object's shape. Next, the breadth of the contour is measured by calculating the Euclidean distance between the points where the line intersects with the contour. This process is repeated by rotating the line at a certain angle interval, resulting in a set of intersection locations and corresponding distances. The grabbing position with the shortest distance value among all the junction points is selected as the final grasping position after a 180° rotation. Initially, the normal line connecting the two clips of the gripper is parallel to the horizontal axis. To achieve the optimal grasping posture, the gripper must be rotated counterclockwise by certain amount of degrees once the suitable grasping position has been identified [6].

B. Viewer Centered Methods: This approach accounts for the observer's viewpoint during object identification. Its ability to recognize objects from diverse views renders it suitable for real-world applications where objects may be viewed from a range of angles or orientations. First an image is captured from several points of view, then using a feature extraction algorithm, low level features (edges, corners, color or texture) are extracted. The object's position or viewpoint in the image can be estimated by comparing the extracted features to a 3D model of the object or to a set of reference views. The object's perspective can be transformed to a canonical view by utilizing the estimated pose parameters. This requires converting the image to a reference frame that aligns with the geometry and orientation of the object and after all these steps comes the object recognition phase where a classifier or other recognition algorithm is used to identify the object in the normalized image and the results are refined. Viewer-centered recognition may use spin images, where each model is represented by a polygonal mesh, and all vertices on the spin pictures of all models are generated and saved prior to recognition. During recognition, a scene point is selected, and its spin picture is generated and compared to the spin images from every model in the library. The best matching model and model vertex are then identified in the best matching model spin image. The point correspondences are entered into a surface matching engine. This approach extends the capabilities of surface matching and enables accurate and efficient recognition and localization of objects in complex scenes. Principal component analysis PCA is a commonly used technique for compressing images in object recognition [8] while retaining the most significant features of the original images. When the dimension of the subspace is given [7], the distance between projected vectors is the optimal approximation, in terms of mean square error, to the distance between the unprojected vectors. Each spin image of the model is projected onto the subspace of dimension, which is spanned by the eigenvectors with the largest eigenvalue [9]. For identifying the closest points the efficacy of the data structure is predicated on the assumption that the closest point is only of interest if it is within a predetermined distance from the query point [8].

3. Machine Learning Based Methods of Object Recognition

Deep learning's success in object recognition can be ascribed to its capacity to automatically learn features from raw data, reducing the requirement for hand-engineered features that were previously the norm in traditional computer vision systems.

A. Discriminative approaches: It is a class of algorithms that directly model the boundary between classes in a classification task, without explicitly modeling the underlying probability distribution. Discriminative models learn a decision boundary that separates the different classes in the input space. Some examples of discriminative algorithms include logistic regression, support vector machines (SVMs), and neural networks. These algorithms are commonly used for tasks such as image classification, text classification, and speech recognition. Discriminative models are generally more suitable than generative models when the goal is to achieve high classification accuracy, particularly in complex tasks with large amounts of data. However, they may not be as effective in tasks where the underlying probability distribution is important, such as in some natural language processing tasks. Deep Belief Neural Networks (DBNNs) are composed of multiple layers of RBMs. RBM is a Restricted Boltzmann machine where the connections between hidden and visible layers are disjoint. The most important properties of DBNNs are an efficient layer-by-layer procedure for learning the top-down weights that determine how the features in one layer depend on the above layer, after learning a layer, the features of the encoded vectors in every layer can be inferred by a single, bottom-up pass that starts with an observed encoded vector in the bottom layer and uses the generative weights in the reverse direction. DBNNs learn one layer at a time by treating the feature of the encoded vectors in one layer. When the layer learning process finishes, then the extracted features are used as input for training the next layer. This efficient, greedy learning can be followed by [2], or combined with, other learning procedures. Fine-tune all of the weights will improve the generative or discriminative performance of the whole network. First, the top layers are sampled to reach the thermal equilibrium, and then the visible states of top layer top-down are passed to generate the features. The output layer consists of matching probability of each object. A reshaping and normalization and shuffling operations are performed on the input vector. Discriminative learning is used to separate class labels on the features and fine-tune the weights for better object recognition. For object separation, SoftMax label units are used. After features learning in the hidden layers, back propagation method is used to fine-tune pertained parameters for discrimination [5].

B. Generative approaches: Generative approaches are a class of algorithms that model the underlying probability distribution of the data in order to generate new samples. Generative models learn the joint probability distribution of the input features and the target class labels, and can be used to generate new samples that are similar to the training data. Some examples of generative models include Naive Bayes, Hidden Markov Models (HMMs), and variational autoencoders (VAEs). Generative models are particularly useful in tasks where the goal is to generate new data that is similar to the training data, such as in image or speech synthesis, or in natural language generation. They can also be used in tasks such as image or text classification, where the underlying probability distribution of the data is important. However, generative models are generally more complex and computationally intensive than discriminative models, and may require more data to train effectively. A suggested algorithm for generative is approach surprisingly is also the deep belief neural network because the DBNN is a top-down layer-by-layer learning procedure. It has generative weights in the first two hidden layers that find how the variables in one layer communicate with the variables of another layer and discriminative weights in the last hidden layer that is used to classify the objects. After layer-wise learning, the values of the hidden units can be derived by bottom-up pass. It starts from the visible data vector in the bottom layer [3].

4. Proposed Method for Object Recognition

Reinforcement learning Involves training an agent to make decisions based on feedback received from its environment. It can be used to train an agent to recognize objects in images or videos, where the agent receives a reward for correctly identifying objects in an image or video stream. The agent can be trained to identify objects by analyzing the pixels in the image and using this in-

formation to make predictions about the objects present. To train the agent, a dataset of labeled images can be used to provide feedback on the correctness of its predictions. The agent can then adjust its parameters to improve its accuracy over time. It can also be used to improve the performance of existing object recognition systems by fine-tuning their parameters based on feedback received from the environment [1]. It approximates the optimal action-value function for a given input. Deep learning has limitations in handling geometric variations and occlusions that are common in real-world scenarios. On the other hand, the geometric-based methods excel in handling such variations but often lack the ability to capture complex features present in images. This research proposal aims to develop a hybrid method of object recognition that combines the strengths of both deep learning and geometric-based methods. The proposed method would leverage deep learning models to learn hierarchical representations of the input data, while also utilizing geometric-based methods to handle geometric variations and occlusions. The resulting hybrid method is expected to achieve superior performance in object recognition tasks, particularly in scenarios with significant geometric variation and occlusions. First we perform an object-centered or viewer-centered geometric recognition based method, then we start extracting the features using a feature detector. The most commonly utilized characteristics of feature extraction are size, color, shape, and texture. Then, we start comparing to models in the database and start the process of matching using a matching algorithm. Then refining is applied. After obtaining the recognized image we pass it through a neural network and start the process of training for the recognized image and we repeat the process. This process allows us to benefit from the fact that geometric-based methods are fast and do not require extensive pre-training and if a new object is present it can rapidly recognize it as it is a trained model.

5. Conclusion

Geometric-based algorithms are highly effective at addressing geometric variations and occlusions, which makes them well-suited for object detection in real-world scenarios where such variations are prevalent. However, they often fall short in their ability to capture complex visual features. Deep learning algorithms have achieved cutting-edge performance in object recognition by automatically learning hierarchical representations of the input data. Nevertheless, they may encounter difficulties in handling geometric variations and occlusions. A promising avenue for future research involves the exploration of hybrid methods that integrate the strengths of both geometric-based and deep learning approaches. Such hybrid methods hold great potential for achieving superior performance in object recognition tasks, particularly in complex real-world scenarios. Attention mechanisms and adversarial training, offer promising avenues for mitigating the limitations of deep learning methods in object recognition.

References

1. *James, S.* 3D simulation for robot arm control with Deep Q-Learning / S. James, E. Johns // Workshop on Deep Learning for Action and Interaction. – 2016.
2. *Delowar, H.* Application of Deep Belief Neural Network for Robot Object Recognition and Grasping / H. Delowar, C. Genci // IEEJ International Workshop on Sensing, Actuation, and Motion Control. – 2016.
3. Discriminative active learning for robotic grasping in cluttered scene / B. Wei [et al.] // IEEE Robotics and Automation Letters. – 2023. – Vol. 8 (3). – Pp. 1858–1865. – DOI:10.1109/LRA.2023.32434742023
4. *Delowar, H.* Optimizing Deep Learning Parameters Using Genetic Algorithm for Object Recognition and Robot Grasping [J] / H. Delowar, C. Genci, J. Mitsuru // Journal of Electronic Science and Technology. – 2018. – Vol. 16 (1). – Pp. 11–15. – DOI:10.11989/JEST.1674-862X.61103113
5. *Hossain, D.* Evolution of deep belief neural network parameters for robot object recognition and grasping / D. Hossain, G. Capi, M. Jindai // Procedia Computer Science. – 2017. – Vol. 105. – Pp. 153-158. – DOI: 10.1016/j.procs.2017.01.195
6. *Wei, A. H.* Robotic object recognition and grasping with a natural background / A. H. Wei, & B. Y. Chen // International Journal of Advanced Robotic Systems. – 2020. – Vol. 17 (2). – DOI:10.1177/1729881420921102
7. *Fukunaga, K.* Introduction to Statistical Pattern Recognition. – New York : Academic Press, 1972.

8. Murase, H., Nayar, S. Visual Learning and Recognition of 3-D Objects From Appearance / H. Murase, S. Nayar // International Journal of Computer Vision. – 1995. – Vol. 14. – Pp. 5–24.
9. Nene, S. Closest Point Search in High Dimensions / S. Nene, S. Nayar // Proceedings CVPR IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 1996. – DOI: 10.1109/CVPR.1996.517172
10. Johnson A. Spin-Images: A Representation for 3-D Surface Matching, doctoral dissertation // Robotics Institute, Carnegie Mellon University. – 1997.

Е. М. Абделлатиф, студент

А. М. Хамуда, студент

М. А. Al Akkad, кандидат технических наук, доцент

Кафедра «Мехатроника»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Обзор методов распознавания объектов для задач роботизированного захвата

Распознавание объектов для захвата роботом – это тема, которая изучается многими исследователями в течение многих лет и быстро развивается. В статье представлены различные методы распознавания объектов, которые в настоящее время используются для захвата роботами. Рассматриваются некоторые из существующих методов, чем они отличаются друг от друга, какой из них может быть более оптимальным при распознавании объектов для захвата роботом. Методы подразделяются на основанные на глубоком обучении и геометрические. Представлен обзор обеих категорий.

Ключевые слова: распознавание объектов; глубокое обучение; манипуляторы; хватательные задачи; антропоморфные роботизированные руки.

V. G. Sufiyarov, Doctor of Engineering Sciences, Professor
D. A. Klyukin, Post-graduate
Department of Applied Mathematics and Information Technology
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Simulating the barrel vibrations of an automatic gun when firing a burst at an air stationary target

The article is dedicated to simulating the elastic longitudinal-transverse barrel vibrations of an automatic gun, when firing a burst of 10 shots. Thermal and mechanical loading of the barrel by the action of powder gases is determined from solving the problem of internal ballistics in a thermodynamic formulation. The solution of the vibration problem is obtained on the basis of a one-dimensional model of the stress-strain state in an elastic formulation. When solving the vibration problem, the forces of interaction of the projectile with the barrel and the irregularities of the barrel are taken into account. The external ballistic trajectory was calculated on the basis of solving a system of differential equations of projectile motion taking into account the action of aerodynamic forces and moments. The results obtained make it possible to determine the places where projectiles hit during automatic firing at an air target.

Keywords: automatic cannon; mathematical modeling; numerical methods; barrel vibrations; ballistics.

Introduction

Firing automatic artillery guns is characterized by an intense increase in the pressure and temperature of powder gases, which leads to vibrations in the barrel [1]. It is known from experimental studies that transverse vibrations of the barrel have the greatest influence on shooting, and longitudinal and torsional vibrations have no practical value [2]. It is also important to note that when firing automatically, it is necessary to take into account the heating of the barrel [1], since the barrel heats up significantly during prolonged firing [3], which leads to the occurrence of thermal forces and moments [4].

Ignition and combustion of the powder charge will be considered under the geometric law of combustion. Due to the latter the powder grains burn in parallel layers, and the chemistry of the process is not taken into account, which greatly simplifies the simulation. It was shown in [5] that the thermodynamic approach to solving the problem of internal ballistics allows us to obtain a pressure distribution of powder gases in the barrel that qualitatively coincides with the gas-dynamic approach, therefore we will focus on the thermodynamic approach.

When modeling, we will consider a 30-mm automatic cannon, the geometry of which is shown in Table 1. The properties of the barrel material remained constant throughout the firing process. Material density $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$, Young's modulus $E = 200 \text{ GPa}$, Poisson's ratio $\nu = 0,3$, coefficient of linear thermal expansion $\alpha = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Table 1. Geometry of 30 mm automatic cannon

Coordinate x of the section, mm	Inner radius r_1 , mm	Outer radius r_2 , mm
0	20	62.5
127	20	62.5
147	15	43
339	15	35.5
1000	15	22.5
2400	15	20

Next, we will write down a mathematical model of the vibrations of the barrel of an automatic gun taking into account thermal and mechanical loading.

Mathematical model

Consider the right-hand coordinate system associated with the barrel, where the Ox axis is directed through the centers of the cross sections of the barrel at an elevation angle φ relative to the ground.

The mathematical model of the barrel vibrations is written as a system of one-dimensional partial differential equations (1). The corresponding displacements of the barrel points are denoted as $u(x,t)$, $v(x,t)$ and $w(x,t)$. The model in issue is obtained on the basis of previous works [6, 7] taking into account the Bourdon effect, the equations for which are identified by a three-dimensional solution in the ANSYS software package.

The initial conditions are determined from the solution of the initial deflection problem [6]. The boundary conditions correspond to the fixing conditions at the breech and free boundary conditions at the muzzle.

Within this model, the distributed forces $q_1(x,t)$, $q_2(x,t)$, $q_3(x,t)$ of interaction of the projectile with the barrel acting along the axes Ox , Oy and Oz , respectively, are taken into account [8].

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho F \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\rho F g \sin \varphi - q_1(x,t) + \frac{\partial}{\partial x} (F \sigma^{xx}) - p_1 \frac{\partial S}{\partial x}, \\ \rho F \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = -\rho F g \cos \varphi - q_2(x,t) + (F \sigma^{xx} + p_1 S) \frac{\partial^2 (v + v_{00})}{\partial x^2} + \\ + v \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\int_F (\sigma^{yy} + \sigma^{zz}) y df \right) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(E J_z \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \right) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\alpha E \int_F T y df \right), \\ \rho F \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = -q_3(x,t) + (F \sigma^{xx} + p_1 S) \frac{\partial^2 (w + w_{00})}{\partial x^2} + \\ + v \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\int_F (\sigma^{yy} + \sigma^{zz}) z df \right) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(E J_y \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\alpha E \int_F T z df \right), \\ \sigma^{xx} = E \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{v}{F} \int_F (\sigma^{yy} + \sigma^{zz}) df - \frac{\alpha E}{F} \int_F T(x,r,t) df, \end{array} \right. \quad (1)$$

where $S(x)$ – the cross-sectional area of the barrel; $F(x)$ – the cross-sectional area of the barrel; $J_y(x)$ и $J_z(x)$ – the moments of inertia of the cross sections in the Oxy and Oxz planes, respectively; $p_1(x,t)$ – excessive pressure inside the barrel; $v_{00}(x)$ и $w_{00}(x)$ – technological deviations of cross sections in the Oxy and Oxz planes, respectively.

The integro-interpolation method of A. A. Samarsky and the run-through method are used to solve the barrel vibration equations.

Modeling results

The following are the results of simulation of firing a burst from a 30 mm automatic gun. The length of the firing burst was assumed to be equal to 10 shots, the elevation angle $\varphi = 20^\circ$, the interval between shots is 182 ms [9]. The type of technological deviations is shown in Figure 1. The results of modeling longitudinal-transverse vibrations of the barrel are shown in Figures 2 and 3. The shots time moments are marked with vertical dotted lines.

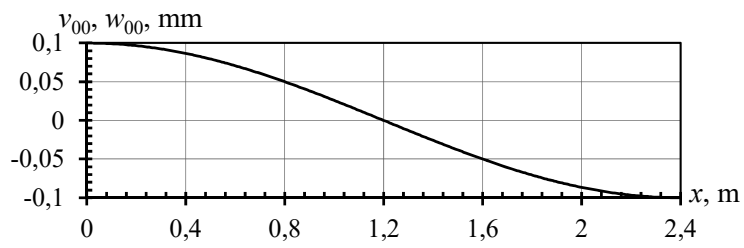


Fig. 1. Technological deviations of the barrel

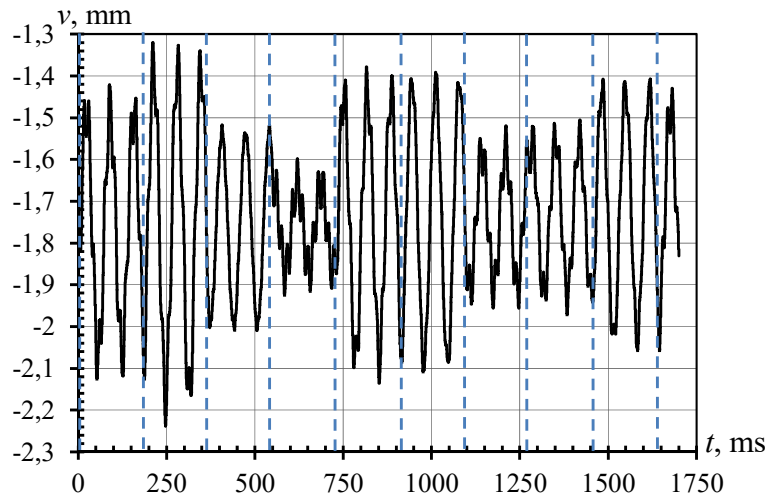


Fig. 2. Vertical vibrations of the barrel when firing a burst

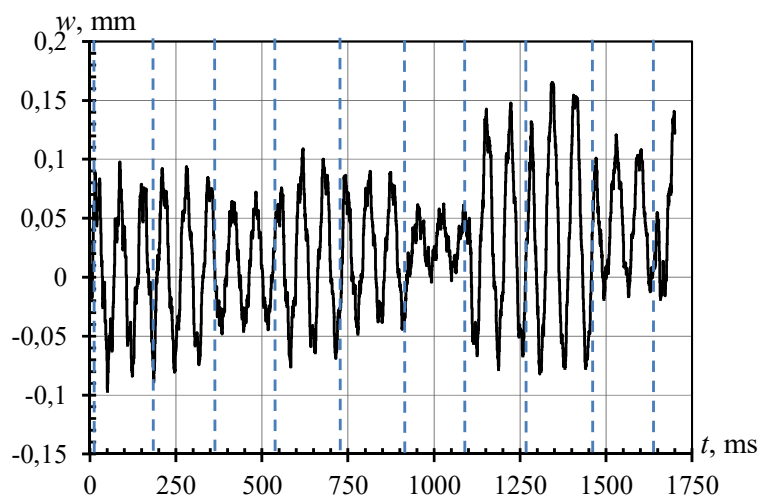


Fig. 3. Horizontal vibrations of the barrel when firing a burst

Figure 4 shows the spread of projectiles at a distance of 1,500 for the specified firing conditions.

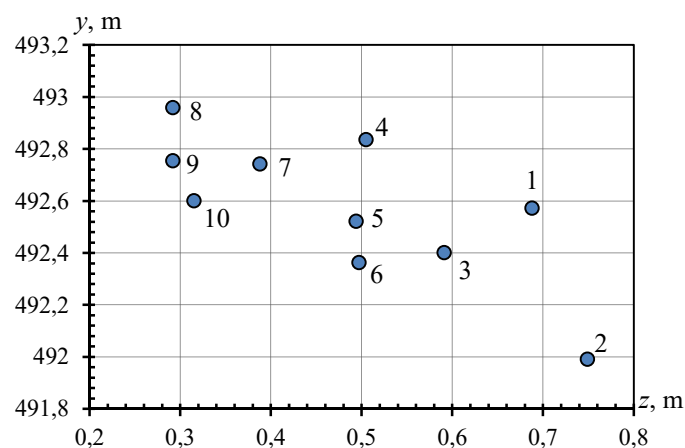


Fig. 4. Spread of projectiles when firing a burst of 10 shots at a distance of 1,500 m

The findings show that the spread was 1.07 m, while the projectiles deviate horizontally by 0.48 m due to the derivation effect. The results obtained will be useful in calculating corrections when firing at an air target.

Conclusion

The paper presents a mathematical model of barrel vibrations taking into account technological deviations, thermal and mechanical loading.

The parameters of thermal and mechanical loading of the barrel were determined from solving the problem of internal ballistics in a thermodynamic formulation.

To determine the trajectory of the projectiles, the problem of external ballistics was solved taking into account aerodynamic forces and moments as well as derivation.

Based on the developed model, calculations were carried out for firing a burst of 10 shots from a 30-mm automatic gun at an angle $\varphi = 20^\circ$ at a fixed air target at a distance of 1,500 m. The spread of projectiles is 1.07 m, and the center of the spread deviates by 0.48 m horizontally due to derivation.

References

1. Orlov, B. V. *Ustrojstvo i proektirovanie stvolov artillerijskih orudij* / B. V. Orlov, E. K. Larman, V. G. Malikov. Moscow : Mashinostroenie, 1976. – 432 p. (in Russ.).
2. Blagonravov, A. A. *Osnovaniya proektirovaniya avtomaticheskogo oruzhiya*. Moscow : Oborongiz, 1940. – 485 p. (in Russ.).
3. Klyukin, D. A. *Matematicheskoe modelirovanie teplovogo nagruzheniya stvola artillerijskogo orudiya pri vystrele*. Vystavka innovacij - 2022 (vesennyya sessiya). – Izhevsk : Izdatel'stvo UIR IzhGTU imeni M. T. Kalashnikova, 2022. – Pp. 176-182. – DOI: 10.22213/ie022124. (in Russ.).
4. Homenko, YU. P. *Matematicheskoe modelirovanie vnutriballisticheskikh processov v stvol'nyh sistemah* / YU. P. Homenko, A. N. Ishchenko, V. Z. Kasimov. – Novosibirsk : Izd-vo SO RAN, 1999. – 256 p. (in Russ.).
5. Rusyak, I. G. *Modelirovanie ballistiki artillerijskogo vystrela s uchetom prostranstvennogo raspredeleniya parametrov i protivodavleniya*. Komp'yuternye issledovaniya i modelirovanie / I. G. Rusyak, V. A. Tenenev. – 2020. – Pp. 1123-1147. (in Russ.).
6. Sufiyarov, V. G. *Matematicheskoe modelirovanie kolebanij stvola s uchyotom tekhnologicheskikh otklonenij pri strel'be ocheredyami*. Fundamental'nye osnovy ballisticheskogo proektirovaniya / V. G. Sufiyarov, I. G. Rusyak, D. A. Klyukin ; pod redakciej B.E. Kerta. – Sankt-Peterburg : BGTU "Voenmekh", 2022. – Pp. 90-97. (in Russ.).
7. Rusyak, I. G. *Odnomernaya matematicheskaya model' kolebanij stvola s poperechnym secheniem proizvol'noj formy* / I. G. Rusyak, V. G. Sufiyarov, D. A. Klyukin // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Matematika i mekhanika. – 2022. – № 80. – Pp. 133-146. (in Russ.).

8. *Rusyak, I. G.* Issledovanie vliyaniya uprugih deformatsij i kolebanij stvola na tochnost' strel'by / I. G. Rusyak, V. G. Sufiyarov, D. A. Klyukin // *Intellectual'nye sistemy v proizvodstve.* – 2020. – Pp. 98-108. (in Russ.).

9. 2A72, 30-mm avtomaticheskaya pushka. Oruzhie Rossii [the site is under reconstruction]. – Available at: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1300/99190/> (accessed 01.03.2023 г.).

В. Г. Суфиянов, доктор технических наук, профессор

Д. А. Клюкин, аспирант

Кафедра «Прикладная математика и информационные технологии»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Имитация колебаний ствола автоматического пистолета при стрельбе очередью по воздушной неподвижной цели

Статья посвящена моделированию упругих продольно-поперечных колебаний ствола автоматического пистолета при стрельбе очередью из 10 выстрелов. Тепловое и механическое нагружение ствола действием пороховых газов определяется из решения задачи внутренней баллистики в термодинамической постановке. Решение задачи вибрации получено на основе одномерной модели напряженно-деформированного состояния в упругой постановке. При решении задачи вибрации учитываются силы взаимодействия снаряда со стволом и неровности ствола. Внешняя баллистическая траектория рассчитывалась на основе решения системы дифференциальных уравнений движения снаряда с учетом действия аэродинамических сил и моментов. Полученные результаты позволяют определить места попадания снарядов при автоматической стрельбе по воздушной цели.

Ключевые слова: автоматическая пушка; математическое моделирование; численные методы; колебания ствола; баллистика.

A. A. Morozov, Post-graduate
V. V. Muraviev, Doctor of Engineering Sciences, Professor
Instrumentation Department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Acoustic emission of 09G2S low-alloy pipe steel samples containing a welded seam (Planning of the experiment)

Currently, acoustic emission is quite an effective method of nondestructive testing to search for developing defects, but its main drawback is the strict requirements to the equipment and the place of control. This article describes the preparation for an acoustic emission experiment with the aim of its further implementation.

Keywords: acoustic emission; acoustic emission simulator; low-alloy steel.

Acoustic emission (AE) is a technical diagnosis based on the phenomenon of occurrence and propagation of elastic vibrations (acoustic waves) in various processes, such as deformation of stressed material, the flow of gases and liquids, combustion and explosion.

Discrete AE is characterized by a number of additional parameters. In this case, it is necessary to distinguish between the parameters of a separate acoustic emission pulse and the flow characteristics of acoustic emission. In practice, for quantitative description of acoustic emission signals, a limited group of parameters is used, which correlate with the properties of the acoustic emission source and allow assessing the degree of danger of the defect based on the results of the analysis of the recorded signals [1].

The characteristic shape of an individual (single) pulse of discrete acoustic emission is shown in Figure 1.

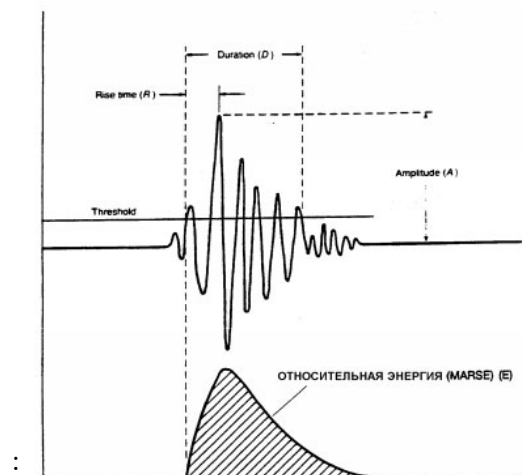


Fig. 1. Acoustic emission pulse

Samples were prepared for the experiment as shown in Figure 2. Flat metal specimens for uniaxial tension were cut from the fragments of gas pipeline DN1420×15,7 in the direction coinciding with the direction of sheet rolling and with the longitudinal axis of the pipeline. In the middle part the specimens have a corset-type section reduction for stress concentration in this area and localization of tensile damage accumulation [2].

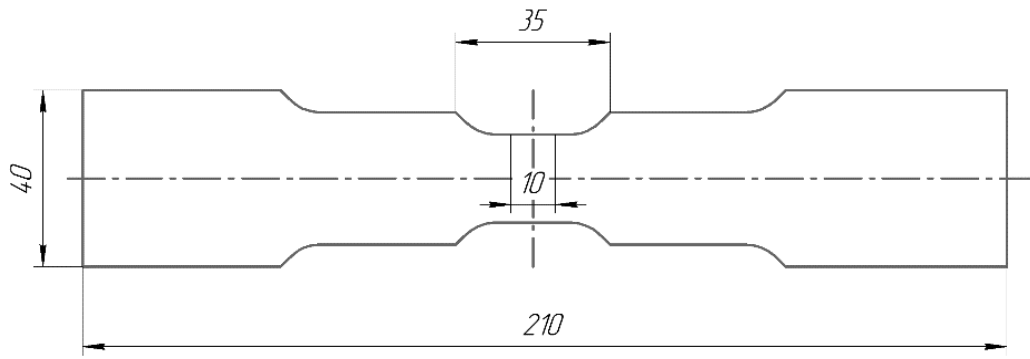


Fig. 2. Stretch specimen

The weld is located perpendicular to the long axis of the sample in the area of the corset type concentrator. The cross-sectional area of the weld in the corset area is $15 \times 20 \text{ mm}^2$. Specimens are supposed to be loaded on Instron 300DX testing machine up to 180 kN (up to 100 kN - in 10 kN increments, further - 5 kN)

The scheme of stretching and photo of the specimen fixed in the clamps of the testing machine with the acoustic transducer installed on it in the area of the concentrator are shown in Figure 3.

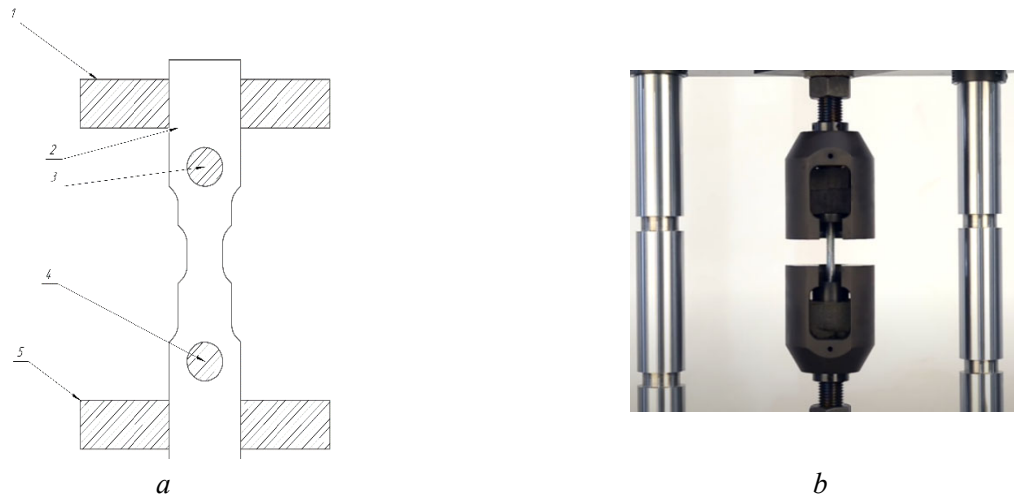


Fig. 3. *a* – load diagram: 1, 5 – moving and stationary mounts of Instron 300DX test setup; 2 – sample under test; 3, 4 – acoustic emission sensors; *b* – example of sample clamping in Instron300DX test setup

As the acoustic emission registration system, the SCAD 16.03 system was used, shown in Fig. 4, manufactured by FGUP SibNIA named after S. A. Chaplygin.



Fig. 4. System SCAD 16.03

The system consists of two four-channel measuring units. Each of the channels performs amplification, filtering and conversion of the acoustic emission signal into a digital code. Each

block is a functionally complete four-channel measurement system. Measuring blocks are structurally made in the form of expansion cards inserted into the input-output bus of the software computer, on which the information is collected and transformed to make a diagnostic judgment. The system is connected to a personal computer via USB interface.

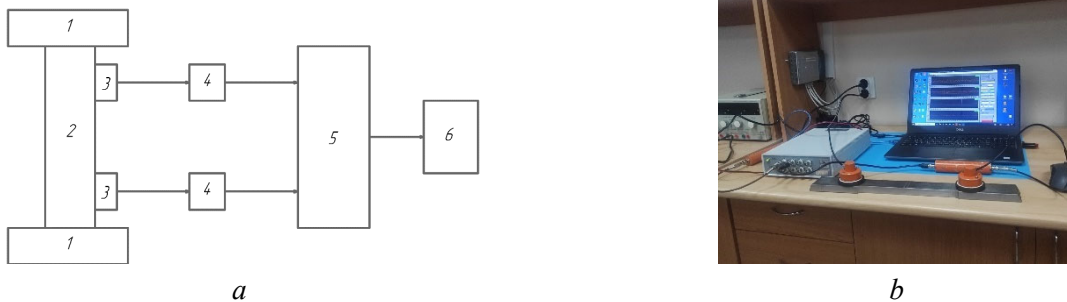


Fig. 5. a – control scheme: 1 – Tension setting clamps; 2 – control object; 3 – acoustic emission sensors; 4 – preamplifiers; 5 – acoustic emission system; 6 – personal computer; b – appearance of the workplace

Before performing the experiment on the load facility, it was necessary to check the operation of the system. For this purpose, an acoustic emission simulator was used. Its characteristics are given in Table. The imitator itself is shown in Figure 7.

Technical characteristics of the “Interunis” imitator

Pulse amplitude range, V	10...300
Pulse Rate Range, Hz	1...10
Set emission time, min	1...60
Overall dimensions, mm	No more 155×80×30
Weight, kg	No more 0,3



Fig. 7. Imitator of acoustic emission

The system must be tuned before excitation. By assembling everything as shown in Figure 3, the system channel signals should be set to amplitude of approximately 12 V with a gain of 100 and a selection threshold value of 10 as shown in Figure 8(b). If this is correct, the system state will be as shown in Figure 8(a)

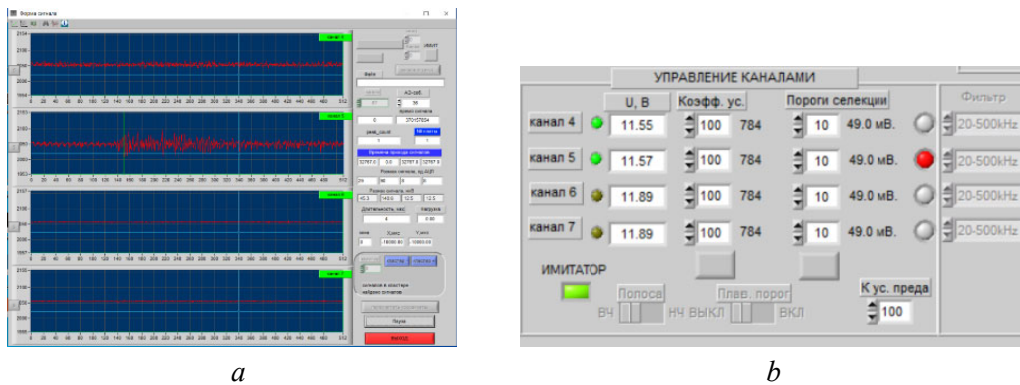


Fig. 8. SCAD 16.03 interface: *a* – registration of AE signals; *b* – system channel settings

After configuring the system, the simulator is tuned. The simulator is tuned to a pulse frequency of 10 Hz with an amplitude of 80 V. Figure 9 demonstrates the principle of operation of the simulator, since the emission source is closer to the first sensor than to the second, the arrival of the first pulse of the imitator comes earlier than to the second sensor.

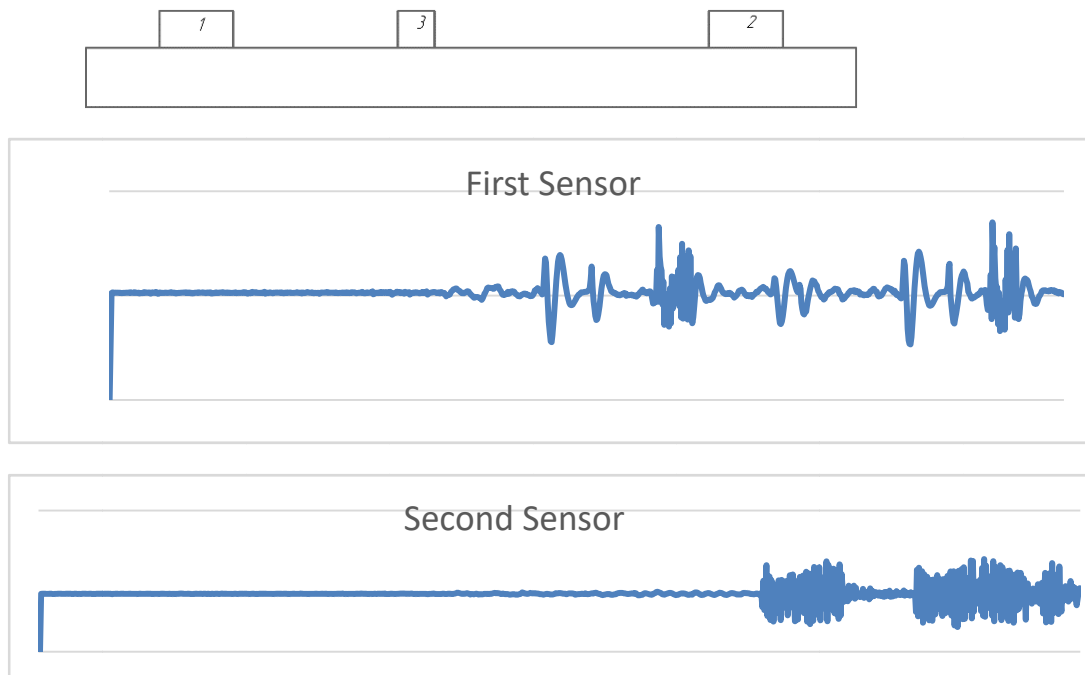


Fig. 9. Example of defect simulation: *1* – first acoustic emission sensor; *2* – second acoustic emission sensor; *3* – simulator

From the actions performed it follows that the system works in normal mode and can be considered suitable for the experiment under load.

References

1. Muravyev, V. V. Physical basis and technology of acoustic-emission control of metal structures on the railway transport: textbook / V. V. Muravyev, O. V. Muravyeva. – Izhevsk, 2014. – P. 392.
2. Muraviev, V. V. Structure-sensitive acoustic parameters of structural steels : monograph / V. V. Muraviev, O. V. Muravieva, A. V. Bayteryakov. – Izhevsk, 2020. – 151 p.

А. А. Морозов, аспирант
В. В. Муравьев, доктор технических наук, профессор
Кафедра «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Акустическая эмиссия образцов низколегированной трубной стали 09Г2С,
содержащих сварной шов (план эксперимента)**

В настоящее время акустическая эмиссия является достаточно эффективным методом неразрушающего контроля для поиска развивающихся дефектов, однако ее основным недостатком являются жесткие требования к оборудованию и месту контроля. В статье описана подготовка к акустико-эмиссионному эксперименту с целью его дальнейшего проведения.

Ключевые слова: акустическая эмиссия; имитатор акустической эмиссии; низколегированная сталь.

M. O. Popov, Master's Degree Student
M. A. Senilov, Doctor of Engineering, Professor
Institute of Informatics and Computer Science
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Modern Principles of Unmanned Aerial Vehicles' Control Design: A Review

This article is devoted to consideration of the ways to organize the control of unmanned aerial vehicles, the principles of construction of the automated control system for UAVs, and, finally, the modes of control of UAVs from the standpoint of operator's interference in the process of flight.

Keywords: UAV – unmanned aerial vehicle; ACS – automatic control system; GPS/GLONASS – Global Positioning System/Global Navigation Satellite System.

The progress of technologies in the field of unmanned aerial vehicle control has led to appearance of relatively affordable and profound control systems with sufficiently high-performance characteristics that make them suitable for a wide range of tasks. Unmanned aerial vehicles equipped with such control systems are actively used to perform tasks of varying complexity during various operations, and are also widely used in different civilian areas, including environmental monitoring, monitoring of technological facilities, patrolling, aerial photography, and many others.

There are several ways to organize the flight of unmanned aerial vehicles. First of all, this is a flight under remote manual control, performed by a specially trained pilot. This control method is the most common when using unmanned aerial vehicles. In this case, the system consists of a ground control system, a radio channel for information exchange, as well as an automated control system that receives a control action from the operator for subsequent management of engine, mechanization and other control mechanisms. This method of flight organization is quite expensive, since it requires a full and lengthy pilot training. In addition, there are restrictions associated with the range of the radio channel, weather conditions and distance.

Secondly, it is a flight of an unmanned aerial vehicle according to a predetermined flight algorithm, under the control of an automated control system. The main advantages of such a system are its autonomy, that is, the ability to control an unmanned aerial vehicle in the absence of a pilot, the independence from the range of a radio channel and weather conditions. However, there are also disadvantages: all possible emergency situations, whether it is a failure of system components, a sudden change in flight conditions or the like, must be foreseen in advance and appropriate algorithms should be provided for such situations.

And finally, the third way is the hybrid way of control: the main control is carried out by the automated control system, but the possibility of pilot intervention for remote control of the aircraft is also provided.

The ACS for an unmanned aerial vehicle is the main component of a UAV. In turn, an aircraft itself is only a part of a multicomponent system, which consists of a plane, the automated workplace of the aircraft operator, software, communication and control channels, a flight task and many other items.

There are lots of merits of using unmanned aerial vehicles over manned ones.

Firstly, the use of unmanned aircraft gives significant savings, since they have a lower cost, there is no need to equip the aircraft with protection, life support, rescue and other systems, in addition, there are no costs for pilot training, which can be dramatically expensive, thus, the use of an aircraft without a crew on board is significantly reduces the cost of its operation and, accordingly, the cost of performing a particular task.

Secondly, the use of light unmanned aircraft allows you to take on board a larger amount of payload to complete the task, more compact weight and size parameters reduce fuel or energy consumption.

Thirdly, the requirements for runways are significantly reduced, that is, expensive airfield facilities that need to be constantly maintained and reconstructed are not required.

Fourthly, the lack of a pilot on board allows you to perform tasks in life-threatening conditions, gives you the possibility to perform monotonous and dull tasks, and generally eliminates the human factor as a factor of mistakes.

Let's make an overview of UAV's onboard equipment contents.

In order to ensure the functioning of the automated control system during the flight of an unmanned aerial vehicle and the fulfillment of the assigned tasks, the following list of equipment on board as a payload is required:

1. Satellite navigation system (GPS/GLONASS).
2. Radio channel for data exchange with the ground control system, equipped with an antenna-feeder device.
3. A device and protocol for receiving and transmitting control commands for an unmanned aerial vehicle.
4. On-board computer for performing flight algorithms, calculating the vertical, and working with the payload.

The power supply built into the control system makes it possible to match the current consumption and voltage of the power source on board and the payload devices. In addition, it provides protection against short circuit or overload, and emergency power-off in case of an aircraft crash. Depending on the tasks performed by the unmanned aerial vehicle, the payload list may vary: the system can be additionally equipped with a camera with a gyro-stabilized suspension, a thermal imager and various special-purpose sensors for monitoring the environment. The control system of an unmanned aerial vehicle is a complex multi-level system, its main task is to ensure a stabilized flight in order to complete the task and transfer to the ground control station the information received by the onboard equipment during the flight session.

The unmanned aerial vehicle is controlled by an automated control system built on the basis of a controller specially designed for operation in unmanned aircraft. The onboard complex of the automated control system fully provides navigation, determination of the spatial position and control of the unmanned aircraft. Such system allows the UAV to determine navigation parameters, orientation angles, as well as angular accelerations and velocities for vertical calculation; carrying out navigation, as well as control of the aircraft according to the specified flight parameters; ensuring the stabilization of the aircraft during the flight; transmitting and recording on the built-in flash drive telemetry information about various navigational parameters of the aircraft.

The main element of the automated control system is an inertial navigation system of small dimensions, connected to a GPS/GLONASS sensor in order to receive information about the spatial position from satellites. The inertial navigation system includes microelectromechanical acceleration and rotation sensors (gyroscopes and accelerometers) to calculate the vertical parameters in real time and calculate the necessary control actions. A barometric sensor connected to the system makes it possible to determine the change in flight altitude and the vertical speed of the aircraft.

The onboard complex includes: an inertial navigation system integrated with microelectromechanical sensors; a satellite signal receiver; an autopilot unit; a storage device for storing telemetry; and an airspeed sensor. The on-board complex makes it possible to control the unmanned aerial vehicle both in manual control mode using the remote control, and in automatic mode, using autopilot commands. Autopilot control commands are standard pulse-width modulated signals that can be used to control actuators of onboard mechanisms.

The autopilot is an automated control system, when connected to the navigation module and sensors, it turns into a full-fledged control unit for unmanned aircrafts. Its functionality includes simultaneous navigation control and flight stabilization. The "remotely controlled flight" mode is also supported by this ACS.

During the flight, various kinds of aerodynamic forces act on an unmanned aerial vehicle, and, since the process of moving a vessel in an air stream is not stable, it requires constant corrective actions from the pilot or autopilot. Pitch, roll and yaw angles are used as a measure of spatial orientation. Accordingly, 4 main control actions are used to control the movement of the aircraft: engine thrust control, pitch deviation (angular movement of the aircraft relative to the horizontal transverse axis of inertia), roll deviation (aircraft rotation around the longitudinal axis) and yaw (aircraft deviation relative to the vertical axis).

The movement of an aircraft in space is a complex aerodynamic process, which is influenced by various interrelated parameters. To simplify the representation of movement, two main types are distinguished: longitudinal movement and lateral movement, that is, movement along the axis of the aircraft and a change in angular parameters.

Therefore, there are 2 groups of governing bodies that provide control actions:

- controls along the longitudinal axis for moving the aircraft along the axis of motion,
- corner controls to change roll, pitch and yaw controls.

Such division of the controls into groups is very conditional, since often during the movement of the aircraft some controls have a cross effect on others. On the other hand, the management of such bodies makes it possible to solve relatively simple management tasks separately.

Thus, to ensure full-fledged flight control, four control channels are needed: engine thrust control, pitch, roll and yaw control channel.

The engine thrust control channel controls the engine operating mode in accordance with the desired flight mode.

Roll, pitch and yaw control channels allow aircraft to be controlled at the appropriate angles.

The automated control system for an unmanned aerial vehicle processes information about the movement of the aircraft and, by means of control actions on the actuators, controls the flight. To stabilize the flight process, it is certainly necessary to create a control system of acceptable quality.

There are control systems that are controlled in manual mode, semi-automatic and automatic.

In a system with manual control, the pilot, estimating the spatial position of the aircraft, controls it remotely by deflecting the levers on the control panel, which, by transmitting a signal through the control channels to the actuators, deflects them or holds them in the required position.

The semi-automatic control mode implies the presence of some intermediate link: the pilot's control commands are converted using various amplifiers and automata and transmitted to the control mechanisms in order to ensure a stabilized flight of the aircraft.

Systems with automatic control fully automate different stages of the flight and do not require the direct participation of the pilot in the control process.

The principle of flight control by an automated control system is to calculate the current values of angles and height, compare them with the given values and calculate the necessary impact (deviation) on the control mechanisms.

There are certain requirements for an automated control system to ensure the required quality of control. Among them there are minimization of the transition process time (transition from the current parameter value to the set one), as well as the absence of overshoot, that is, the prevention of an impact greater than required, which will cause the value to be exceeded, followed by the need to regulate in the opposite direction.

In order to perform the flight, the automated control system provides lateral and longitudinal control of the aircraft. Lateral control means maintaining a given direction of flight (course). Longitudinal - maintaining a given speed and flight altitude.

In automatic mode, the flight from takeoff to landing can be carried out without the participation of an operator, according to a pre-compiled program - a flight task. In this case, the given course, height and speed are calculated by the ACS.

In manual flight mode, the values of the set heading, altitude and flight speed are changed by the operator's commands.

The course is maintained by changing the roll of the UAV. The given roll is calculated as a function value of the difference between the given heading and the current UAV heading, limited

by the maximum allowable value of 20–35 degrees, depending on the type of the aircraft. Roll is maintained by the deflection of the ailerons.

The flight altitude is controlled by changing the pitch. The target pitch is found as a function of the difference between the target and current altitude. The pitch is limited by the maximum (cabection) and minimum (dive) allowable values. Maintaining the pitch is carried out by deflecting the elevator.

In the “flying wing” scheme (when in fact the wings and fuselage are combined into a single structure), the functions of the ailerons and the elevator are combined in elevons.

Speed control in all modes, except for gliding, is carried out by changing the engine speed. The current throttle value is calculated as the average throttle value plus the difference between the set speed and the current speed.

In gliding mode, speed is maintained by changing the pitch. The given pitch in this case is equal to the average value of the pitch on gliding minus the difference between the given gliding speed and the current speed.

Thus, we have considered typical methods of organizing the control of unmanned aerial vehicles, the principles of constructing an automated control system for UAVs, as well as the flight modes of UAVs from the point of view of UAV’s operator intervention into the process of controlling it.

References

1. *Yasmina, B.* Smart Autonomous Aircraft: Flight Control and Planning for UAV. – Université d’Évry-Val-d’Essonне CRC Press, 2016. – Pp. 7-35.
2. *Dalamagkidis, K.* Classification of UAVs : handbook of unmanned aerial vehicles. – Dordrecht : Springer, 2015. – Pp. 83-97.
3. *Singhal, G.* Unmanned aerial vehicle classification, applications and challenges: A review. – Preprints, 2018. – DOI: 10.20944/preprints201811.0601.v1

М. О. Попов, магистрант

М. А. Сенилов, доктор технических наук, профессор
Институт информатики и вычислительной техники

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Обзор современных принципов построения управления беспилотными летательными аппаратами

Данная статья посвящена рассмотрению способов организации управления беспилотными летательными аппаратами, принципов построения автоматизированной системы управления БПЛА и режимов управления БПЛА с точки зрения вмешательства оператора в процесс управления.

Ключевые слова: БПЛА – беспилотный летательный аппарат; АСУ – система автоматического управления; GPS/ГЛОНАСС – система глобального позиционирования/Глобальная навигационная спутниковая система.

I. V. Churin, Master's Degree Student
M. S. Brychkina, PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor
Institute of Informatics and Computer Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Using Reinforcement Learning in the SimsRL Game Environment to Create Artificial General Intelligence

This article discusses the possibility of creating artificial general intelligence using a game environment and reinforcement learning based on neural networks. The use of reinforcement learning (RL) based on neural networks has shown great potential in various applications, including game playing. The Sims game was chosen to create AGI, as it is a projection of the real world, so we could train the agent to imitate human activity. The goal is to develop an agent that can learn to perform a variety of tasks in the game, such as socializing with other Sims, managing household finances, and pursuing personal goals.

Keywords: reinforcement learning; game engine; neural nets; artificial general intelligence.

AGI stands for Artificial General Intelligence, which refers to the hypothetical ability of an artificial intelligence system to perform any intellectual task that a human being can do. AGI is considered a level of AI that is beyond current state-of-the-art AI systems, which are typically designed to perform specific tasks or solve specific problems. AGI is often described as the ability of an AI system to exhibit human-like intelligence in a wide range of domains, including perception, reasoning, learning, and decision making. AGI is also expected to possess other human-like traits, such as creativity, emotional intelligence, and empathy. Developing and training an agent in an environment similar to the real environment that a person interacts with can lead to the creation of AGI, since the agent will face the same tasks that any person faces in everyday life. For this task, a game environment such as the Sims game is suitable for us.

The original Sims game has the following features:

- 1) create characters like people;
- 2) each character has needs (food, water, toilet), as well as happiness, stress, sadness and others that the player or agent can influence;
- 3) characters can communicate with each other using the phrase wheel, which allows game characters to improve or worsen relations between them;
- 4) for the characters, there are different actions: from simple household (cook food, walk around the house, take a shower, etc.) to career or family, as well as for entertainment.

All these features can be used to create general artificial intelligence, since the game as a whole is a projection of the real world of people. In this game, there is no end goal, so to train the agent, you need to choose it. You can draw a parallel with the happiness of a human from the real world and try to maximize the happiness of an in-game character, thereby making it the meaning of life for the intelligence that we create. In this we will be helped by the ability of the game character to get happiness from moving up the career ladder and succeed in it, communicating with other characters, as well as from entertainment and other possible ways to increase the happiness of the agent.

Now consider the possible ways for the agent to interact with the Sims game. The first way is to embed the agent directly into the original Sims game through mods.

The advantages of using mods for the Sims game are vivid. They are as follows:

- It allows the agent to directly interact with the original environment without any delay.
- You can focus only on training the agent, without the need to create your own environment.

We can also highlight the following downsides of using mods for the Sims game:

- Since the source code of the game is closed and the game does not imply such a possibility, this method may have various limitations or be completely inoperative for our purposes.
- In addition, even if successful, the agent will see the game environment through the eyes of the player, that is, it will have a view from above that is not like what a person sees, and therefore this is not exactly what we want to achieve.

The second way is to run the game in the background and use screen capture so that the agent can reproduce the same actions that the real player does. Figure 1 shows the use of this method.



Fig. 1. Possible use of various architectures of neural networks (OCR [1], Object Detection [2]) for interaction between the agent and the game

Using various architectures of neural networks to get information from the game has similar advantages to the previous method:

- The easiest way for an agent to interact with the environment.
- You can focus only on training the agent, without the need to create your own environment.

As for disadvantages of using neural networks to get information from the game, there are several of them:

- In order for the agent to interact with the environment, it will be necessary to use neural networks to obtain information from the game, for example - OCR (Optical Character Recognition).
- The same as in the previous method, the agent will see the game environment through the eyes of the player, that is, it will have a view from above that is not like what a person sees, and therefore this is not exactly what we want to achieve.
- In addition, there will be a delay between the agent's prediction and his action in the game, which will hinder his learning.

The third way is to create your own game environment similar to the original Sims game. Figure 2 shows the use of this method.

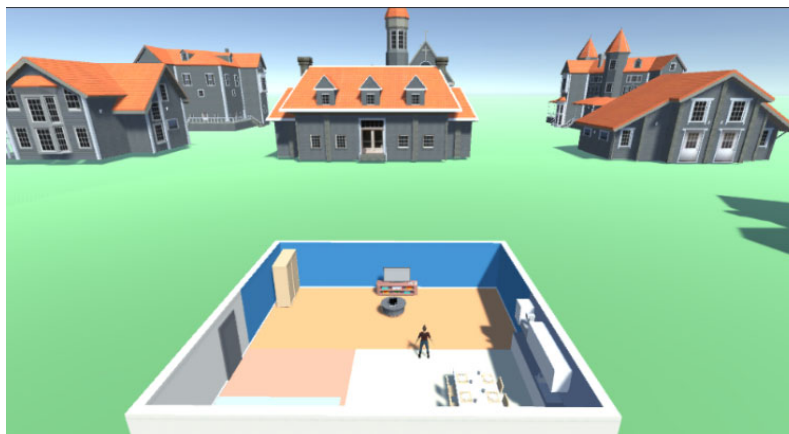


Fig. 2. Using one's own environment to train an agent

Using your own game environment has the most significant benefits. They are expressed as follows:

- You can go beyond the capabilities of the game and add more and more new features to interact with the environment.
- The agent will see the game world in the same way as a person sees the real world.
- The game environment can be improved indefinitely to increase the degree of similarity with the real world and thus get a stronger artificial general intelligence.

There is also a downside to this approach, which greatly distinguishes this method from the previous ones:

- In addition to training the agent, you also need to spend a lot of time and effort on creating a Sims-like game environment.

Given all the advantages of the third approach, as well as unlimited possibilities in the created environment, this particular method was chosen to create artificial general intelligence. The Unity game engine was used to create a game environment similar to the Sims. Inside this engine there is a machine learning library – MLKit, with which you can write neural networks on the Keras framework, which is written for the Python programming language.

In order to create general artificial intelligence, it is necessary to set many complex tasks for the agent that a person faces in life. But since the resources to create a game environment that could set such tasks for the agent are limited, it is necessary to set a simpler task for him, for example, moving from one point to another. For the agent, the goal was chosen to get from random places in the house to the laptop, which was located on the table. The DQN (Deep Q-Learning) [3] algorithm and the own neural network architecture were chosen for training. The neural network architecture is shown in Figure 3.

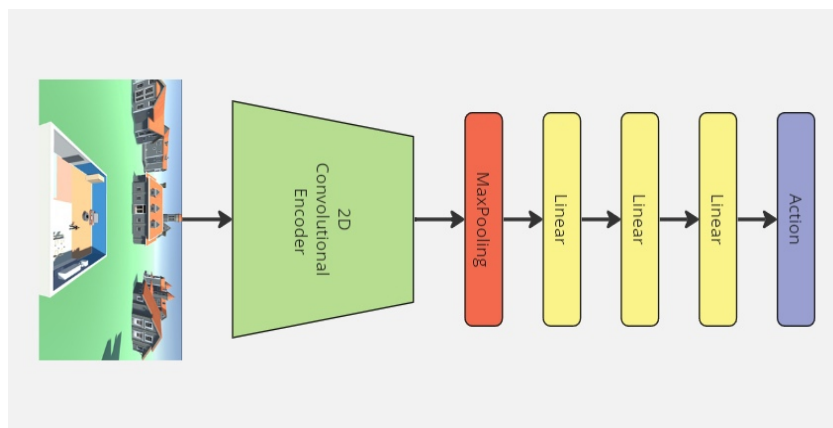


Fig. 3. The developed architecture of the neural network

Neural network takes as input the image of the game environment that the agent sees, and at the output it predicts the movement that the agent should make.

The learning process in the early stages is shown in Figure 5. At that time, the environment had not yet been visually updated. The agent was trained in parallel on several environments, in Figure 4 there are 6 of them.

The learning results are presented in Table. The number of steps indicates how many times the agent tried to reach the goal. The agent takes 50000 steps each epoch. The main task for the agent is to maximize the reward that he receives when he reaches the object.

In conclusion, we can say that the agent has achieved its goal of maximizing the reward when reaching the object. However, this is only the initial stage for the development and creation of general artificial intelligence. At this stage, the game environment allows agents to learn how to make decisions when moving between two points in space, but in the future the environment will improve and become more complex so that the agent can learn new actions for itself and achieve new goals.



Fig. 4. The process of parallel training of an agent on 6 environments

Growth of reward with an increase in the number of epochs

Epoch	Number of steps	Reward per epoch
1	50000	0.4
3	150000	0.6
6	300000	1.0

In addition, the architecture of the agent will need improving in order to perform new, more complex tasks. With this approach to complicate the environment and increase the opportunities for the agent to interact with the game, we can create a general artificial intelligence.

References

1. *Smith, R.* An Overview of the Tesseract OCR Engine. 2007. – DOI: 10.1109/ICDAR.2007.4376991
2. *Zhong-Qiu Zhao Peng Zheng Shou.* Object Detection with Deep Learning: A Review / Zhong-Qiu Zhao, Peng Zheng, Shou-tao Xu, Xindong Wu. – DOI: 10.48550/arXiv.1807.05511
3. *Playing Atari with Deep Reinforcement Learning / Volodymyr Mnih [et al].* – 2013. – DOI: 10.48550/arXiv.1312.5602

И. В. Чурин, магистрант

М. С. Брычкина, кандидат физико-математических наук, доцент
Институт информатики и вычислительной техники

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Использование обучения с подкреплением в игровой среде SimsRL для создания общего искусственного интеллекта

В статье рассматривается возможность создания общего искусственного интеллекта с использованием игровой среды и обучения с подкреплением на основе нейронных сетей. Использование обучения с подкреплением (RL) на основе нейронных сетей показало большой потенциал в различных приложениях, включая игры. Для создания AGI была выбрана игра Sims, т. к. она является проекцией реального мира, поэтому мы могли научить агента имитировать деятельность человека. Цель состоит в том, чтобы разработать агента, который сможет научиться выполнять различные задачи в игре, такие как общение с другими симами, управление домашними финансами и достижение личных целей.

Keywords: обучение с подкреплением; игровой движок; нейронные сети; общий искусственный интеллект.

D. V. Ivanova, Student
M. A. Konysheva, Student
K. D. Somova, Senior Lecturer
Department of Automated Data Processing and Control Systems
English Department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Identification of an online course algorithm for learning a programming language based on public educational platforms

The article is devoted to the question of creating an algorithm for learning a programming language based on public educational platforms. The work treats and summarizes the knowledge on several online courses. A number of existing courses is being analyzed in the paper. The authors derive an algorithm based on the studied information. The article can be used as a theoretical basis for creating an online course.

Keywords: online course; algorithm; programming language; IT; self-education; publicly available course.

Nowadays, the trend towards self-education, as one of the ways to obtain the necessary skills to enter any profession, is progressing in the world [1]. One of the types of such education is online courses. Many people prefer to independently choose the subjects and topics which they would like to understand. However, there is a particularly large amount of courses in the IT sphere. In this connection, it is possible to highlight some similarities or features of certain of them.

The purpose of this article is to analyze several publicly available courses and develop an algorithm based on which such courses offer to master the material.

We have selected several courses for analysis, such as:

- Ulearn [2];
- Stepik [3];
- Cs50 [4].

These courses are publicly available; moreover, most of them have been used as a distance learning system in various educational organizations, which allows us to take their structure as the basis for the course creation algorithm.

Ulearn

The difference of this course is the possibility of creating a study group with the teacher, which allows recording the results of each student. A student can start taking any course, regardless of whether they have completed previous courses. Materials in this course are provided mostly in video format, sometimes in text format. This format frees teachers and students from the routine of lectures, replacing standard classroom lectures with videos and mini-tasks at home [5].

Several courses are published on the platform: from the very basics to a deeper study of the subject. Each course is divided into sections and the user can follow their progress using the circle at the top. In most sections there are tests that check the degree of assimilation of the material. Such tests are found only in those sections in which students master a new topic. Also, in most sections there are exercises in which the user is required to write a small program (on average, less than 30 lines), which is automatically checked and the system reports the correctness of the solution. These exercises also test the comprehensibility of the material covered, they do not require deep immersion in the topic and usually do not take more than 3-5 minutes. In addition, there are practical tasks in the sections. They are worth more points and require good understanding of the material. To solve them, you need to download a special project. It can take the user from 30 minutes to 6 hours on average to solve them. In some sections, students are given questions for the seminar as well as

questions about self-examination. In questions about self-examination, the users themselves choose how much, in their opinion, the material was learned.

For each test passed, the user receives a certain number of points, depending on the complexity of the task (for tests it is 1-2, for exercises is 5-10, for practices is 10-50).

The course also provides the ability to comment on each lecture or assignment.

Basic course algorithm is presented at Fig. 1. The following algorithm provides the clear structure of the way courses on Ulearn are built. It includes all the necessary parts of obtaining professional knowledge, where students learn theoretical information and, afterwards, have the ability to apply knowledge on practical tasks and problems.

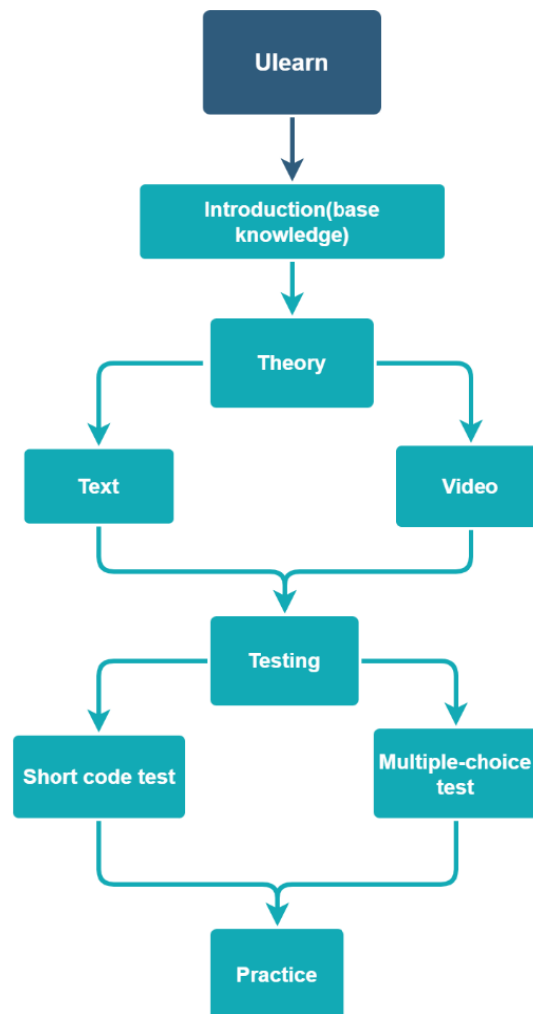


Fig. 1. Ulearn algorithm

Stepik

The site contains various courses from different authors, including leading IT-companies. Courses are designed for different levels: from beginner to advanced. Each course page contains a brief description of the material, information about the time needed to complete it, about the language of it and about the certificate for completing it [6].

The course “*Python Generation*”: *beginner course*” (40 hours, in Russian, has a certificate) was taken as an example for analysis.

The course is divided into sections, at the end of which there is an exam that gives access to the following sections. This method allows the user to study materials in a consistent and structured way.

Each section consists of the summary of the topic, test tasks and programming tasks. The summaries show general information about a particular topic with the identification of cases and

highlighting special features. Test tasks for the most part consist of questions on completed summaries and tasks with multi-choice answers. Programming tasks are tasks that require writing a short code (10-30 lines), which allows to consolidate the topic of the section in practice.

For completing each type of task, the user is awarded with points: 1 point for test tasks and up to 5 points for tasks with code. A certain number of points allow you to access an exam. The exam is a set of test tasks and programming tasks with a time limit. The exam and programming tasks are automatically checked for time of operation and correctness of the output. In addition, there is an online compiler provided to solve them.

Also, on each page of the course, there is an opportunity to comment in discussion or ask questions to the course compilers.

As can be seen in Fig. 2, the course algorithm is similar to the one of Ulearn, nevertheless, it implies more practical approach to the learning process.

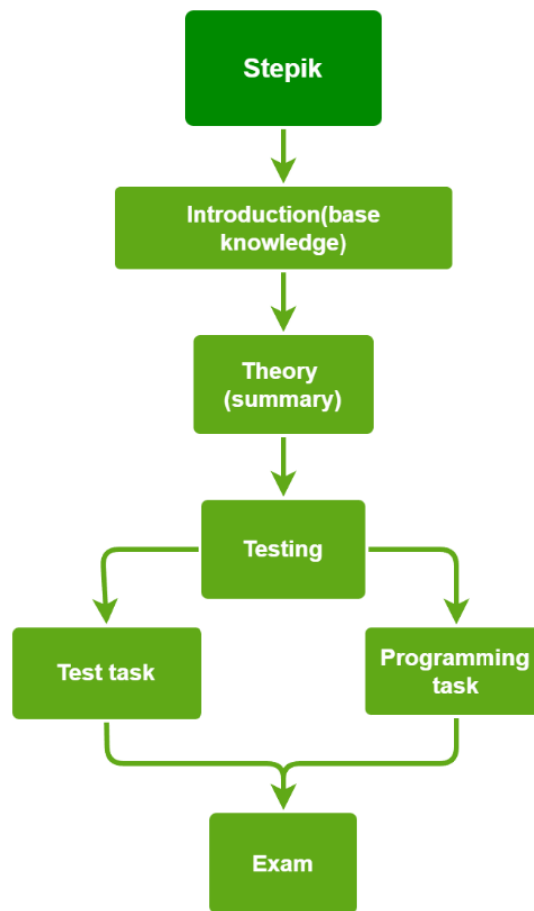


Fig. 2. Stepik algorithm

Cs50

This course offers assistance with familiarization with the most common programming languages, programming structures and their features. The course is very progressive and is updated from year to year [7].

The whole course is divided into 10 weeks; each week is dedicated to one topic. Each topic has three main sections: lecture, shorts and lab work.

The first section starts with lectures, where a material on theoretical topic is given. They are presented in all forms: audio, notes, slides and source code. That allows the course to be individually suitable for each user and uses different types of memory.

The short description of each format is given below:

– Video – duration from 1.5 hours to 2.5. Available in three formats: CS50 Video Player, MP4, YouTube;

- Slides – presentations on the topic covered. Provided in two formats: Google Slides, PDF;
- Source code – the code of everything that was written at the lecture for self-study by the student. Provided in three formats: Index, PDF, Zip;
- Notes – lecture notes;
- Audio – lecture audio track.

Shorts are additional topics that the student can review for a more complete understanding of the material.

Lab works entail tasks for each topic, which consist of background, getting started, understanding, implementation details, walkthrough, hints and testing parts. Also they explain how to test your code and how to submit it.

The course does not provide any tests which are points or grades rated, and there is also no scale for the progress of the material covered.

Algorithm of the course is presented at fig. 3. Having analyzed the course above, it can be noted that it significantly differs from two previous courses, as it includes more thorough acquisition of knowledge in the form of lectures.

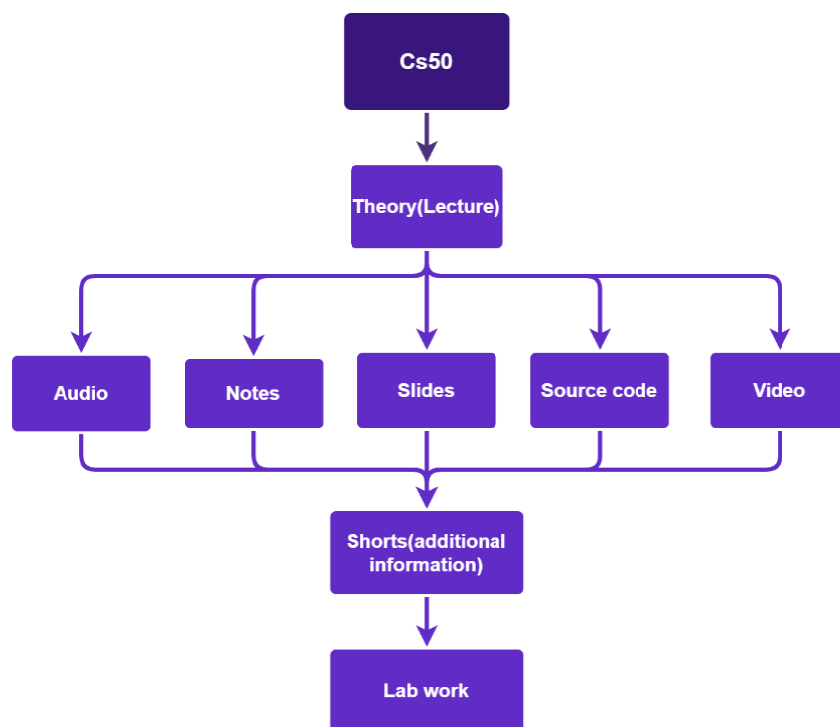


Fig. 3. Cs50 algorithm

Based on the analysis of the above courses, we have developed our own algorithm, consisting of several blocks:

- Introduction (base knowledge). This section should contain a brief description of the presented training module and the main theoretical issues of the course (in general terms) [8];
- Theory. This section can be presented in the form of audio, notes, source code and video. Theory represents the basic knowledge on the chosen topic;
- Testing. Each topic should be accompanied by testing, doing exercises or solving situational problems. The exercises can be accompanied by either clarification of errors or references to the training material [8]. In our algorithm, it is presented as a multiple-choice testing and programming test;
- Lab work. This section includes simulations of real problems encountered in practice. The statement of the situational problem should be clear and lead to a limited number of solutions [8].

This algorithm is presented at Fig. 4.

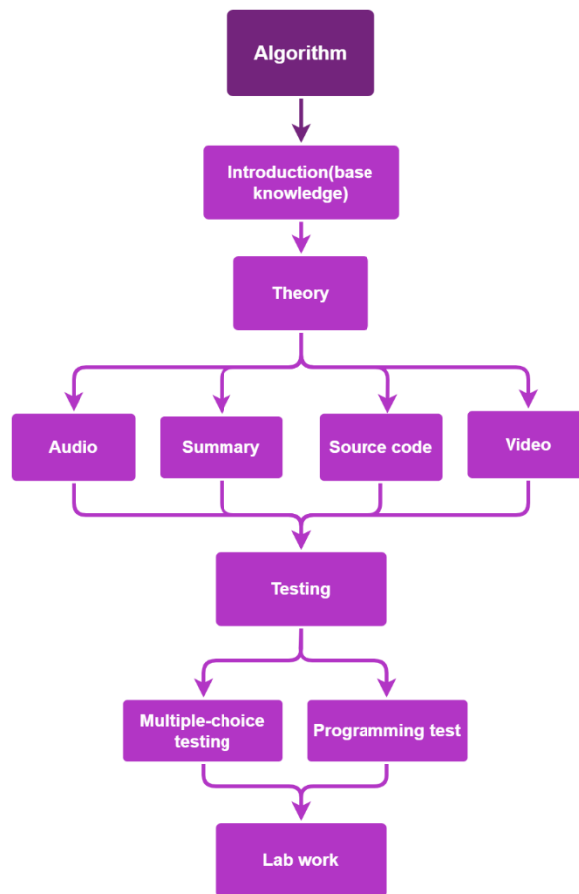


Fig. 4. Our Algorithm

In the future, this algorithm can be applied to design your own course. Moreover, this algorithm can be modified and adapted for courses not only related to the study of the programming language, but also the study of other disciplines not related to the IT sphere.

Modification of this algorithm can be made on the basis of data collected through social surveys. We are planning to conduct a survey in google forms among IT students, as a result of which we are planning to identify the most requested functions among them. Therefore, by adding these functions, we can diversify our algorithm for further use.

References

1. Protodyakonova, G. Y. Development of online course in educational portal / G. Y. Protodyakonova, M. S. Protodyakonova, K. K. Romanova, N. N. Sleptsova // Chronos : мультидисциплинарные науки. – 2022. – Vol. 6. – No. 3 (65) – Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-onlayn-kursa-v-obrazovatelnom-portale> (accessed 07.11.2023).
2. Ulearn.me. Main page. – 2023. – Available at: <https://ulearn.me> (accessed 07.11.2023).
3. Guev, T. «Generation Python»: a course for beginners. – 2020. – Available at: <https://stepik.org/course/58852/info> (accessed 07.11.2023).
4. Cs50. Main Page. – 2023. – Available at: <https://cs50.harvard.edu/x/2023/> (accessed 07.11.2023).
5. Batueva, U. How we adopted the experience of Khan Academy and made our course for testers. – 2018. – Available at: <https://habr.com/ru/companies/skbkontur/articles/351178/> (accessed 07.11.2023).
6. Habr. A subjective review of some Russian free educational platforms. – 2020. – Available at: <https://habr.com/ru/articles/513490/> (accessed 07.11.2023).
7. Harvard course on the basics of programming CS50 is now in Russian // Habr. – 2016. – Available at: <https://habr.com/ru/companies/javarush/articles/303806/> (accessed 07.11.2023).
8. Alpherova, M. A. Basic approach to distance courses elaboration. – (2009). – Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-podhody-k-razrabotke-distantsionnyh-kursov> (accessed 07.11.2023).

Д. В. Иванова, студент
М. А. Коньшева, студент
К. Д. Сомова, старший преподаватель
Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»
Кафедра «Английский язык»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Определение алгоритма онлайн-курсов
для изучения языков программирования на образовательных платформах**

Статья посвящена вопросу создания алгоритма для изучения языков программирования на базе образовательных платформ. Рассматриваются примеры различных онлайн-курсов. В рамках работы произведен анализ существующих курсов и выведен алгоритм их работы. Статья может быть использована в качестве теоретической базы для создания онлайн-курса.

Ключевые слова: онлайн-курс; алгоритм; язык программирования; информационные технологии; самообразование; образовательная платформа.

P. O. Konovalchik, Student
K. D. Somova, Senior Lecturer
Department of Automated Data Processing and Control Systems
English Department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Anglicisms in the Russian IT industry and their usage by IT students

As technology continues to evolve at an unprecedented rate, the English language has become increasingly prevalent in many fields, including IT. Russian IT specialists have adopted many Anglicisms into their lexicon, using them as shorthand for complex technical terms and concepts. The article discusses the reasons for the frequent use of Anglicisms in IT sphere. Also the examples of the most popular Anglicisms among students of IT specialties are shown.

Keywords: anglicisms; IT; borrowed words; Russian.

The purpose of this article is to demonstrate to what extent foreign terms introduced in the Russian IT industry have influenced the development of our language. The first part of this article is devoted to the description of these foreign words, their history and the reasons for their appearance in the IT sphere. The second part consists of a number of examples of Anglicisms that are used in the IT field, as well as a study of which of them students of IT specialties use more often and why. All examples are described in detail and translated into Russian.

Language is a complex system that changes due to the influence of other languages. Today, about 65% of the words of the Russian language are borrowed from other languages. Most often, such words, called Anglicisms, are used in the IT industry, as it is one of the most rapidly changing spheres of modern society and the industry itself involves a great usage of English due to the fact that most terms are derived from English [1].

The penetration of borrowed words increased dramatically in the 1990s due to the computerization of society. The reasons were the lack of a definition for a new phenomenon in the receptor language (*scanner, plotter, marketing*), as well as the expression of positive and negative connotations that the original word does not have [2].

Due to the computer revolution, computer terms have become used by a large number of people. That is why the IT sphere is the leader in the number of borrowed words [4].

One of the main reasons that the majority of the borrowed words migrated to us from English is that it is the most common language for international communications both in life and on the Internet [5].

There are four main reasons for the penetration of Anglicisms into the IT sphere:

1) *There is no word in the language to denote a new concept.*

We live in a rapidly changing and developing world in which new inventions and concepts appear almost every day, for which definitions often do not have time to appear in the receptor language. Also, Anglicisms appear when there is no word in the language that fully corresponds to the borrowed meaning. In this regard, words such as *provider, display, browser, traffic* appeared in the Russian language.

2) *The word in the receptor language does not fully reflect the meaning of the concept.*

People working in the IT field often use the word “*expertise*”. For example, “I have a lot of expertise in load testing”. In the Russian language there is the word “*expertise*”, meaning, according to Ozhegov's dictionary, “consideration of any issue by experts for making a conclusion”. However, IT implies the English meaning of the word “*expertise*”, which means “business knowledge, com-

petence”. Thus, the word was borrowed twice, to expand the meanings. There are several more similar words: fitness, image, hater, glamour. Each of them has an analogue in Russian.

For example:

fitness — физическое образование

image — изображение

hater — ненавистник

glamour — шарм

Replacing the word “fitness” with “physical education” will not be able to convey the whole meaning that is embedded in Anglicism.

3) Youth trends

Youth slang helps to determine a person's attitude to any social group.

4) Anglicism is used to shorten a long concept or phrase in Russian.

A controversial reason, since the reason for borrowing is only the opportunity to state the same thoughts more briefly. For example: task – task, meeting – working meeting. Linguists have given such processes the name “runGLISH” or “ruglish”, when Russian and English words are combined to shorten a phrase or add meanings [1].

In order to find out which Anglicisms of the IT sphere are most often used by students of the relevant fields, we conducted a survey by taking Anglicisms from the IT sphere from articles popular in the programming community from the Habr website [4]. Of these, we have identified the most common and listed their meaning and translation in the Table 1.

Table 1. Anglicisms from the IT sphere

Англицизм	The word in English from which it was formed	Analogue in Russian
Бэклог	Backlog (literally - workqueue)	The unplanned amount of work that the team needs to complete. Each created task first gets into the backlog, and then into the sprint. Examples: “We need to clean up the backlog”. “Let the task lie in the backlog for now, we will not take it into this sprint”. “Don’t forget to add this task to your team’s backlog”
Баг	Bug (bug, any insect, virus)	An error in the program, a defect. Examples: “There must be a bug in the latest version”. “A message about a program bug has been displayed on the screen”. “A huge number of bugs have accumulated in the world system”
Прод	Production (literally – industrial environment)	A branch with a working version of the product that users see. This is the final point where the development result falls. Sometimes also called the master. Examples: “This bug is on the prod”. “Are we ready to roll this task to the prod?”. “There are no these changes on the prod”
Оффер	Offer	Job offer/job invitation Examples: “An offer was sent to him, we are waiting for an answer”. “The candidate rejected our offer”. “Following the results of the interview, we want to make you an offer”

Англицизм	The word in English from which it was formed	Analogue in Russian
мПойнт	Point	It is most often used in the meaning of “point of view”, abbreviated from point of view. Also in the meanings: “essence”, “meaning”, “argument”. Examples: “My point is that it is necessary to plan work in advance”. “I agree, there is a point in this”. “What points does this solution have?”
Таск	Task	A task initiated or planned for any employee. Examples: “Get a task on it so we don't forget”. “Throw me a task with this bug, I'll take a look”. “And whose tasks are hanging in the backlog?”
Митинг	Meeting	1) “stand-up meeting” (literally – stand meeting), it is clear to everyone that this is a 15-minute, during which the whole team stands and quickly reports what has been done, what will be done, what is in the way. Or 2) All hands meeting: when the whole company meets in one place. Example: “You need to go to an important meeting”
Скипнуть	Skip (miss)	Miss Example: “Skip a task”
Софт	Software	Software (software) Examples: “An engineer solves problems related to software development”. “Appropriate software is being developed to perform each specific task”. “Installing paid software is an administrative offense”.
Челлендж	Challenge (test, challenge, problem)	Challenge Example: “Our team coped with the challenge on time”
Дедлайн	Deadline	The deadline for completing a task or work, a certain point in time by which the goal should be achieved. Examples: “Overdue deadlines” “The deadline was yesterday”
Питч	Pitch (presentation)	This is a short startup presentation in a special format. Example: “Dmitry's pitch was informative”
Скилы	Skills	Навыки, умения. Example: “upgrade skills”
Юзер	User	Users, people Examples: “User Story”

Англицизм	The word in English from which it was formed	Analogue in Russian
Джуниор	Junior	Junior Specialist Examples: “There is a vacancy for a junior developer”. “Usually juniors become middles over time”
Миддл	Middle	An average specialist who performs the assigned tasks almost without errors. Example: “The company requires middle developers”
Сеньор	Senior	The most experienced specialist in the team. Solves complex tasks, designs the architecture of programs and systems and understands what should eventually happen when launching a product or program. Such a specialist checks the code and helps less experienced developers [6]. Example: “To become a senior, you need to properly pump your hard skills”
Фича	Feature (characteristic, property)	An additional, specially invented (and perhaps not obvious) option of the program. Example: “The developer added a new feature to the app”
Заапрувить	Approve	Approve. Example: “I have approved this version of the project”
Пофиксить	Fix (fix, correct)	Fix Example: “Fix bugs in the program”

A total of 40 students took part in the survey, 55% of them male and 45% of female.

All respondents belonged to the same age group — from 18 to 25 years old and also major in IT specialties at Kalashnikov Izhevsk state technical university.

When asked about the use of Anglicisms (Fig.1), the majority of students (72.5%) answered in the affirmative, 25% considered that they rarely use them, and 2.5% do without them at all. Judging by these results we can note that our assumption on the amount of Anglicisms usage highly prevails in IT sphere.

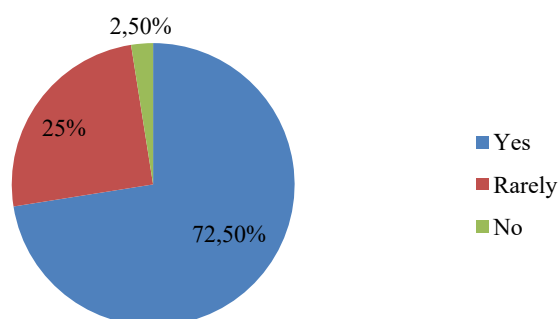


Fig. 1. Do you use Anglicisms related to the IT sphere in your speech?

On the question of whether respondents could do without these words, the opinion was divided approximately equally: 42.5% of respondents answered positively, 22.5% – negatively, and 35% did not think about this question (Fig. 2). This shows that the vast majority of the respondents

consider these borrowed words necessary for communication within the global tech industry. Moreover, the use of Anglicisms can often be more efficient than trying to translate technical terms into Russian.

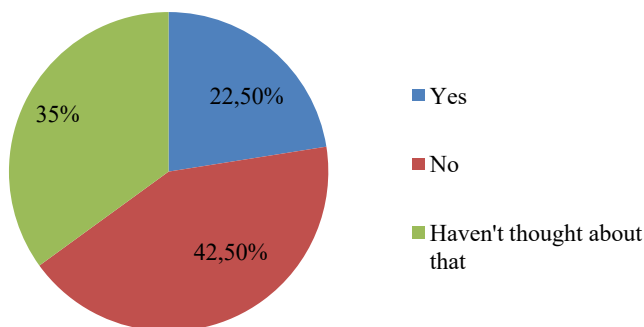


Fig. 2. Would you be able not to use Anglicisms in your speech?

As presented in Fig. 3, choosing from a number of reasons why they use borrowed words, novice programmers highlighted the possibility of shortening long phrases (95%), also noted the problem of the lack of words in the Russian language of a suitable meaning (57.5%). Three respondents identified for themselves the reason for belonging to a social group, and one respondent explained the reason for the presence of these words in speech in order to understand colleagues at work.



Fig. 3. Why do you use borrowed words?

As a final question, respondents were asked to choose from a list of terms the ones they use. Based on their answers, a rating of the 10 most frequently used terms was obtained, which are presented in Table 2.

Table 2. 10 most frequently used terms by students

Anglicisms	Number of respondents	Per cent, %
Баг	38	95
Пофиксить	34	85
Скилы	34	85
Дедлайн	32	80
Скипнуть	30	75
Софт	30	75
Челлендж	30	75
Юзер	27	67,5
Джуниор, мидл, сеньор	27	67,5
Фича	24	60

So, after analyzing the examples of the use of Anglicisms in the IT field by students, it can be concluded that the use of Anglicisms in this field is justified and necessary for the implementation of the exchange of scientific knowledge and achievements. The adoption of Anglicisms in Russian used by IT specialists reflects the ever-evolving nature of technology and its impact on language. While these terms and phrases may be unfamiliar to some, they have become an essential part of the technical vocabulary used by IT professionals worldwide.

References

1. Anglicisms are taking over the Russian language: why is this happening // Habr. – 2020. – Available at: <https://habr.com/ru/companies/englishdom/articles/504014/> (07.11.20223).
2. Anglicisms // Wikipedia. – Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Англицизмы> (07.11.20223).
3. Antonova, O. N. Anglicisms as one of the ways to form computer slang / O. N. Antonova, V. A. Bukalo, A. N. Bejsembaeva. – 2021. – Available at: <https://infourok.ru/statya-po-anglijskomu-yazyku-na-temu-anglicizmy-kak-odin-iz-sposobov-obrazovaniya-kompyuternogo-slenga-11-klass-5104144.html> (07.11.20223).
4. Aldarova, N. M. Features of the functioning of Anglicisms in the youth slang of the Russian language. – 2020. – Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-funktsionirovaniya-anglitsizmov-v-molodezhnom-slenge-russkogo-yazyka/viewer> (07.11.20223).
5. Kozlova, D. O. Features of the adaptation of Anglicism terms in the field of information technology in Russian and French. – 2017. – Available at: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/39322> (07.11.20223).
6. Dedyuhina, A. G. Anglicisms in Russian: “Professions and positions in the IT-sphere” (classification groups). – 2022. – Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/anglitsizmy-v-russkom-yazyke-professii-i-dolzhnosti-it-sfery-klassifikatsionnye-gruppy> (07.11.20223).

П. О. Коновальчик, студент

К. Д. Сомова, старший преподаватель

Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»

Кафедра «Английский язык»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Англицизмы в русском информационно-техническом сообществе и их использование студентами ИТ-специальностей

В то время, как технологии продолжают развиваться, английский язык становится все более распространенным во многих областях, включая информационные технологии. Российские ИТ-специалисты внедряли в свой лексикон множество англицизмов, используя их как сокращение для сложных технических терминов и понятий. В статье рассматриваются причины частого использования англицизмов в сфере информационных технологий. Показаны примеры наиболее популярных англицизмов среди студентов ИТ-специальностей.

Keywords: англицизмы; информационные технологии; заимствованные слова; русский язык

I. A. Maltsev, Master's Degree Student
A. N. Tarasova, PhD in Economics, Associate Professor
Department of Foreign Languages and Linguistics
Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola

The use of information technology in teaching foreign languages in a technical university

A technical university requires knowledge of foreign languages from its graduates for successful professional activities. The use of information technology in teaching can improve the quality of teaching foreign languages and prepare qualified specialists for the scientific and technical sphere.

Keywords: e-communication, knowledge, skills, foreign languages

Introduction

In 2013, the government of the Russian Federation approved the federal state educational program for higher education, which states that students must speak at least two foreign languages, one of which must be English. In addition, many universities have their own requirements for the level of foreign language proficiency for applicants and graduates. Some universities conduct foreign language tests before enrolling in a study program. For example, at St. Petersburg State University, a graduate of a bachelor's or specialist's degree in accordance with the Educational Standard must confirm English language proficiency at a level comparable to level B2 of the Common European Framework of Reference for Languages. This requirement corresponds to modern approaches to the training of specialists in demand in various fields of professional activity.

Now it is almost impossible to do without the use of information technology to study foreign languages. Information technology has revolutionized the way foreign languages are taught and learned. With the help of various technological tools and resources, learners can access language learning materials anytime and from anywhere.

Methods and materials

The BADGE project is set in a context of increasing globalization for which language and communication (LC) teachers in engineering schools must prepare their students to have global competence, in the OECD definition “the capacity to examine local, global and intercultural issues, to understand and appreciate the perspectives and world views of others, to engage in open, appropriate and effective interactions with people from different cultures, and to act for collective well-being and sustainable development”. This project created a network called “Global Engineering Language Skills” (GELS) in 2014. GELS shows what skills a student of a technical university should have at each level of knowledge of a foreign language. Attention is drawn to listening, reading, spoken interaction, spoken production, writing.

Information search and processing: electronic resources have become the main source of information for students, so it is important to be able to search for the necessary information on the Internet, critically analyze it and organize it in the form of presentations, reports, etc. Therefore, it is especially important for a student of a technical university to have the skill of electronic communication.

As part of the BADGE project, the IO3: E-communication skills conference was held. The conference partners were KTH Royal Institute of Technology, Sweden & Cambridge University, UK & IMT Mines Albi, France & University of Pavia, Italy & Volga State University of Technology, Russia.

To better understand what electronic communication skills students of various technical fields have, we interviewed a focus group of 85 people. Students from the University of Cambridge,

students from Kaunas University of Technology and Volga State University of Technology took part in the interview. Below the results based on participants' responses are presented.

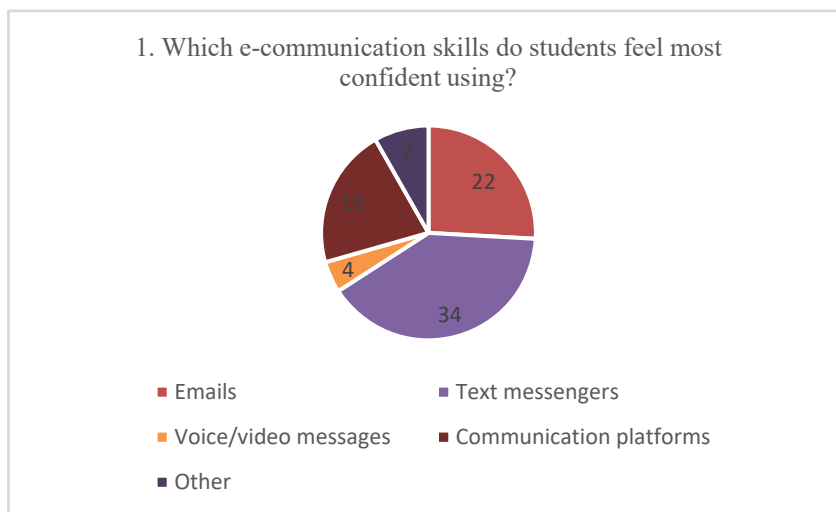


Fig. 1. Diagram for the 1st question

The most popular answer was the use of text messengers (WhatsApp, Telegram). Emails and communication platforms (Moodle, GetCourse) have also become popular choices. However, in general, students nowadays are very comfortable with using social media platforms, instant messaging apps, email, and video conferencing tools for e-communication. They are also proficient in using smartphones, laptops, and other devices for e-communication. The most popular e-communication skills among students may include typing, sending and receiving messages, sharing files and media, and participating in online discussions.

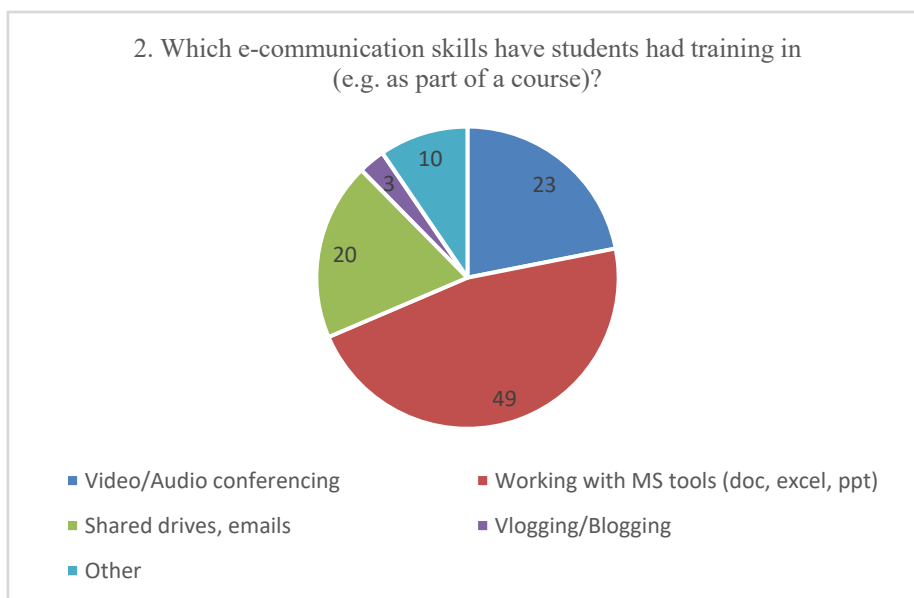


Fig. 2. Diagram for the 2nd question

Learning Microsoft tools helps students become more proficient in using computer programs and applications. Working with Microsoft tools such as Excel teaches students how to manage data and conduct data analysis. Using Microsoft Word and PowerPoint helps students learn how to create effective presentations and documents, which in turn improves their communication skills. Working in groups using Microsoft tools allows students to improve their collaboration and teamwork skills. Video or audio conferencing can enable students to study from a distance and access

teachers and other students who are in a different location. Students can view the recording of the conference in order to recall information or supplement their material. All these skills will be needed by students in the learning process.

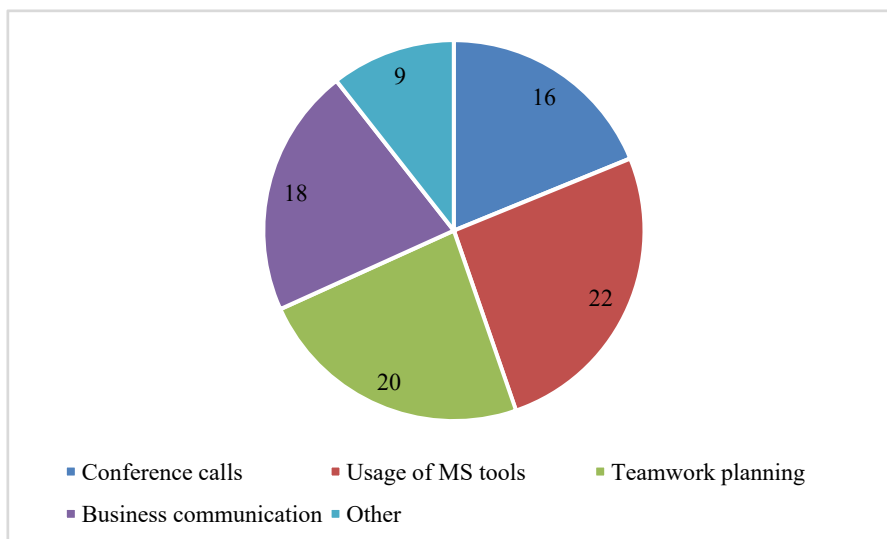


Fig. 3. Which communication skills do students think will be most useful in the workplace?

The possession of these skills is also important for the students. For example, teamwork planning develops students' planning skills in which they:

1. Learn to define the purpose and objectives of joint work.
2. Take into account the needs and capabilities of each member of the group.
3. Determine the timing of tasks and set priorities.
4. Distribute work and responsibility between group members.
5. Learn to predict possible problems and solve them.
6. Develop an action plan and a strategy for completing tasks.

The development of business communication in English helps students improve their professional skills and self-confidence in the process of communicating with colleagues, clients and partners. It also helps to improve students' vocabulary, their understanding of specialized terminology, the ability to correctly formulate and express themselves in a foreign language. Students learn to listen and understand colleagues and partners, confidently express their thoughts and ideas in a foreign language, solve professional problems and conflicts. Knowledge of a business foreign language increases the competitiveness of students in the labor market allowing them to participate in international projects.

Conclusion

To sum up, electronic communication is important for a student of a technical university for several reasons:

1. *Communication with teachers and fellow students:* in the modern world, most communication occurs through electronic means of communication, so the ability to effectively use e-mail, instant messengers, forums, etc. supports you in communicating faster and more conveniently with other people.
2. *Information search and processing:* electronic resources have become the main source of information for students, so it is important to be able to search for the necessary information on the Internet, critically analyze it and organize it in the form of presentations, reports, etc.
3. *Team work:* Most projects in technical universities are carried out in a team, and effective electronic communication helps to reduce the time for discussing issues, making decisions and coordinating actions.

4. *Work in the professional field*: after graduation, graduates are faced with the need for electronic communication in the work environment, so the ability to effectively use electronic communications is an important skill for a successful career.

References

1. BADGE – Becoming a Digital Global Engineer, IO3: E-communication skills. – Available at: <https://www.thebadgeproject.eu/> (accessed 07.11.2023).
2. *Cunningham, A.* TESOL Professional Development through Global Conversations Partnerships / *A. Cunningham, T. Golikova* // *Advocacy for Social and Linguistic Justice in TESOL*. – 2022. – Pp. 195-208.

И. А. Мальцев, магистрант

А. Н. Тарасова, кандидат экономических наук, доцент

Кафедра «Иностранные языки и лингвистика»

Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

Использование информационных технологий при обучении иностранным языкам в техническом вузе

Технический вуз требует от своих выпускников знания иностранных языков для успешной профессиональной деятельности. В статье рассматривается использование информационных технологий в обучении и то, как они позволяют повысить качество преподавания иностранных языков и подготовить квалифицированных специалистов для научно-технической сферы.

Ключевые слова: электронная коммуникация; знания; навыки; иностранные языки.

Y. Y. Pavlova, PhD in Economic, Associate Professor, Master's Degree Student
S. P. Firsova, PhD in Pedagogy, Associate Professor
Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola

Cultural mediation as a negotiable competence of the teaching staff of the university

Mediation can be considered as an effective technique in building a dialogue and resolving conflict situations. In the educational environment, due to the increase of foreign students, the procedure of cultural mediation leads to the mandatory introduction of a conflict-free response, the development of skills to resolve conflict situations, negotiate, and maintain neutrality in the exercise of one's power. A mediative approach to the conflict resolution is a necessary negotiable competence of a university teacher within a mediated dialogue.

Keywords: cultural mediation, mediator, mediation dialogue, dialogism, negotiability, effective communication, export of education.

The implementation of the federal project “Export of Education”, which is being implemented from January 2019 to December 31, 2024 in the Russian Federation, proved to be rather inefficient. The results of the research show [1], that “the language barrier, despite the development of partnerships in the international space by the regional universities, is still one of the key problems within foreign students teaching and interaction. As a result, the language barrier does not allow students to fully perceive educational material, master professional terminology, integrate into research projects and student communities. The lack of interest and special training of the teaching staff (PTS) in working with foreign students entails pedagogical and methodological problems in the educational process, among which experts, identify the following:

- conducting lectures and classes without taking into account the specifics of thinking, language competencies and subject training of foreign students;
- lack of tolerance and political correctness towards students from different countries of the world.

The experts consider that the above mentioned problems could be successfully solved through the development and application of methodological and pedagogical course material for working with foreign students, but it is hampered by the flow-group organization of the educational process (the use of different methods in one group is difficult), the lack of teachers motivation or competencies”.

The formation of an open educational management system is possible through a change in communication methods, the emergence of new means of interaction, which leads to the mandatory introduction of a conflict-free response. The lack of skills to resolve conflict situations, negotiate, maintain neutrality in the exercise of their power, exacerbates the relationship between the teaching staff and students, between the students themselves. There is a need to develop an algorithm for the transition to conflict-free interaction. *The communicative competence* of teaching staff and students is “a set of knowledge, skills and abilities, including: features of the communicative process; types of communication and its main characteristics, verbal and non-verbal means of communication; psychological and communicative types of partners, the specifics of interaction with them; forms and methods of business interaction; technologies and methods of influencing people; methods of integration and generation of ideas for constructive communication; the ability to generalize and systematize the context of what is happening, understanding the semantic and evaluative information” [2].

A mediative approach to conflict resolution is a necessary negotiable competence of a university teacher as an ability of peaceful conflict resolution. As a result of intercultural dialogues, a new type of communication is formed - cognitive cognition.

Mediation is based on a dialogue and mutual respect to get the best conflict solution. Mediation is an alternative means of dispute resolution (“alternative Dispute Resolution”). Within mediation the mediator focuses on the process, not on the solution. Mediation leads to the change in the culture of disputes. There are different approaches to understanding the term “mediation” - *a technology, a negotiation process, a form of mediation*.

Some authors propose a competence-oriented hierarchy, dividing mediation into text-forming, conceptual-regulatory, communicative-regulatory mediation [3].

From the point of view of the above mentioned purpose, linguistic, cognitive and cultural mediation can be also distinguished.

Language mediation is measured through textual description by conveying the content of the text. Teachers of specialized disciplines should take into account the specifics of the mentality, the “difficulty of translating” Russian words, idioms into other languages. Otherwise, there are certain difficulties in understanding the course material, the decrease of learning motivation f, which inevitably leads to the low level of cultural and educational adaptation of foreign students.

Cognitive mediation is measured by the conceptual description through facilitating knowledge access/

Cultural mediation is measured by the communication description through social and cultural interaction. *Cultural mediation*, as one of the techniques of conflict resolving, can increase the cultural tolerance of teaching staff and students through the cultivation of the dialogue approach in the form of a dialogism strategy (intercultural communication strategy). Building this strategy is possible through the formation of public communication institutions, building a dialogue within the university management process.

The communication strategies which can be built at the university are the following: *monoculturalism* (cultivation of one culture, subordination of the rest to it), *multiculturalism* (cultivation of many cultures with an emphasis on the equivalence of each) and *dialogism*.

The potential of the cultural mediation is implemented due to the the “preparedness” for conflict situations between the teaching staff and students. This is one of the available ways to increase the transparency of the interaction and implement problem solving strategy in a conflict-free plane.

Forms of cultural mediation in the university differ depending on the participants engaged (Fig. 1).

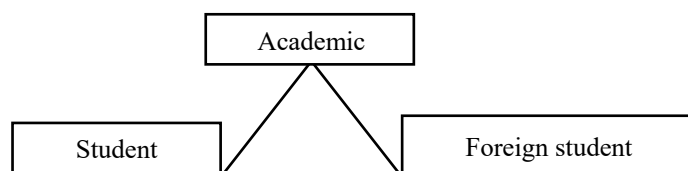


Fig. 1. Participants in the conflict in the university

The mentioned forms are – student-student conflict; foreign student – foreign student conflict; teacher – teacher conflict; teacher – student conflict; teacher – foreign student conflict; student – foreign student conflict.

The interaction between the participants is most often non-medial, i.e. it cannot be considered as a way to achieve the goals of the applicant. The mediation procedure involves the search for legal solutions to the conflict at the university. Mediation is an average technique between negotiations and therapy (according to H. Besemer) [4] (Fig. 2).

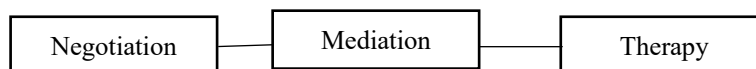


Fig. 2. Mediation according to H. Besemer

During mediation, the emotional sphere and life values that are personally significant for the participants in *the mediative dialogue* are affected.

“Effective communication in a mediative dialogue involves a sequence of four steps:

- voice what is happening;
- voice your feelings;
- voice hidden desires, need” [5].

The goal of mediation at the university is to stimulate the process of sending and receiving messages by communicants, leading to the establishment of interactions and the formation of relationships between partners, while observing and controlling (managing) the state of the entire communicative situation.

“The task of the mediator is to show the aspects of the conflict that it is beneficial for the partner who doesn’t have something in common with their opponent, to help the parties to realize the specific consequences of ignoring interests and the benefits of common interests” [5]. So, the mission of a mediator is to organize the effective communication during negotiations, to establish and observe the rules of all procedures, to form comfortable environment and observe all aspects of interaction.

“When mastering the basics of mediation, mediators need to learn to identify the psychological nature of the factors that led to the conflict ... to know and be able to use various techniques and psychological techniques, to understand the characteristics of the perception of a person by a person, to be able to determine the type of interlocutor, to know the representative systems of a person, to use methods to identify them” [5].

A mediation agreement is equivalent to a writ of execution. According to the principles of the mediation procedure, Article 3 of *the Federal Law of July 27, 2010 N 193-FZ (as amended on July 26, 2019) “On an alternative procedure for resolving disputes with the participation of a mediator (mediation procedure)”* “the mediation procedure is carried out with the mutual expression of the will of the parties on the basis of principles of voluntariness, confidentiality, cooperation and equality of the parties, impartiality and independence of the mediator” [6]. Such principles as: discussion of problems, non- personal characteristics; the constructive nature of the discussion, value preferences, tolerance to other points of view and status-role positions; exclusion of vague and ambiguous formulations; a common understanding of the meanings of the most important terms and characteristics; common understanding and clear formulation of goals, objectives and constraints; free and competent choice of alternatives, criticism of one's own arguments; personal responsibility for making and implementing decisions should be also taken into account [7].

The principles of educational mediation can be reduced to the following postulates, paraphrasing V.V. Gaiduk [8]:

- a scientific and expert society, whose prestige is recognized by the scientific community, should act as a mediator in resolving conflicts in the educational environment;
- mediators should be independent of the will of power groups in education;
- the execution of the decisions of the mediator may not be binding on the parties to the conflict.

Ethical principles are also spelled out in *the European Code of Conduct for Mediation*, adopted in Brussels in 2004.

In 2014, in Russia, *the League of Mediators* adopted a professional mediator standard, which fixes the set of knowledge and competencies required for a professional mediator.

“The super-task of modern education can be defined as the upbringing of a dialogic person who is able to perceive and create the world in harmony with its diversity. A person who cultivates dialogue as a way to solve a wide range of problems is, by definition, a creative person, since the new is always a product of synthesis” [9].

The introduction of *mediative communication and technologies* into the system of higher education allows to strengthen the integration of science, education and practice, develops the ability to conduct a dialogue based on the principles of mediation, interact tactfully with students and

teaching staff, while achieving mutually beneficial results by tactfully interacting with an opponent. As a result, the image and prestige of Russian education in the world community for foreign students is increasing.

References

1. *Tyurina, Yu. A.* Implementation of the priority project “Education Export” in the sociological dimension / Yu. A. Tyurina, E. L. Lutsenko, O. V. Kazaku // Power and management in the East of Russia. – 2022. – Pp. 21-32.
2. *Golub, O. Yu.* Opportunities to Realize the Potential of Mediation // Conflicts in the Modern World: International, State and Interpersonal Dimension. Proceedings of the V International Scientific Conference ; executive editors: Yu. O. Bronnikova, L. V. Myasnikova, T. G. Firsova. – Saratov, 2016. – Pp. 23-27.
3. *Safonova, V. V.* Linguistic and didactic reflections on the mediative education of a teacher-researcher in the system of language training for international partnership and cooperation // Vestnik MSLU. Education and pedagogical sciences. – 2021. – Issue. 1 (838). – Pp. 151-164.
4. *Besemer, H.* Mediation. Mediation in conflicts. – Kaluga : Spiritual knowledge, 2005. – P. 176.
5. *Lazareva, N. P.* Mediation as an alternative way to resolve disputes in the context of modern socio-economic conditions // Methodology of modern psychology. – 2022. – No. 16. – Pp. 198-207.
6. Russian Federation. Laws. On an alternative procedure for resolving disputes With the participation of an intermediary (mediation procedure): Feder. Law [of 07.27.2010 N 193-FZ]. – Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103038/ (07.11.2023).
7. *Ilyin, M. V.* Structure and group dynamics of network communities in the space of virtual political communications / M. V. Ilyin, E. M. Ilyina. // Bulletin of the Grodno State University named after Yanka Kupala. Series 1. History and archeology. Philosophy. Political science. – 2013. – No. 3 (162). – Pp. 145-153.
8. *Gaiduk, V. V.* The role of political mediators in ensuring the national and federal integrity of Russia // Issues of national and federal relations. – 2014. – Issue 4 (27). – Pp. 84-97.
9. *Rakhmanov, T. R.* Intercultural Communication Strategies in a Modern Russian University: Problems and Prospects // Bulletin of Culture and Arts. – 2021. – No. 1 (65). – Pp. 128-135.

Я. Ю. Павлова, кандидат экономических наук, доцент, магистрант
С. П. Фирсова, кандидат педагогических наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

Культурное посредничество как предметная компетенция профессорско-преподавательского состава вуза

Посредничество можно рассматривать как эффективный метод построения диалога и разрешения конфликтных ситуаций. В образовательной среде за счет увеличения количества иностранных студентов процедура культурного посредничества приводит к обязательному внедрению бесконфликтного реагирования, развитию навыков разрешения конфликтных ситуаций, ведения переговоров, сохранения нейтралитета при осуществлении своей власти. Медиативный подход к разрешению конфликта является необходимой договорной компетенцией преподавателя вуза в рамках опосредованного диалога.

Ключевые слова: культурное посредничество; медиатор; посреднический диалог; диалогизм; договорность; эффективная коммуникация; экспорт образования.

A. A. Popova, Student
K. D. Somova, Senior Lecturer
Department of Automated Data Processing and Control Systems
English Department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Benefits of learning a foreign language through songs at technical university

Songs are a powerful tool for language learners, as they combine language with melody and rhythm, making it easier to remember vocabulary and grammar structures. The edition is devoted to the issue of the relevance of using songs as one of the methods of learning foreign languages. The work processes and summarizes general information about the influence of music on a person. In this article, we will explore the benefits of learning languages through songs. The author offers several methods for introducing music into lessons.

Keywords: music, learning, foreign language, communicative approach, motivation.

The necessity for learning foreign languages is considered an integral part of modern life. As for English, nowadays it is one of the main languages of science and technology. Getting information in English helps all people receive up-to-date knowledge of current technological and scientific achievements. In addition to this, knowing English is essential for a future IT specialist as the majority of technical documentation, programming languages, and software tools are written in English. Without a good understanding of English, IT specialists will struggle to keep up with the latest trends and developments in their field. They may also find it difficult to communicate effectively with colleagues and clients who speak English as their first language. In the constant process of learning a foreign language students can face some problems in the lack of motivation. We can note that various methods of learning languages exist in current pedagogical practice. One of the most interesting and engaging ways is learning languages through songs [1].

Numerous researchers showed that music activates almost all areas of the cortex and increases an intellectual level. It also contributes to quicker assimilation of information, improves attention level, memory and analytical abilities, and sharpens hearing and vision. Music affects people's mood and psychological condition; it can relax and motivate people for education [2]. Classification of music functions and its influence on a person is provided below [3]:

1. Biological. Music reduces physical discomfort, pain. It influences physiological processes (circulation, respiration, immunity, etc.).

2. Psychophysiological. It increases physical performance, improves the functions of perception, attention, memory, sensory motor reactions, increases the level of wakefulness, overcoming sleepiness.

3. Psychological. Improving mood, creating positive emotions, reducing anxiety, distracting from unpleasant thoughts, getting rid of boredom, creating a sense of immersion in the "other reality".

4. Value-semantic. Music inspires people to do something, forms worldview, system of values, personality orientation, develops person's moral qualities.

5. Socio-psychological. Improving communication ability, uniting a team of people, improving their relationships, influencing the behavior of large and small groups.

Howard Gardner, American *developmental psychologist*, made a Theory of multiple intelligences [4, 5]. According to this theory one of the intelligences is musical. Musical intelligence is the ability to learn things rhythmically [6]. Advantages of learning foreign languages by music are:

– Extending vocabulary. In songs people can find new words and constructions. Besides, people use words they have already known in different contexts after learning it through songs.

– Pronunciation. People memorize how to pronounce words.
– Idioms. There are many idioms in songs, people can learn them and use it in the right context.

– Auditory perception. In the beginning it is hard to understand foreign language only by listening, but people get used to it by listening to music.

There are different methods of using music in exercises: choosing the correct variant of a missing word, finding new grammar constructions, reading, translating texts, finding grammar mistakes in songs. It is necessary to keep up with modern music, find songs which are popular with students.

As an example, we have chosen some modern songs to show what people can learn from them. Apart from new vocabulary, contractions and phrasal verbs can also be found in Harry Styles's songs: *state of mind*, "used to", *floating up*, *keep on*, *looking for*, *someone's place*, *lift off*, *tie up*, *none of my business*, *cut out*. Sometimes the name of the song is a contraction or it has a special meaning: *Treat people with kindness*, *Fine Line*. The meaning of titles can also be discussed and viewed as a communicative task that involves students in the learning process. Grammar is also studied easily because students remember lines in the song, its context and then they use it in their everyday life or while studying.

Further we provide several exercises on the example of the song "Treat them with kindness".

Exercise 1. Discussion. Quickly look through the lyrics of the song and try to answer the questions.

Questions:

1. What is the main message of the song?
2. How does the author suggest we treat people?
3. What does the author mean by "find a place to feel good"?
4. What is the author's attitude towards life in this song?
5. What does the author mean by "floating up and dreaming, dropping into the deep end"?

Exercise 2. Complete the gaps with the following words:

floating, place, answers, good, treat, keep, deep, giving

Maybe we can

Find a _____(1) to feel good

And we can _____(2) people with kindness

I got a _____(3) feeling

I'm just takin' it all in

_____ (4) up and dreamin'

Droppin' into the _____ (5) end

And if we're here long enough

They'll sing a song for us (ah-ah-ah-ah)

And we'll belong

Maybe we can

Find a place to feel good

Find a place to feel good

_____ (6) second chances

I don't need all the _____ (7)

Feeling good in my skin

I just _____ (8) on dancin'

And if we're here long enough

We'll see it's all for us

Exercise 3. Writing. Pick one of the topics below and write an opinion essay based on the main message of the song.

1. Kindness is often seen as a weakness in today's society. To what extent do you agree or disagree with this opinion?
2. Some people believe that kindness should be taught in schools as a core value. Do you think this is necessary? Why or why not?
3. In some cultures, showing kindness to strangers is considered a moral obligation. Is this a positive or negative development?
4. The media often portrays kindness as a rare and exceptional act. To what extent do you think this is true in real life?
5. With the rise of social media, there has been an increase in online bullying and negativity. How can we promote kindness and positivity in digital spaces?

In the process of learning languages through songs we can mention that songs allow learners to immerse themselves in the language and culture, while enjoying the music at the same time. This makes the learning process more enjoyable, and learners are more likely to stay motivated and engaged. Moreover, songs offer a unique opportunity to improve pronunciation and intonation. When singing along to a song, learners are forced to pay attention to the sounds and rhythms of the language. This helps them to develop a better understanding of how words are pronounced and how sentences are structured. Singing also helps learners to develop a natural rhythm and intonation, which is essential for speaking a language fluently.

In order to present students' attitude to learning English by songs research was made in Kalashnikov Izhevsk state technical university. Results are given in the table 1.

Table 1. Student survey results

Question	Answer variants	Result, %
Do you listen to English songs?	1. Yes 2. No 3. Sometimes	1.93,8 2.0 3.6,3
Is it important for you to understand the meaning of the song?	1. Yes 2. No 3. Sometimes	1.18,8 2.12,5 3.68,8
Do you try to understand the lyrics of the song by hearing them?	1. Yes, it is not hard for me 2. Yes, but I do not always understand words by hearing a song 3. No, it is hard for me	1.12,5 2.75 3.12,5
Do you use translation of the song to understand the meaning?	1. Yes 2. No 3. Sometimes	1.43,8 2.0 3.56,3
Is it necessary to listen to English songs for studying English language?	1. Yes 2. No 3. I do not know	1.93,8 2.0 3.6,3
Do you pay attention to new words and grammar in songs?	1. Yes 2. No 3. Sometimes	1.50 2.25 3.25
Does music affect your emotional state?	1. Yes 2. No 3. Sometimes, it depends on situation	1.62,5 2.0 3.37,5
What kind of exercises would you like to try for studying English?	1. Choosing the correct variant of missing word 2. Song translating 3. Searching for new words and grammar constructions 4. Finding grammar mistakes in songs 5. Choosing the correct answer of the line	1.81,3 2.75 3.56,3 4.18,8 5.37,5

Having analyzed the answers, it can be said that music has big influence on students while their studying. Majority of respondents listen to foreign music, moreover, they think music is useful for learning English language and sometimes students want to know meaning of the song. Third question shows that students wish to understand words but they do not have enough abilities to do it that is why the most popular exercise is choosing the correct variant of a missing word. Half of them notice new words and grammar in songs and answers on last question prove it.

Thus, it can be mentioned that music is a great method to learn foreign language. Students memorize grammar rules better because of the rhythm and influences of music on human's body and mind. The involvement of students in the lesson increases, as they are interested in what they like in their lives, namely in music. Music is not only entertainment content, but also a learning method.

References

1. *Lepshokova, E. A.* Methods of studying the role of music in learning a foreign language / E. A. Lepshokova, S. Y. Karasova. – 2022. – Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-issledovaniya-rolimuzyki-v-izuchenii-inostrannogo-yazyka/viewer> (accessed 07.11.2023).
2. *Drozdova, I. A.* Influence of music on the emotional state of a person / I. A. Drozdova, U. V. Haikina, K. M. Popova. – 2021. – Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-muzyki-na-emotsionalnoe-sostoyanie-cheloveka/viewer> (accessed 07.11.2023).
3. *Levi, M.* Music for life. – Available at: https://www.levi.ru/houses/mus_apteka/max_func_t_music.shtml (accessed 07.11.2023).
4. *Gardner, Howard.* The Components of MI. – Available at: <https://www.multipleintelligencesoasis.org/the-components-of-mi> (accessed 07.11.2023).
5. *Tileuhan, K. K.* Theory of multiple intelligences as an effective method of teaching a foreign language / K. K. Tileuhan, N. O. Otegan // Pedagogical sciences. – 2018. – Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-mnozhestvennogo-intellekta-kak-effektivnyy-metod-obucheniya-inostrannomu-yazyku/viewer> (accessed 07.11.2023).
6. Music for children: is it good or bad? // Fuzz-music. – Available at: https://fuzz-music.com/muzyka-dlja-detej-horosh-jeto-ili-ploho/#Психолог_Говард_Гарднер_о_музыке (accessed 07.11.2023).

А. А. Попова, студент

К. Д. Сомова, старший преподаватель

Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»

Кафедра «Английский язык»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Преимущества изучения иностранного языка через песни в техническом вузе

Песни являются мощным инструментом для изучающих язык, поскольку они сочетают язык с мелодией и ритмом, что облегчает обогащение словарного запаса и изучение грамматических структур. Статья посвящена вопросу актуальности использования песни как одного из методов изучения иностранных языков. В работе обрабатываются и обобщаются общие сведения о влиянии музыки на человека. Предлагается несколько примеров использования музыки на занятиях.

Ключевые слова: музыка; обучение; иностранный язык; коммуникативный подход; мотивация.

A. S. Tarasova, Master's Degree Student
A. N. Tarasova, PhD in Economics, Associate Professor
Department of Foreign Languages and Linguistics
Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola

Different perspectives on digital literacy model

The paper describes and visualizes different perspectives on digital literacy model. It also shows the evolution of the concept. Finally, it proposes that the fundamental literacy skills, namely, technological, media, computer, communication, visual and computer ones are crucial to survive in the 21st century.

Keywords: digital literacy; technological skills; visual skills; learning strategy.

Introduction

Modern education today is increasingly dependent on digital technologies, which determine the requirements for both university graduates and teachers as technology translators. Dependence on digital technologies is increasing daily, therefore, more attention should be paid to the level at which graduates will be able to use digital technologies, how they will interact on the Internet, as well as the skills they will have to carry out the tasks associated with digital transformation [1]. Changes in the labor sector have become inevitable, showing a steady growth in demand for a workforce with a certain set of digital skills necessary for sustainable business development and economic growth. Educational institutions play the role of an intermediary in transferring appropriate digital skills to the future workforce through innovative learning trajectories [2].

The education sector, undergoing various kinds of transformations, has always tried to respond flexibly and in a timely manner to market needs, offering various strategies to improve learning and prepare students to work with innovative technologies. Various educational frameworks and models have been used to visualize the current and future workforce.

The *purpose* of this article is to conceptualize the digital literacy model of a higher education teacher and describe its main components.

Tasks:

1. To consider the well-known frameworks and models of education that are currently used by educational institutions to facilitate learning using technology.
2. To conduct a comparative analysis of the selected frameworks and models, reflect the advantages and disadvantages for further assimilation and transformation into a common conceptual model.
3. To propose a theoretical digital literacy model that educators or relevant stakeholders can use to address digital skills gaps, with a general description of each component of the conceptual model.

Interpretation of the results and their analysis

The ongoing proliferation of digital technologies and services has led to people becoming more and more involved in the digital environment. Those who do not have sufficient digital literacy become inevitably excluded from the digital community, as they cope worse with various areas of their lives and spend significantly more effort on surviving in the “digital jungle”. Researchers such as [3] emphasize the growing use of digital technologies, digital platforms and technology-based services, the need for citizens to have appropriate digital literacy skills to effectively perform the tasks assigned to them. Teaching digital literacy has become a worldwide agenda for policy makers, educational stakeholders and researchers [4]. Internationally, governments and politicians have made digital literacy an asset to the education system. Integrating digital literacy into the cur-

riculum will enable educational institutions to prepare their future graduates/workforce for technology-enabled workplaces [5, 6]. Research shows that the concept of digital literacy has evolved with the invention and growing use of new digital technologies. Thus, educational frameworks and models designed to teach digital literacy should reflect relevant digital literacy skills.

To begin with, considerable effort has been made to describe and conceptualize digital literacy skills, a term first defined by Paul Glistter in 1997 [7]. Recently, digital literacy has been understood as a combination of technical-procedural (for example, working with files and editing visual materials), cognitive (for example, the ability to intuitively decipher or "read" visual messages embedded in graphical user interfaces, work with search engines, evaluate data, sorting out false and biased data, and distinguishing between relevant and irrelevant data), and emotional-social (for example, the ability to communicate safely on the Internet, knowledge of the legal and ethical principles of using digital platforms) skills. Professionals and subject matter experts have developed a comprehensive, coherent and rigid framework that has guided digital literacy education to improve understanding of digital literacy and enable educational institutions and academia to promote digital literacy skills [8]. Numerous digital literacy frameworks have been published in the literature, covering the meaningful skills that 21st century citizens need to exercise successfully in a digitally driven society. Digital literacy skills for digital literacy structures and patterns were chosen by the researchers according to the research context or societal needs or economic needs and preconditions. Table 1 describes most popular digital literacy frameworks designed from 2017 till 2022.

The field of digital literacy has become indefinable with the advent of new digital technologies, tools and new types of literacy. Thus, more clarification and consensus is needed to understand both the functional and critical aspects of its changing nature. Although existing digital literacy frameworks and models provided the basic principles of digital literacy, they did not explain the learning models and learning theories that eventually formed the basis of learning strategies [9]. To fill this gap, different researchers, educators, experts and professionals have developed different educational models and frameworks based on their personal experience, academic background, cultural and social background and curriculum content. Some of these educational models have become popular and have been used by educators to deliver technology-based education. However, studies have shown that the problem of digital skills shortage is still present as educators continue to struggle with attrition and workplace employers are trying to constantly upgrade their digital skills due to the changing nature of working environment. In this article, we look at widely used educational models to identify the digital skills gaps that still exist in schools and the workplace. The Table below describes a critical overview of popular educational models.

Concepts of digital literacy model

Model	Model attributes and specifications
<p>The OECD 2030 learning compass. Adapted from ref. [10]</p>	<p>The learning compass model describes the ability of students to learn independently and responsibly.</p> <p>The components include core knowledge, skills, attitudes and values, transformative competencies and a cycle of expectation, action and reflection that can be used to develop competencies such as financial literacy, global competence and media literacy. The model also outlines the competencies that learners must possess by 2030 and beyond for economic and social well-being. Countries such as Australia, Canada, Finland, New Zealand and Singapore have incorporated components of the OECD Compass of Learning 2030 into their curricula to improve their pedagogy</p>

Model	Model attributes and specifications
The P21 learning framework Adapted from ref. [11]	Partnership for 21st Century Learning (P21) framework is a 21st-century learning model that was developed in collaboration with teachers, education experts, and business leaders to clearly describe, visualize the skills and knowledge that learners need for the 21st century. The framework describes the skills, knowledge and expertise students must master to succeed in work and life; it is a blend of content knowledge, specific skills, expertise and literacies. It advocates for a variety of assessments that promote creativity, critical thinking, communication and collaboration, such as standardized testing and project and problem-based assessments
The E ³ learning model. Adapted from ref. [12]	E3 is an initiative that uses student-centered learning, including projects and games, in the existing CAPS curriculum to better prepare learners for the modern economy. The goal of E3 is to inspire 100% of learners to complete school and 100% of these learners to study further, get a job, or start their own enterprises. Since the establishment of the E3 initiative in January 2018, the E3 team has established various models and processes to guide its activities
TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) Adapted from ref. [13]	Models TPACK and SAMR were developed for teachers to change their attitude towards teaching regarding the integration of technology into teaching practice. Since technological innovations influenced teaching and learning processes and the transfer of knowledge from teachers to students, teachers also had to have competencies and a good understanding of digital concepts and learning theories
SAMR (Substitution, Augmentation, Modification and Redefinition) Adapted from ref. [13]	

Experts and relevant stakeholders have developed 21st century educational frameworks and models to idealize the vision of 21st century digital literate citizens that will contribute to the economic development of the country. Frameworks and models have been developed based on the study of social and intercultural skills, intellectual understanding, interconnectedness, relevant required competencies, experience, learning tools and economic returns. Numerous structures and models have been introduced into the education system around the world, the most famous of which are discussed in this article.

Conclusion

Motivated by the failure to curb and narrow digital literacy gaps, the current study looks at the known model of education that was used in the development of the aforementioned private and public sector efforts and then proposes a validated digital literacy model that can be used by educational institutions or any organization to prepare people for the technology based environment. For educational institutions, the proposed digital literacy model can be integrated with existing and future educational structures and models. At the same time, other organizations may assimilate the proposed digital literacy model to or with existing and future structures they are developing. The proposed digital literacy model may have two main components; (1) a digital literacy framework which includes six different literacy skills needed to survive in the 21st century, and (2) a digital literacy tool, which includes a digital literacy measure scale and program of intervention in digital literacy:

1. Information literacy: using digital technologies to search, locate, analyze and synthesize resources, evaluate the validity of these resources using appropriate citation techniques, respect the

legal and ethical standards associated with the use of these resources, and formulate research questions in an accurate, efficient and effective manner.

2. Computer literacy: understanding how to use computers, digital technologies and their applications for practical use.

3. Media literacy: The ability to use digital technologies to access, analyse, evaluate and communicate information across a variety of digital platforms.

4. Communication literacy: Using digital technologies for effective individual communication and team collaboration using publishing technologies, Internet and Web 2.0 tools and technologies.

5. Visual literacy: the ability to use digital technologies to "read", interpret and understand information presented in graphic or graphical representations, to communicate that information and transform information into visual representations.

6. Technological literacy: the ability to use digital technologies to improve learning, performance and productivity.

Learning in the 21st century is technology-driven and driven by appropriate learning models and tools. As technology advances, teaching methodologies and approaches need to be modified to reflect the skills needed to learn using new technologies. Thus, existing learning structures, models and tools also need to be modified accordingly. While the education sector has become accustomed to using technology-assisted teaching and learning for predominantly face-to-face and blended courses, the outbreak of the Covid-19 pandemic has forced facilitation to move entirely online. Teachers and students were required to acquire appropriate digital skills in order to continue teaching and learning during the pandemic. The demand for advocacy and digital literacy skills has been gaining momentum. A critical analysis of existing models showed that important digital literacy skills were missing, leading to an existing digital skills gap between facilitators and learners. Based on the foregoing, the present study proposes a validated digital literacy model that can be combined with existing and future educational models to minimize the current digital skills gap.

References

1. *Eshet, Y.* Thinking in the digital era: A revised model for digital literacy // Issues in informing science and information technology. – 2012. – Vol. 9. No. 2. – Pp. 267-276.
2. *Reddy, P.* Digital literacy: A review of literature / P. Reddy, B. Sharma, K. Chaudhary. – // International Journal of Technoethics (IJT). – 2020. – Vol. 11. No. 2. – Pp. 65-94.
3. *Law, N.* A global framework of reference on digital literacy skills for indicator 4.4 / N. Law, D. Woo, G. Wong. – 2018. – Vol. 2. No. 51. – P. 146.
4. *Neumann, M. M.* A conceptual framework for emergent digital literacy / M. M. Neumann, G. Finger, D. L. Neumann // Early Childhood Education Journal. – 2017. – Vol. 45. No. 4. – Pp. 471-479.
5. *Eshet, Y.* Digital literacy: A conceptual framework for survival skills in the digital era // Journal of educational multimedia and hypermedia. – 2004. – Vol. 13. No. 1. – Pp. 93-106.
6. *Rambousek, V.* Contents of digital literacy from the perspective of teachers and pupils / V. Rambousek, J. Štípek, P. Vaňková // Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2016. – Vol. 217. – Pp. 354-362.
7. *Jeon, J.* The mediating effects of digital literacy and self-efficacy on the relationship between learning attitudes and Ehealth literacy in nursing students: A cross-sectional study / J. Jeon, S. Kim // Nurse Education Today. – 2022. – Vol. 113. – Pp. 105378.
8. *List, A.* A framework of pre-service teachers' conceptions about digital literacy: Comparing the United States and Sweden / A. List, E. W. Brante, H. L. Klee // Computers & Education. – 2020. – Vol. 148. – P. 103788.
9. *Schlepppegrell, M. J.* E-literacy for the language arts teacher, Len Unsworth, E-literature for children: Enhancing digital literacy learning. – Routledge, Abingdon and New York, 2006. – P. 174. – ISBN 0-415-33330-X
10. *Howells, K.* The future of education and skills: education 2030: the future we want. – 2018.
11. *Lee, S.-S.* Is there an instructional framework for 21st century learning? / S.-S. Lee, & D. Hung // Creative Education. – 2012. – 3 (4). – Pp. 461-470. – Available at: <https://doi.org/10.4236/ce.2012.34071> (accessed 07.11.2023).

12. Keller, J. M. First principles of motivation to learn and e3-learning // Distance education. – 2008. – Т. 29. No. 2. – Pp. 175-185.

13. Reddy, P. A digital literacy model to narrow the digital literacy skills gap / P. Reddy, K. Chaudhary, S. Hussein // Heliyon. – 2023. – Т. 9. No. 4.

А. С. Тарасова, магистрант

А. Н. Тарасова, кандидат экономических наук, доцент

Кафедра «Иностранные языки и лингвистика»

Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

Различные взгляды на модель цифровой грамотности

В статье описываются и визуализируются различные точки зрения на модель цифровой грамотности, отображается эволюция концепции. Предполагается, что фундаментальные навыки грамотности, а именно: технические, медиа, коммуникативные, визуальные и компьютерные, имеют решающее значение для жизни в XXI веке.

Ключевые слова: цифровая грамотность; технологические навыки; визуальные навыки; стратегия обучения.

Научное издание

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБРАЗОВАНИИ.
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции
(Ижевск, 25–26 мая 2023 г.)

Адрес в информационно-телекоммуникационной сети
<http://itnpo.istu.ru/>

Дата размещения на сайте: 13.11.2023

В редакции авторов

Технический редактор *С. В. Логинова*
Корректор *Н. К. Швиндт*
Верстка *С. В. Петуховой*
Подготовка обложки *Б. В. Бусоргина*

Подписано к использованию 10.11.2023. Уч.-изд. л. 34,56. Объем 34,5 МБ. Заказ № 186

Издательство управления информационных ресурсов
Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова
426069, Ижевск, Студенческая, 7