



«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБРАЗОВАНИИ»

Сборник трудов
Всероссийской
научно-технической
конференции
(Ижевск, 23–24 мая 2024 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»**

Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции
(Ижевск, 23–24 мая 2024 г.)



Издательство УИР ИжГТУ
имени М. Т. Калашникова
Ижевск 2024

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., декан факультета «Информационные технологии», 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, проф., зав. кафедрой «Информационная безопасность», 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

Леонов Михаил Витальевич, д-р экон. наук, доц., зав. кафедрой «Программное обеспечение», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Миловзоров Георгий Владимирович, д-р техн. наук, проф., директор Сарапульского политехнического института (филиала ИжГТУ имени М. Т. Калашникова)

Макроусов 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) (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 (Барнаул)

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

Шелковников Евгений Юрьевич, д-р техн. наук, проф., зав. лабораторией, Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН (Ижевск)

Шелковников Юрий Константинович, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр., Удмуртский Федеральный Исследовательский центр УрО РАН (Ижевск)

Ясовеев Васик Хаматович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Электронная инженерия», Уфимский государственный авиационный технический университет (Уфа)

Т. Ю. Мерзлякова, ответственный секретарь

«Информационные технологии в науке, промышленности и образовании» : сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции (Ижевск, 23–24 мая 2024 г.) / отв. ред. К. Ю. Петухов. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2024. – 466 с. – 17,1 МБ (PDF). – Текст: электронный.

ISBN 978-5-7526-1051-6

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

ISBN 978-5-7526-1051-6

© ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2024
© Оформление. Издательство УИР ИжГТУ
имени М. Т. Калашникова, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Е. А. Вахрушева.</i> Кафедре «Вычислительная техника» 65 лет	6
Раздел 1. Интеллектуальные информационные технологии	
<i>А. Т. Akkuzin, I. O. Arkhipov, M. O. Elancev, V. S. Zaharov.</i> Development of a method for segmenting an aerial photograph by texture features to classify special points of the image	27
<i>Д. П. Аляшев.</i> Разработка подсистемы управления интеллектуальной системы визуального контроля	32
<i>А. О. Бизяева, М. О. Еланцев.</i> Обзор моделей обнаружения и классификации объектов на изображении в задаче поиска видео по содержанию	36
<i>М. В. Боднар.</i> Подсистема поиска дефектов с использованием нейронной сети для интеллектуальной системы визуального контроля	41
<i>Е. Д. Бойко, М. М. Горохов.</i> QR-коды в системе инвентаризации и учета предприятия на примере организации нефтегазовой отрасли	46
<i>K. G. Bulatova, M. D. Kaysina, S. V. Vologdin.</i> ECM and ERP – components of a corporate information system	52
<i>А. С. Варламов, О. Л. Макарова.</i> Проблемы распознавания старославянских манускриптов	57
<i>Д. Ю. Варов.</i> Разработка системы для изучения японского языка	62
<i>К. О. Голиков, М. С. Брычкина.</i> Разработка системы подсчёта и отслеживания людей на видеозаписи с использованием нейронной сети	67
<i>Г. В. Гренкин, К. И. Шахгельдян.</i> Учет сочетаний факторов риска в модели прогнозирования внутригоспитальной летальности	72
<i>А. О. Гуркина, Н. А. Иванова, О. В. Кубанских.</i> Технологии преобразования изображений с помощью нейронных сетей	78
<i>D. A. Devyatov.</i> Application of neural networks in the design of mechanisms	84
<i>А. М. Емельянов.</i> Использование метода анализа оптического потока Фарнебака для автоматизации создания датасета паттернов движения и обучения нейронной сети в контексте распознавания движений на видеозаписях, с анализом других методов анализа видеопотока	89
<i>А. Г. Злобина, Е. А. Рублева, И. В. Журбин.</i> Способ корректировки искажений снимков тепловизионной аэрофотосъемки, вызванных температурным дрейфом камеры	93
<i>Т. Г. Злобина.</i> Информационный потенциал отражательной способности земной поверхности в оценке состояния природной среды	97
<i>М. С. Зюляев, М. О. Еланцев.</i> Сравнительный обзор моделей нейронных сетей для распознавания речи в задаче поиска видеоматериалов на основе их содержания	102
<i>Д. В. Ившин.</i> Подсистема обработки изображений для нейронной сети в интеллектуальной системе визуального контроля	106
<i>Т. В. Климанова.</i> Риски применения алгоритмов искусственного интеллекта в сфере государственных закупок	110
<i>А. К. Конычев.</i> Оптимизация асинхронного кода веб-приложений на основе использования событийного цикла браузеров	114
<i>А. А. Красильников.</i> Разработка новостного блога на платформе IOS	122
<i>D. N. Krylova,</i> Analysis of the advantages and limitations of using digital doubles to account for work in progress at the enterprise	128
<i>К. А. Куликов.</i> Проблемы управления зависимостями в программном обеспечении и способы их решения	132
<i>П. М. Кургузкин, Г. А. Благодатский, М. М. Горохов.</i> Структура и возможности информационно-аналитической системы оценки экологического состояния природно-технических систем	136
<i>П. П. Лугачев, Е. В. Шулакова.</i> Методика планирования с применением статистики, влияния факторов, путеводаителя по семантике определений принятия решений в стратегиях	140
<i>П. П. Лугачев, Е. В. Шулакова.</i> Методики планирования и принятия решений на основе мониторинга, статистики, влияния факторов, путеводаителя, их применение в создаваемом и стандартном программном обеспечении	146
<i>А. М. Мазитов, А. Г. Русских.</i> Оптимизация потребления памяти при изменении массива в PHP	150
<i>А. А. Макаров, К. С. Чернышев.</i> Обзор методов искусственного интеллекта для решения задачи классификации	155

<i>Н. С. Малышев, М. Н. Мокроусов.</i> Автоматизированный учет посещаемости занятий студентами и преподавателями с применением QR-кодов	159
<i>А. А. Миронов, М. М. Горохов.</i> Системный подход на основе ERP к комплексной автоматизации учебного процесса в образовательном учреждении высшего образования	165
<i>М. Р. Монасыпов, М. С. Брычкина.</i> Прогноз электропотребления энергии в электросетевом комплексе методами искусственного интеллекта.....	172
<i>I. A. Nazarov, N. K. Perevozchikov, S. V. Vologdin.</i> Using the YOLOv5 neural network for wrist-based identity identification	179
<i>D. A. Nikitin.</i> Classification of scientific articles by CSCSTI using convolutional neural network.....	184
<i>Г. А. Патрушев, О. Л. Макарова.</i> Разработка модуля системы документооборота на основе объектного хранилища для загрузки и скачивания файлов.....	189
<i>К. Ю. Петухов.</i> Некоторая статистика 62-й редакции списка Топ-500 наиболее производительных суперЭВМ мира.....	194
<i>Е. В. Потейчук, А. В. Тарутин.</i> Анализ текущего бизнес-процесса управления рекламными проектами в агентстве инфлюенсер-маркетинга	200
<i>D. V. Surnin.</i> Analysis of decision support systems (DSS) and the perspective of their application for the enterprise economy	204
<i>Г. М. Тулегенов, М. С. Брычкина.</i> Применение методов машинного обучения в медицинской диагностике	209
<i>Д. В. Целищев, М. С. Воробьев, Е. Н. Вахрушева, С. В. Вологдин.</i> Разработка программного прототипа оптимизации выпуска продукции машиностроительного предприятия в условиях неопределенности спроса	213
<i>Д. В. Целищев, А. В. Демышев, С. В. Вологдин.</i> Разработка программного модуля управления производственным планом выпуска продукции предприятия.....	221
<i>А. О. Чураков, М. В. Леонов.</i> Влияние на изменение организационной структуры и бизнес-процессов ИТ-подразделения при использовании подхода Cloud Native для разработки программного обеспечения	228
<i>Я. А. Шадрина.</i> Объяснимый искусственный интеллект в сфере медицины	234
<i>А. С. Шмыков.</i> Фондовый рынок как объект имитационного моделирования.....	239
Раздел 2. Информационно-измерительные и управляющие системы	
<i>В. В. Антоньян, А. Ю. Вдовин.</i> Разработка подсистемы получения метеорологических данных для стрелковой баллистической измерительной установки в закрытом тире	244
<i>И. А. Арасланов, В. А. Сидорина.</i> Возможность использования нейронной сети для обработки последовательности точек полигональной модели	249
<i>А. Ю. Шаимов, К. В. Черных, А. К. Черных, М. И. Владыкин, А. С. Коротков, А. С. Малькин.</i> Разработка плат с использованием репрограммируемых ПЛИС.....	258
<i>А. Ю. Шаимов, К. В. Черных, А. К. Черных, М. И. Владыкин, А. С. Коротков, А. С. Малькин.</i> Разработка программ с использованием технологии ПЛИС.....	266
<i>E. M. Ivshin, A. V. Korobeynikov.</i> Comparative review of the RSocket and STOMP protocols in information-measuring and control systems	273
<i>Д. Р. Касимов, И. С. Пономарёв, Р. Г. Соскин, К. М. Постников.</i> Реверс-инжиниринг программных систем, основанный на пользовательском опыте и графическом интерфейсе	279
<i>И. В. Князев, П. А. Ушаков.</i> Элементы с комплексным фрактальным импедансом на основе резистивно-емкостной среды со структурой слоев C-R-NC.....	286
<i>Н. И. Бушуев, А. А. Козлова, Г. А. Мкртчян, Д. Д. Насыров, П. С. Королев.</i> Обзор современных методов оценки надежности электронных модулей при проектировании	291
<i>Г. С. Пестерев, Е. М. Зайцева, М. З. Ахметзянов, Е. В. Коротаева.</i> Разработка и апробация прибора для контроля количества отжиманий с учетом требований центров тестирования комплекса ГТО.....	299
<i>E. A. Podshivalova, R. A. Timirshin, A. Yu. Vdovin.</i> Shot cloud parameter estimation systems	307
<i>Д. Р. о. Угузов, В. А. Сидорина.</i> Использование искусственного интеллекта на промышленных предприятиях.....	311
<i>С. В. Умбетов, С. П. Пронин.</i> Анализ контрастной зависимости цветовых компонентов отраженного света от корродированной поверхности металлического трубопровода	314

Раздел 3. Информационная безопасность

Б. В. Апаков, А. Л. Харитонов. Организация защищенного сетевого взаимодействия для безопасного обмена данными.....	318
М. Н. Ахметов, С. Ж. Козлова. Типовые объекты информационной безопасности в учреждениях дополнительного образования.....	326
А. П. Ашихмин, А. К. Галиуллин, В. С. Кривоногов, Д. В. Ардашев. Комплексное применение систем виртуализации, виртуальных частных сетей, межсетевых экранов и анализаторов трафика для обеспечения безопасности информационных систем.....	331
П. Д. Баженов, Е. Н. Вахрушева. К вопросу о выборе средств защиты информации от несанкционированного доступа.....	343
Р. Р. Гафуров, Е. Ф. Стукалина. Обеспечение защиты информации в условиях проведения импортозамещения.....	346
А. Л. Железкова, Е. Ф. Стукалина. Защита критической информационной инфраструктуры. Основные положения.....	354
В. В. Зеленин, П. А. Кудашев. Сбор и анализ: эффективная практика управления логами на основе программного обеспечения стека ELK.....	365
А. А. Каринцев, Д. В. Ардашев. Метод обнаружения сетевой стеганографии на основе вычисления информационной энтропии.....	370
И. А. Касаткин. Обзор системы безопасности стандарта промышленной связи Open Platform Communications Unified Architecture.....	375
А. А. Кассирова, Р. Р. Шарипов. Исследование уязвимостей протокола аутентификации SHAP.....	381
С. П. Макаров, Р. Р. Шарипов. Разработка программной реализации блочного алгоритма шифрования KASUMI.....	384
В. О. Никитина. Информационная война и кибервойна в современном мире.....	389
Е. М. Петькун. Тенденции развития SIEM-систем для критической инфраструктуры Российской Федерации.....	393
М. А. Серебряков, Р. Р. Шарипов. Методы утечки конфиденциальной информации по электрическим каналам.....	398
М. Д. Старкова, Е. Ф. Стукалина. Организация и подготовка к аттестации объекта информатизации с точки зрения жизненного цикла системы защиты информации.....	403
О. С. Сумзина. Информационная безопасность в сфере спорта и развлечений.....	410

Раздел 4. Цифровые образовательные технологии

А. Л. Белова. Особенности дидактической организации занятия по иностранному языку в вузе с применением искусственного интеллекта.....	416
В. Н. Борог, С. А. Зырянова. Формирование информационной среды в музыкальных школах Российской Федерации.....	420
Д. А. Волкова, Е. В. Волменских, Т. Ю. Ретина. Применение электронного курса «Иностранный язык» на платформе Moodle для студентов заочной и очно-заочной форм обучения.....	424
А. С. Гуреева, Е. И. Архипова. Применение технологических решений искусственного интеллекта в обучении иностранному языку в неязыковом вузе.....	431
В. В. Девочки. Применение и создание тестов с помощью сервиса 4Exam.....	435
М. Е. Дмитриев. Опыт формирования цифровой компетентности преподавателей вузов в комбинированном формате профессионального повышения квалификации.....	440
И. Д. Камкин, П. В. Стебнев, И. А. Седых. Использование Manim при изучении математических и технических дисциплин.....	444
Р. М. Kasimov, Yu. A. Shikhov. Digital educational technologies based on the project method and professionally oriented physics assignments for students of technical specialties.....	448
А. А. Popova, K. D. Somova. Language applications as one of the tools to learn a foreign language at technical university.....	453
А. Е. Серезкина. Цифровые компетенции инженерных кадров.....	458
К. А. Тимаков. Применение элементов геймификации в образовательном процессе инженерных специальностей.....	462

Кафедре «Вычислительная техника» 65 лет

В статье рассказывается об истории организации кафедры и преподавателях, работавших на кафедре в прошлые годы.

Кафедре «Вычислительная техника» в текущем году исполняется 65 лет со дня образования в далеком 1959 г. Первым заведующим кафедрой был Георгий Александрович Тихонов. Кафедра несколько раз меняла свое название: «Счетно-решающие устройства», «Счетно-решающие приборы и устройства», «Проектирование счетно-решающих устройств», «Математические приборы и устройства» и, наконец, «Вычислительная техника». На протяжении почти 25 лет со дня основания и до 1984 г. Г. А. Тихонов был бессменным ее заведующим. Под его руководством начал формироваться коллектив кафедры.

Георгий Александрович Тихонов родился 22 августа 1917 г. по старому стилю в семье крестьянина в с. Гагино Горьковской области. В 1924 г. семья переехала в город Сергач. После техникума в 1937 г. Александр поступил в Ленинградский политехнический институт, где учился до 21 июня 1941 г.

С первого дня войны Георгий Александрович был мобилизован на строительство Карельского укрепрайона (КаУР). 26 августа 1941 г. добровольцем вступил в ряды Красной Армии. Служил в 63-м особом отдельном пулеметно-артиллерийском батальоне в Лемболово Ленинградской области. КаУР начал создаваться еще в 1928 г., оборонял Ленинград по Карельскому перешейку от Финского залива до Ладожского озера и входил в «Линию Сталина» – грандиозное фортификационное сооружение, протянувшееся вдоль западной границы СССР.

Карельский укрепрайон – единственный из всех западных укрепрайонов, который действительно остановил вражеское наступление. В сентябре 1941 г. части 23-й армии не пропустили финнов как раз в то время, когда там служил Георгий Александрович. КаУР держал оборону вплоть до наступления наших войск в 1944 г. После войны был сооружен мемориальный комплекс «Лемболовская твердыня».

21 декабря 1941 г. Георгия Александровича демобилизовали для продолжения учебы. За 4 года обучения он успел окончить теоретический курс, и ему была присвоена квалификация инженера без защиты дипломного проекта. Получил направление в Казань на авиационный завод, выпускавший боевые самолеты. Ехать пришлось Дорогой жизни по льду Ладожского озера и в объезд фронта поездом, где он заболел сыпным тифом. На лечение поспешил в Сергач, отца уже не застал в живых, а мать умерла в том же году. С июля 1942 г. начал работать на заводе контрольным мастером. В феврале 1943 г. одновременно занялся подготовкой дипломного проекта в Казанском авиационном институте (КАИ). После защиты продолжил работу инженером по эксплуатации и ремонту авиационных моторов на заводе.

С декабря 1945 г. находился в аспирантуре при кафедре тепловых двигателей КАИ. Затем работал ассистентом этой же кафедры, с 1949 по 1954 г. – старшим преподавателем и заместителем декана, избирался секретарем партийного бюро института. В 1954 г. Георгий Александрович защитил кандидатскую диссертацию, и ему предложили работать на кафедре авиационных приборов.

В 50-х гг. прошлого века возникла проблема обеспечения инженерными кадрами в области приборостроения новых заводов в Ижевске – электромеханического и радиозавода, а также в Сарапуле. В это же время министерством вооружения СССР было принято решение о профилировании Ижевского мотозавода в области приборостроения, возникла проблема обес-

печения предприятия инженерными кадрами. Директор завода, генерал-майор технической службы В. И. Фомин, а затем главный инженер Н. А. Богданов просили и даже требовали открыть в Ижевском механическом институте приборостроительный факультет и необходимые для его функционирования кафедры. Завод занимался изделиями, в основе которых лежали вычислительные операции. Затем стало формироваться производство средств телеметрии, без которой невозможно создание ракетной и космической техники, где множество процессов связано с обработкой и преобразованием цифровой информации.

Начало специальности приборостроения в ИМИ следует отнести к 1957 г. Тогда набрали студентов-старшекурсников с других факультетов, им начали преподавать М. В. Козлова, В. М. Третьяков и А. И. Жаравин, которые числились в штате кафедры электротехники. Для организации новой кафедры и был объявлен конкурс на вакантную должность заведующего, который выиграл Георгий Александрович Тихонов. С 10 января 1959 г. он приступил к работе в должности и. о. доцента. 30 января 1959 г. приказом Главного управления технических и машиностроительных вузов Министерства высшего образования СССР утвержден зав. кафедрой счетно-решающих приборов ИМИ.

Георгий Александрович вспоминал, что перед ним тогда директор института В.П.Остроумов поставил две задачи: подобрать преподавательские кадры и оснастить лаборатории.

Решение второй задачи оказалось проще. Руководители местных предприятий пошли навстречу. Оборудование передавали безвозмездно, причем не устаревшее, а практически новое, только что прошедшее испытания. С мотозавода привезли грузовик измерительной техники: амперметры, вольтметры, омметры, осциллографы, блоки питания и пр. Приборы были в рабочем состоянии, но по некоторым точностным параметрам не подошли. Из МВТУ им. Баумана поступили старые механические машины ПУАЗО (прибор управления зенитным артиллерийским огнем). Но Н. А. Богданов, по словам В. М. Третьякова, заявил, что «на старье специалистов не подготовишь!» и передал нам опытный образец ПУАЗО-5, новейшего, стоящего на вооружении прибора. Георгий Александрович всегда добрым словом вспоминал директоров ижевских заводов Н. А. Богданова, А. В. Воскресенского, В. А. Шутова и др. По его просьбе из КАИ прислали целую лабораторию из датчиков и приборов летательных аппаратов.

Организационно кафедра оформилась в 1959 г. Подготовка велась по двум специальностям: 0608 «Счетно-решающие приборы и устройства» и 0705 «Проектирование и производство радиоаппаратуры». Все отмечают огромную роль Георгия Александровича в становлении факультета и кафедры. С его появлением быстрее пошли все организационные процессы. В итоге в 1961 г. при его активном участии был создан приборостроительный факультет путем объединения кафедр счетно-решающих устройств, электротехники и физики. Он умел принимать правильные решения и очень дальновидно выстраивать кадровую политику. Профессор В. Б. Гитлин, впоследствии сам заведующий кафедрой, считает Георгия Александровича самым мудрым заведующим.

На кафедре вначале было много совместителей с мотозавода, специалистов, многие из них остались в Ижевске после эвакуации или прибыли по распределению из столичных вузов. Но работа внештатных преподавателей была ненадежной, нужно было создавать штатный преподавательский коллектив. Поэтому в 1961 г. открыли аспирантуру, первым и долгое время единственным руководителем которой был Георгий Александрович. Специфика промышленности Уральского региона и Удмуртии не была связана с разработкой вычислительных машин, а требовалось автоматизировать производство на предприятиях машиностроения и приборостроения. Поэтому научное направление кафедры Георгий Александрович сформулировал так: «Применение средств автоматики и вычислительной техники для управления производственными процессами». Всего он подготовил 34 кандидата наук, некоторые стали докторами наук и профессорами: Ю. В. Веркиенко, В. Б. Гитлин, В. Д. Плыкин, П. Г. Кузнецов, В. Н. Кучуганов, А. М. Сметанин, Г. В. Ломаев, Н. И. Калядин, В. М. Третьяков, С. В. Моченов, В. С. Казаков, В. А. Алексеев, С. В. Леньков.

Подготовка аспирантов осложнялась отсутствием совета по присуждению ученых степеней. Приходилось защищаться в вузах Москвы, Ленинграда, Казани, Уфы, Свердловска, Новосибирска и др. городов. Связь с этими институтами помогла квалифицированно поставить учебный процесс. Родственные кафедры делились методическими пособиями и учебниками. Большую помощь оказали МВТУ, ЛИТМО, ЛЭТИ, МЭИ и др. Преобладающее большинство разработок кафедры заканчивалось не просто публикацией результатов исследований, а внедрялось в производство.

Тематика научных исследований аспирантов была очень разнообразной. Первая крупная работа была с Машзаводом по оперативному управлению главным сборочным конвейером мотоциклетного производства в 1961–1962 гг. Тогда впервые была организована передача информации от ЭВМ из института на завод и обратно. Аналогичное устройство было внедрено на заводе им. Дегтярева в Коврове. Аспирант Г. М. Ревяко занимался управлением прокатными станами. Перспективными оказались работы В. Б. Гитлина и П. Г. Кузнецова по вводу и идентификации речевых сигналов в ЭВМ. В. Д. Плыкин автоматизировал проектирование техпроцессов, а В. Плехов применил ЭВМ для управления Воткинской ГЭС. В. М. Златкис, С. В. Моченов, В. Н. Кучуганов и Р. М. Гафаров занимались распознаванием разнообразных зрительных образов. Продуктивно работала группа аспирантов по неразрушающему контролю в составе Г. В. Ломаева, Ю. М. Мерзлякова, В. К. Барсукова, С. В. Ленькова, А. А. Штина, В. С. Малышева, приоритет которой защищен десятками авторских свидетельств.

В 60-х гг. В. С. Казаков, В. А. Леменков, Ю. В. Веркиенко начали работы по автоматизации динамических испытаний стрелково-пушечного вооружения. Исследования по этой тематике проводились со многими организациями страны и положили начало целому научному направлению, которое впоследствии возглавил Ю. В. Веркиенко.

В 1965 г. при кафедре организуется студенческий научно-исследовательский институт под руководством Н. И. Калядина, который впоследствии вырос в самостоятельный отдел технической кибернетики со штатом свыше 100 сотрудников и стал инициатором открытия кафедры «Прикладная математика». Создавались научные подразделения и совместно с предприятиями.

Георгий Александрович ввел традицию проводить ежегодные конференции преподавателей и аспирантов, по материалам которых издавались сборники статей. Первый сборник 1966 г. назывался «Автоматические устройства учета и контроля». В юбилейном 2019 г. кафедра организовала всероссийскую научно-техническую конференцию «Информационные технологии в науке, промышленности и образовании», издав сборник статей (РИНЦ, ISBN) объемом 447 страниц.

Кафедра стояла у истоков создания институтского вычислительного центра (ВЦ) с первой универсальной электронно-ламповой ЭВМ «Минск-1», первой в городе с заводским номером 5. На ней учились 10 поколений студентов. Георгий Александрович в 1971 г. поехал в Москву «выбивать» новую ЭВМ. Прибыв в МВ и ССО РСФСР, он схитрил, представившись братом Николая Александровича Тихонова, впоследствии Председателя Совета Министров СССР. Как бы то ни было, но институт получил машину «Минск 32» раньше ижевских оборонных заводов. Впоследствии ВЦ имел «Мир», «Днепр», «Проминь», ЕС-1030, ПС2000, ЕС-1036, ЕС-1022 и стал самым крупным подразделением вуза. Эта тяжелая техника всегда располагалась на 1-м этаже. Первый дисплейный класс появился в ВЦ на базе ЕС ЭВМ. Потом на кафедре были дисплейные классы на базе СМ-4 с 10 терминалами «Символ» и малой ЭВМ МЕРА с программно-аппаратным комплексом ИЗОТ-1080С и графической станцией для проектирования печатных плат. Первый компьютерный класс из 10 машин СМ-1634 заработал в 1983 г., затем класс из отечественных персональных ЭВМ ЕС-1841. Класс из 8 компьютеров с процессорами i80286 был введен в 1993 г. Использовались и настольные ЭВМ ДЗ-28.

В 1969 г. от кафедры для экономического факультета отделилась кафедра механизированной обработки экономической информации, на которую перешли доцент С. В. Почерняев и старший преподаватель Ю. А. Каюров.

Георгий Александрович подготовил и прочитал ряд курсов лекций: «Теория автоматического управления», «Основы информационной техники», «Прикладная теория информации», «Периферийные устройства ЭВМ», «Импульсная техника». Лекции его отличались научной глубиной и доходчивостью. К организации лекций он привлекал ассистента, который рисовал на доске электрические схемы, пока излагался предыдущий материал, как было принято еще в дореволюционных университетах. Преподавателям рекомендовал ставить оценку всегда в пользу студента. Георгий Александрович опубликовал более 90 печатных трудов, в том числе популярную книгу «Как решаются задачи на электронных вычислительных машинах».

В 1976 г. Георгию Александровичу Тихонову было присвоено звание профессора по кафедре «Вычислительная техника». Он удостоен звания «Заслуженный деятель науки и техники УАССР», награжден нагрудным знаком «За отличные успехи в работе» МВ и ССО СССР, орденом Отечественной войны II степени, медалями «За оборону Ленинграда», «За Победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–45 гг.», «За трудовую доблесть» и рядом юбилейных медалей и почетных грамот.

Георгий Александрович имел огромный организаторский талант, вложил много труда и создал прекрасный творческий коллектив. На момент 50-летнего юбилея кафедры на ней трудились 6 профессоров и докторов наук, 14 доцентов и кандидатов наук. Всего на кафедре подготовлено более 65 кандидатов и докторов наук. Самое главное достижение кафедры – ее выпускники, ставшие высококвалифицированными специалистами, крупными руководителями на производстве и в бизнесе.

Продолжением дела Г. А. Тихонова можно считать организацию института «Информатика и вычислительная техника» из пяти кафедр (сейчас факультет «Информационные технологии»), где работают его бывшие аспиранты и их ученики. Профессорско-преподавательский состав факультета старается обеспечить высокий уровень подготовки будущих специалистов в области вычислительных машин, комплексов, систем, сетей и программирования.

Ниже приведены сведения о преподавателях, ранее работавших на кафедре «Вычислительная техника».

Александров Федор Михайлович родился 21 октября 1953 г. в г. Соликамске Пермской области. В 1973 г. окончил Краснодарский техникум электронного приборостроения. С 1973 по 1975 г. служил в Советской армии. Работал монтажником радиоаппаратуры на Псковском заводе радиодеталей, слесарем-электромехаником на ижевском заводе «Буммаш», инженером-конструктором в ПО «Ижевский мотозавод». В 1982 г. с отличием окончил Ижевский механический институт, поступил работать в НИОТК на должность начальника машины (комплекс ИВК-8), затем стал заведующим сектором НИОТК. Занимался автоматизацией картографических работ в рамках НИОКР «Геомат». С 1 февраля 2000 г. преподаватель военной кафедры. С 1 сентября 2000 г. Ф. М. Александров принят старшим преподавателем кафедры «Вычислительная техника» для преподавания дисциплин: «Техническая диагностика средств вычислительной техники» и «Базы данных». Имел свыше 20 публикаций. С 01.02.2004 г. – руководитель сектора центра телекоммуникаций и технологий Интернет на кафедре «ВТ». В ноябре 2007 г. стал руководителем сектора электронного документообеспечения отдела автоматизированных систем управления информационно-вычислительного центра управления «Институт информатики ИжГТУ».

Алексеев Владимир Александрович родился 17 мая 1947 г. в г. Хабаровске. С 1965 по 1970 г. учился в Ижевском механическом институте по специальности «Конструирование и производство радиоаппаратуры», получил диплом с отличием и квалификацию радиоинженера. Кандидатскую диссертацию защитил в Уральском политехническом институте имени С. М. Кирова 13.10.1980 г., докторскую – 27.01.1995 г. Звание профессора получил 08.07.1999 г. по научной специальности «Применение вычислительной техники, математического моделирования, математических методов в научных исследованиях».

На кафедре «Вычислительная техника» Владимир Александрович работал в 1981 г. ассистентом, с 01.09.1987 г. по 31.07.1988 г. старшим преподавателем, с 01.09.1988 г. по

14.05.2000 г. – профессором. Вел дисциплины «Основы алгоритмизации и программирования» и «Моделирование». Награжден почетной грамотой администрации Октябрьского района г. Ижевска, почетным званием «Заслуженный деятель науки УР», нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования РФ», медалью МЧС России «XV лет МЧС РОССИИ», знаком отличия «За заслуги в уничтожении химического оружия I степени», памятным знаком «Генерал-полковник Пикалов», Почетной грамотой Госсовета УР, нагрудным знаком МЧС России «Участнику ликвидации последствий ЧС», медалью МЧС России «75 лет Гражданской обороне», медалью ордена «За заслуги перед Отечеством II степени», почетным знаком «За выдающиеся заслуги и личный вклад в области химического разоружения», благодарностью Главы Удмуртской Республики, медалью «Ветеран химического разоружения», благодарностью Министерства науки и высшего образования РФ, благодарственным письмом ректора.

Архипов Игорь Олегович родился 5 ноября 1974 г. в г. Глазове Удмуртской АССР. В 1997 г. окончил Ижевский государственный технический университет по специальности «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» и получил квалификацию инженера. Кандидатскую диссертацию защитил 09.06.2000 г. Звание доцента присвоено 18.04.2007 г. На кафедре «Вычислительная техника» работал с 01.09.1998 г. по 31.08.2000 г. старшим преподавателем, с 01.09.2000 г. по 31.08.2008 г. – доцентом. Преподавал дисциплины: «Теория цифровой обработки сигналов», «Схемотехника ЭВМ», «Основы комплексной автоматизации проектирования и производства средств вычислительной техники» и «Программирование на языке Си». В настоящее время является деканом факультета «Информационные технологии».

Игорь Олегович всего имеет 66 публикаций, из них 18 из перечня ВАК, 2 патента на изобретения и 9 зарегистрированных программ для ЭВМ. Награжден Почетной грамотой Министерства образования и науки УР, Почетной грамотой Министерства образования и науки РФ, Почетной грамотой Госсовета УР. В 2020 г. избран Человеком года ИжГТУ в номинации «Эффективный менеджмент в области образования и науки».

Афанасьев Александр Николаевич родился 24 ноября 1957 г. в г. Альметьевске ТАССР. В 1975 г. поступил в Ижевский механический институт на приборостроительный факультет, в 1980 г. окончил его по специальности «Электронные вычислительные машины» и получил квалификацию инженера-системотехника. Начал работать на ПО «Ижевский механический завод» в цехе № 139. Решением совета в Ижевском механическом институте от 16 апреля 1993 г. Александру Николаевичу присуждена степень кандидата технических наук. С 1.02.2002 г. принят по совместительству на 0,5 ставки старшего преподавателя кафедры «ВТ», а с 1.09.2002 г. принят по совместительству на 0,5 ставки доцента кафедры «ВТ», 27.02.2003 г. прошел конкурсный отбор на замещение вакантной должности доцента кафедры «ВТ».

Александр Николаевич читал лекции, проводил практические занятия, руководил курсовым проектированием по дисциплинам: «Теория автоматов», «Микропроцессорные системы», «Специализированные ЭВМ», «Моделирование». Проводил научно-исследовательские работы по созданию информационно-измерительных систем на базе наукоемких технологий в области систем технического зрения, являлся научным руководителем лаборатории систем технического зрения на Механическом заводе. Реализовывал связь кафедры с заводом. В списке научных трудов имеет статьи, патенты на изобретения и методические указания к лабораторным работам.

Афанасьева Наталья Юрьевна родилась 22 декабря 1960 г. в городе Ижевске. С 1978 по 1983 г. училась в Ижевском механическом институте по специальности «Электронные вычислительные машины», после окончания получила квалификацию инженера-системотехника. 11.07.2003 г. защитила кандидатскую диссертацию в диссертационном совете ИжГТУ. 18.07.2007 г. ей присвоено звание доцента кафедры «Вычислительная техника». На кафедре работала ассистентом с 01.02.1996 г. по 30.06.1996 г. С 01.09.2005 г. по 30.11.2008 г. в должности доцента преподавала «Основы автоматического управления»

и «Моделирование». С 01.01.2009 г. по 30.12.2009 г. работала профессором. В 2010 г. Н. Ю. Афанасьева опубликовала в Москве учебное пособие «Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента» объемом 336 с. Затем по 28.02.2017 г. была инженером-программистом. Наталья Юрьевна награждена почетной грамотой Главы муниципального образования «город Ижевск».

Веркиенко Александр Юрьевич родился 26 мая 1965 г. Учился в Ленинградском механическом институте, получил квалификацию инженера-механика. С 1988 по 1997 г. работал в ОКБ «Восход» при ИМИ инженером, в «Иж-Кредобанке» экономистом, по совместительству сначала ассистентом, затем старшим преподавателем кафедры «Радиотехника». Вел «Теорию автоматического управления». Кандидатскую диссертацию защитил в Институте прикладной механики УрО РАН. В 2000 г. избран на должность доцента кафедры «Сети связи и телекоммуникационные системы». На кафедре «Вычислительная техника» занимался оптико-электронным тренажером и оптимизацией параметров дискретных датчиков стрелковых тренажеров.

Веркиенко Юрий Всеволодович родился в с. Асино Томской области в 1936 г. С отличием окончил приборостроительный факультет Казанского авиационного института по специальности «электромеханик». В 1960 г. приехал по распределению на Ижевский мотозавод начальником техбюро цеха. Поступил на кафедру счетно-решающих приборов и устройств ассистентом. Учился в аспирантуре у Г. А. Тихонова. Степень кандидата технических наук присвоена в 1967 г. С 1970 г. доцент по кафедре «Проектирование математических приборов и устройств». 15 января 1982 г. избран и.о. заведующего кафедрой в связи с болезнью профессора Г. А. Тихонова.

В 1982 г. Ю. В. Веркиенко защитил докторскую диссертацию. 3.10.1983 г. избран заведующим кафедрой «ВТ». Непосредственно при научном руководстве профессора Ю. В. Веркиенко подготовлено 12 кандидатов и 2 доктора технических наук. Его научный и педагогический стаж подтверждается членством в трех докторских и одном кандидатском диссертационных советах (в одном из них зам. председателя, один совет при Институте прикладной механики УрО РАН) и членством в аттестационной комиссии университета. Он академик Академии информатизации и член-корреспондент Метрологической академии.

Ю. В. Веркиенко является крупным ученым в области информационно-измерительных систем для внешнебаллистических испытаний и приведения оружия к нормальному бою. Информационно-измерительные системы на основе световых и акустических мишеней, созданных под его научным руководством, эксплуатируются на полигонах и предприятиях-изготовителях Удмуртии и РФ, в частности в Туле, Коврове, Вятских Полянах, Приозерске, Ржевке (Санкт-Петербурге) и др. Разработанный стрелковый тренажер коллективного боя выдержал Государственные испытания, и на ОАО «Ижмаш» была запущена первая промышленная партия.

Результаты научных исследований Ю.В. Веркиенко опубликованы в 210 работах (не считая отчетов по закрытым НИР), в том числе в 32 авторских свидетельствах, 32 отчетах по НИР (депонированных в ВИНТИ), 12 статьях в отраслевых журналах. Кроме того, Юрий Всеволодович опубликовал учебное пособие «Теория вероятностей и математическая статистика» объемом 248 с. и монографию «Оптико-электронные стрелковые тренажеры. Теория и практика» (260 с.). Под общей редакцией профессора Ю. В. Веркиенко издано учебное пособие «Теория автоматического управления» в 2 частях общим объемом 580 страниц. Для связи с промышленностью и академической наукой им организовано тематическое КБ-24 совместно с ОАО «Ижмаш» и вузовско-академический отдел методов испытаний тепловых машин с Институтом прикладной механики УрО РАН, научным руководителем которых он являлся.

Научная, практическая и педагогическая деятельность Ю. В. Веркиенко отмечена премией имени С. И. Мосина, знаком «Изобретатель СССР», почетным званием «Заслуженный деятель науки Удмуртской Республики», почетным званием «Заслуженный деятель науки Российской Федерации». Он почетный ветеран университета и почетный профессор, на-

гражден медалью «Ветеран труда», знаком «Победитель социалистического соревнования 1980 г.», нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации».

Габитова Гульнара Наильевна родилась 15 сентября 1961 г. в г. Казани ТАССР. В 1983 г. окончила ИМИ с отличием по специальности «Электронные вычислительные машины» и получила квалификацию инженера-системотехника. По распределению попала в физико-технический институт. Работала в отделе электромагнетизма.

На кафедру «ВТ» пришла в ноябре 1989 г. на должность ассистента. Освоила работу в трех дисплейных классах на ЕС-1035, на СМ-3 и на ЕС-1841. Проводила лабораторные работы и практические занятия по системному программированию на языках паскаль и ассемблер ЕС ЭВМ. Умела заинтересовать аудиторию излагаемым материалом и поддерживать контакт со студентами. В июне 2010 г. избрана на должность старшего преподавателя кафедры «ВТ».

Гафаров Ренат Мидгатович родился 26 сентября 1950 г. в д. Карманово Янаульского района БашАССР. Окончил ИМИ в 1972 г. по специальности «Электронные вычислительные машины». В том же году начал работать инженером-электриком вычислительного центра, затем начальником смены на машине «Минск-32» института. С 1976 г. – ассистент кафедры «Вычислительная техника». В 1979 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию, с 1980 г. – старший преподаватель, с 1982 г. – и. о. доцента. Доцентом кафедры избирался неоднократно с 1984 по 2007 г. Под его научным руководством успешно защищены 2 кандидатские диссертации и получено 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Читал дисциплины: «Основы алгоритмизации и программирования», «Программирование на языках высокого уровня», «Технология программирования», «Математические и логические основы вычислительной техники», «Разработка и анализ сложных алгоритмов». Занимался довузовской подготовкой школьников. Являлся руководителем аспирантуры и членом экспертного совета по защите кандидатских диссертаций, а также членом экспертной комиссии университета по публикации материалов в печати. Постоянно участвовал в выполнении хоздоговорных НИР в качестве ответственного исполнителя. Разработанные с его участием системы технического зрения внедрены на ряде предприятий и организаций Ижевска. Имеет более 100 научных трудов, в том числе 7 авторских свидетельств на изобретения.

Р. М. Гафаров – заслуженный работник народного образования Удмуртской Республики и почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации. Общий педагогический стаж 31 год, стаж работы в ИжГТУ – 37 лет.

Еланцев Олег Эдуардович в 1982 г. поступил в Ижевский механический институт, в 1987 г. окончил Устиновский механический институт по специальности «Электронные вычислительные машины», получил квалификацию инженер-системотехник и был принят на должность ассистента кафедры «ВТ». Вел лабораторные и практические занятия по организации вычислительных процессов и программированию на паскале и ассемблере. С 1990 г. – старший преподаватель. Разработал методические указания по изучению организации ввода-вывода для различных микросхем, архитектуры БИС, архитектуры контроллера, системы команд микропроцессора и др.

Златкис Валерий Михайлович по национальности украинец, родился в г. Гомель Белорусской ССР. С 1959 по 1964 г. учился в ИМИ. С 1967 по 1970 г. – аспирант кафедры «Проектирование математических приборов и устройств». После окончания аспирантуры работал ассистентом этой же кафедры. В 1972 г. стал старшим преподавателем кафедры «ВТ». Читал следующие дисциплины: «Внешние устройства ЦВМ», «Системное программирование», «Теория распознавания», «Вычислительная техника в инженерных расчетах», «Измерительная техника», «ЦВМ», «Введение в программирование», «Алгоритмические языки и программирование». Вел занятия по программированию на «Минск-1», преподавал фортран на «Минск-32», ЕС-1030, ЦВМ «Проминь». Диссертацию на тему «Моделирование

алгоритмов выделения и анализа контуров полутоновых изображений» защитил в 1972 г. в ЛЭТИ на кафедре «Вычислительная техника».

С марта 1972 г. – доцент кафедры «Вычислительная техника» ИМИ. Редактировал сборник статей, выпускаемый кафедрой. С апреля 1984 г. стал и.о. заведующего кафедрой «ВТ». Под его руководством созданы дисплейный класс на базе ЭВМ СМ-3 и лаборатория комплексной автоматизации производства (ЛКАП) при кафедре. В мае 1988 г. был избран заведующим кафедрой.

Иванов Владимир Александрович родился 19 февраля 1934 г. в д. Софийское Лотошинского района Московской области. С 1952 по 1955 г. был курсантом военного артиллерийского училища (г. Ленинград), с 1955 по 1959 г. – командиром взвода в/ч. С 1959 по 1964 г. являлся слушателем Военной артиллерийской академии в г. Ленинграде, по окончании которой решением Государственной комиссии получил специальность «Электронная вычислительная техника» и квалификацию военного инженера-электрика 27 июня 1964 г. С 1964 по 1975 г. – инженер, старший инженер, начальник лаборатории вычислительных машин (г. Эмба-5 Актюбинской области), с 1975 по 1985 г. – преподаватель, старший преподаватель военной кафедры УМИ (г. Устинов). С 1.12.1985 г. принят старшим инженером НИС группы технического планирования ИМИ.

С 1.06.1988 г. Владимир Александрович перевелся на должность заведующего лабораторией кафедры вычислительной техники. Проводил инструктажи, контролировал выполнение инструкций по технике безопасности студентами, преподавателями и сотрудниками кафедры во всех лабораториях и помещениях кафедры. Проводил работу по обеспечению кафедры необходимым инвентарем, оборудованием, приборами и следил за их сохранностью, при необходимости организовывал ремонт. С целью своевременного содействия учебному процессу осуществлял деловые контакты с хозяйственными подразделениями института.

Ипатова Эльвира Никитична в 1963 г. окончила ИМИ по специальности «Математические и счетно-решающие приборы и устройства» и была зачислена ассистентом кафедры «Счетно-решающие устройства и приборы». Вела курсы: «Электрорадиоизмерения», «Электрические измерения неэлектрических величин», «Информационные системы и вычислительные комплексы», «Внешние устройства ЭВМ». С 1968 г. – старший преподаватель кафедры «Математические и счетно-решающие приборы и устройства». В 1969 г. уволилась в связи с поступлением в очную аспирантуру ИМИ. С 1972 г. – ассистент кафедры «ВТ», с 1977 г. – старший преподаватель кафедры «ВТ». В 1980 г. зачислена в штат ЛТК на должность младшего научного сотрудника. В 1982 г. переизбрана на должность старшего преподавателя кафедры «ВТ». Затем вновь участвовала в конкурсе НИОТК на должность старшего научного сотрудника.

Казаков Виктор Степанович родился 10 декабря 1943 г. Окончил Ижевский механический институт в 1965 г. Начал работать в вузе со студенческой скамьи. В 1964 г., будучи студентом, Виктор Степанович предложил метод блокирующих плоскостей для определения координат попадания пули или снаряда в плоскость мишени и получил авторское свидетельство СССР вместе с Г. М. Ревяко. Именно это изобретение положило начало целому научному направлению кафедры «ВТ» – автоматизации испытания стрелково-пушечного вооружения и боеприпасов, которое впоследствии возглавил Юрий Всеволодович Веркиенко.

Все годы работы на кафедре Виктор Степанович вел большую научную работу. Занимался созданием информационно-измерительных систем для испытаний и контроля качества оружия, без которых не может обойтись ни одно оружейное производство. Благодаря научным исследованиям и новым результатам в теории измерений им было получено более 40 авторских свидетельств СССР и патентов РФ на изобретения. На заводах и военных полигонах при активном его участии внедрено несколько испытательных станций.

В 1989 г. коллективу разработчиков в составе Ю. В. Веркиенко, В. С. Казакова, А. Д. Савиных, К. Ю. Петухова была присвоена премия имени С. И. Мосина. Виктор Степанович был ответственным исполнителем НИР «Исследование и разработка оптико-электронных мишеней для автоматизации испытаний автомата Калашникова» (1975–1987 гг.) и ФЦП «Под-

держка вузовско-академического отдела методов испытаний тепловых машин ИжГТУ и ИПМ УрО РАН». С 1996 по 2003 г. был научным руководителем темы «Ингибитор» по разработке стрелкового тренажера для коллективного боя, успешно прошедшего государственные испытания и принятого на вооружение сухопутных войск МО РФ в 2003 г.

Виктор Степанович участвовал во всесоюзных НТК по оборонной тематике в ПВАИУ (Пенза, 1985, 1987 гг.), ТВАИУ (Тула, 1987 г.), ЛВАА (Ленинград, 1977, 1984 гг.), по вопросам распознавания образов (СО АН СССР, Новосибирск, 1977, 1984 гг.). Работая на кафедре «ВТ», подготовил и прочитал несколько курсов, в том числе «Сети ЭВМ и основы телекоммуникаций», «Устройства подготовки данных», «Локальные вычислительные сети», «Программирование локальных вычислительных сетей» для студентов специальности «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети». В. С. Казаков имеет более 250 публикаций. Им издана монография «Оптико-электронные стрелковые тренажеры. Теория и практика». Виктор Степанович является профессором, в качестве научного руководителя подготовил 5 кандидатов технических наук. Ежегодно руководил работами магистрантов. И сам неоднократно повышал свою квалификацию по специальности «Вычислительная техника» в Ленинградском электротехническом институте, Ленинградском институте точной механики и оптики, стажировался в Институте прикладной механики УрО РАН.

Виктор Степанович – заслуженный деятель науки Удмуртской Республики, почетный работник высшей школы РФ, заслуженный изобретатель СССР. Имеет нагрудные знаки «Победитель социалистического соревнования» (1976, 1979 гг.), Почетную грамоту РАН (в связи с 175-летием РАН), медаль «Ветеран труда» (1989 г.).

Калядин Николай Иванович после окончания ИМИ в 1962 г. был оставлен на кафедре «Математические приборы и устройства» (МПУ), работал инженером, ассистентом, старшим преподавателем по 1966 г. В 1966–1969 гг. обучался в очной аспирантуре кафедры МПУ. В 1969 г. защитил кандидатскую диссертацию, занимал должности старшего преподавателя, и. о. доцента, доцента кафедры ПМПУ до 1974 г. Затем был заведующим кафедрой «Прикладная математика». Еще с 1965 г. принимал участие в создании и руководстве СНИИ (студенческого научно-исследовательского института), управляемого на общественных началах и переименованного в 1971 г. в ЛТК (Лаборатория технической кибернетики), а с 1982 г. в НИОТК (Научно-исследовательское отделение технической кибернетики), которое возглавлял до 90-х гг.

Каюров Юрий Александрович окончил ИМИ в 1966 г. по специальности «Математические и счетно-решающие приборы и устройства». Начал работать ассистентом кафедры «Проектирование математических и счетно-решающих приборов и устройств», затем начальником лаборатории по кафедре «Математические приборы и устройства» с 1967 г.

В декабре 1969 г. перевелся на кафедру МОЭИ на должность начальника машины «Днепр-1». Подготовил методические указания для выполнения лабораторных работ по курсам «Вычислительные машины и программирование» и «Проектирование баз данных». Работал заведующим кафедрой «Программное обеспечение», затем деканом факультета, будучи кандидатом технических наук и профессором кафедры «Программное обеспечение».

Коробейников Вячеслав Васильевич родился 30 сентября 1939 г. в Ижевске. В 1954 г. после семилетки поступил в Ижевский индустриальный техникум на специальность «Стрелковое оружие». После окончания работал техником-конструктором машиностроительного завода. С 1958 по 1962 г. служил в Советской армии. В 1962–1967 гг. учился на вечернем отделении ИМИ по специальности «Счетно-решающие приборы и устройства». На кафедре «Вычислительная техника» начал работать с января 1963 г. С 1972 г. – начальник вычислительного центра кафедры, с 1975 по 1988 г. – начальник ВЦ всего института.

Первым компьютером, начальником которого стал Вячеслав Васильевич, была малая универсальная ламповая цифровая машина «Минск-1». Она требовала 50 квадратных метров площади и состояла из трех больших от пола до потолка шкафов и нескольких стоек, в которых размещались отдельные устройства. В. В. Коробейников перенастроил накопитель на магнитной ленте, в результате имели хорошо функционирующую память, у других она могла

не работать совсем. Не было ни клавиатуры, ни дисплея. Исходные данные вводились с пульта управления при помощи тумблеров в двоичном коде непосредственно в память или регистры. Вывод результатов происходил на бумажную ленту устройства печати, которое трещало так, что находящиеся в помещении не слышали друг друга. Для надежной эксплуатации сделали вытяжную вентиляцию, которая продувала устройства и еще больше добавляла шума. Периодически машину закрывали на профилактику, промывали спиртом контакты, устройства чистили пылесосом изнутри, приходилось белые халаты, в которых было принято работать на ЭВМ, менять на черные.

Организация работы ВЦ не была простой. По ночам «прогоняли» студенческие задания. Техника в те времена была громоздкой и тяжелой, поэтому кафедра и ВЦ всегда располагались на первых этажах. Только один раз в 1971 г. решили разместить «Минск-32» на втором этаже, в результате перекрытия прогнулись. Пришлось, как неоднократно рассказывал Вячеслав Васильевич, подвесить машину на швеллеры, заделанные в стены. Установка новых машин требовала затрат. Стены, потолки, фальшпол, разводку питания делали сами.

Персонал для обслуживания только машин ЕС-1030 и ЕС 1036 был довольно многочисленным. В штате полагались ставки начальника машины, начальников смен, инженеров по обслуживанию отдельных устройств (процессора, оперативной памяти, периферии), а еще операторов, диспетчеров, механиков и, конечно программистов. В состав ВЦ еще входили СМ ЭВМ семейства малых машин, а также «Проминь», МИРы (машины инженерных расчетов) и др. Табель для зарплаты подавали на 116 человек, самый большой в институте. Всем этим парком техники и людьми успешно руководил Вячеслав Васильевич, умел контролировать ситуацию и брать ответственность на себя. Имея большой опыт с разными машинами, хорошо разбираясь в электронике, без больших проблем переходил на разную технику. Так, в 1984 г. запустил специализированную ЭВМ ПС-2000 – перестраиваемую структуру, которая имела 32 параллельно работающих процессора, объединенных в кольцо, и ядро на базе СМ-2М. С появлением персональных компьютеров необходимость в больших ЕС ЭВМ, постепенно выработавших свой ресурс, отпала. Вячеслав Васильевич после ликвидации институтского вычислительного центра вернулся на кафедру. В 1999 г. защитил кандидатскую диссертацию, посвященную автоматизации испытаний стрелково-пушечного вооружения и боеприпасов.

Вячеслав Васильевич всегда занимался научными исследованиями. Разрабатывал и исследовал математические модели, алгоритмы и программное обеспечение для автоматизированных систем. Вместе с В. Г. Сухотиным разработал интерфейс обмена информацией между мотоциклетным производством и «Минск-1» в учебном корпусе на улице М. Горького. Мог программировать в машинных кодах и на языках символического кодирования. Использовал Фортран, Алгол, Кобол, Аналитик, Паскаль, Си и вообще осваивал любой язык, если требовалось. Когда для решения системы дифференциальных уравнений не хватало оперативной памяти «Минск-1» (менее 4 Кбайт), применил оверлейный режим. Он прекрасно ориентировался в методах вычислительной математики. Сотрудничал с ректорами Н. В. Талантовым и А. М. Липановым, профессорами Н. В. Азбелевым, В. И. Гольдфарбом, Д. Ф. Полищуком, М. С. Гороховым, Ю. В. Веркиенко, А. В. Алиевым многими другими. Тогда еще не существовало готовых стандартных программ, поэтому разрабатывал алгоритмы и программы самостоятельно для самых разных приложений.

Всю жизнь негромко, но беззаветно и самоотверженно служил своему делу. Он ушел из жизни неожиданно 21 мая 2014 г. Его памяти посвящены сборник трудов региональной научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, промышленности и образовании» и работа «Лабораторный комплекс по интеграционной механике».

Коротаяев Виктор Никандрович работал на кафедре с 1990 по 1994 г. сначала старшим инженером-программистом филиала информационного вычислительного центра (ИВЦ) кафедры «Вычислительная техника», затем начальником ЭВМ ИВЦ и начальником смены ИВЦ с 12.02.1991 г.

Кропачев Леонид Алексеевич родился в д. Силем Красногорского района Удмуртии, где не было ни электричества, ни радио. В 1956 г. поступил в Глазовский техникум сельского и лесного хозяйства. Его богатая армейская биография в ракетных войсках стратегического назначения началась с курса молодого бойца в Омске. Вскоре его перевели в Тюра-Там (Байконур), где рядовому Кропачеву, освоившему азы ракетной техники, довелось вживую видеть запуски спутников, будущих космонавтов и слушать лекции знаменитых академиков о развитии космической техники в СССР.

В 1962 г. начался Карибский кризис, который он увидел своими глазами. До Кубы – на подлодке, а дальнейшая служба проходила в постоянной учебе и разъездах. Затем перевелся в прибористы на обслуживание гироскопических систем. Дважды выезжал на учебные пуски в «акваторию Тихого океана», как сообщало ТАСС. Потом служил в бригаде по наладке шахтных комплексов для стратегических ракет. В последний год службы предоставлялся отпуск для поступления в институт. Оказалось, что выбранная им специальность «Гироскопические приборы и устройства» переведена в Пермь. Тогда он поступил на специальность 0608 «Математические приборы и устройства» в ИМИ. В 1969 г. Леонид Алексеевич окончил вуз. Зав. кафедрой «ВТ» Г. А. Тихонов поручил успешному выпускнику учебные курсы, необходимые двум главным заводам – Мотозаводу и ЭМЗ. Но на этом молодой специалист не остановился: поступил и окончил аспирантуру Минского радиотехнического института. Его научные интересы связаны с созданием спецЭВМ, работающей в режиме советчика оператору прокатного стана, что отражено в публикациях и авторских свидетельствах. После защиты диссертации вернулся на родную кафедру.

Стремление познавать новое Леонид Алексеевич пронес через всю жизнь. Подготовил и прочитал более 50 лекционных курсов для студентов, слушателей повышения квалификации ИТР и учителей школ Удмуртии. В последние годы занимался подготовкой специалистов в области криптографии, информационной безопасности и искусственного интеллекта. Л. А. Кропачев опубликовал следующие учебные и учебно-методические пособия: «Математическая логика и теория алгоритмов» в 2 частях, «Компьютерная математика», «Основы теории информации», «Теория автоматов», «Аналого-цифровые устройства». В 2011 г. был удостоен звания «Лучший лектор ИжГТУ». Кроме этого, 20 лет работал заместителем декана П- и ИВТ-факультетов, имеет 1-й спортивный разряд по волейболу, долгое время был членом сборной вуза.

Крючков Леонид Иванович родился 28 октября 1962 г. С 1982 по 1982 г. учился в Ижевском (Устиновском) механическом институте, получил специальность инженера-системотехника. 5 июня 1997 г. избран на должность старшего преподавателя кафедры «ВТ». Читал лекции по курсам «Системное программное обеспечение ЭВМ» и «Информатика». Проводил практические занятия и лабораторные работы по дисциплине «Локальные сети ЭВМ».

Постоянно участвовал в выполнении договорных НИОКР в качестве ведущего специалиста по программному обеспечению. Выполнял работы для предприятий г. Ижевска (ГП «Ижмехзавод», АО «Ижмаш») и войсковой части г. С-Петербурга.

Куликов Виктор Александрович родился в декабре 1956 года в д. Гыбдан Кизнерского района Удмуртской АССР в крестьянской семье. Учился в Гыбданской средней школе. Увлекался музыкой и электроникой. Мечтал стать инженером-электроником.

В 1973 г. поступил в Ижевский механический институт на приборостроительный факультет, который окончил в 1978 г. по специальности «Конструирование и технология радиоаппаратуры». С третьего курса активно занимался научной работой и по окончании вуза был распределен на кафедру «Электротехника», откуда направлен в Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ) имени В.И. Ульянова (Ленина) на годичную стажировку.

Через год поступил в очную аспирантуру ЛЭТИ при кафедре «Вычислительная техника». Диссертацию выполнял в одном из НИИ Ленинграда. Эффективность работы оказалась настолько высокой, что удалось не только более чем на порядок улучшить показатели изделия предприятия и защитить кандидатскую диссертацию до срока окончания аспиранту-

ры, но и вывести изделие из-под действия нескольких зарубежных патентов, защитив свои разработки авторскими свидетельствами. В результате молодому кандидату наук руководством предприятия была предложена должность главного конструктора на одном из предприятий объединения и ленинградская прописка. Желание вернуться на родную землю победило.

С июня 1983 г. Виктор Александрович работает на кафедре «Вычислительная техника» ИМИ – ИжГТУ, где прошел путь от ассистента до профессора и заведующего кафедрой. В 1999 г. в возрасте 42 лет защитил докторскую диссертацию в области проектирования информационно-измерительных систем медицинского назначения, основанных на методах температурной диагностики человека. Виктор Александрович является крупным специалистом и ученым в области высокоточных измерений температуры, возглавлял научное направление по разработке методов и средств температурной диагностики объектов.

В качестве руководителя и ведущего специалиста выполнил ряд научно-исследовательских работ в области проектирования многоканальных систем измерения температуры и датчиков температуры повышенной точности. Под его руководством разработаны и внедрены системы термометрирования поршня для ОАО «КАМАЗ» и ВНИИ «МОТОПРОМ», создана серия приборов для измерения температуры миокарда при проведении операций на сердце, для идентификации поверхностных кровоизлияний при проведении судебно-медицинских экспертиз, для измерения температуры в сушильных камерах кирпичного производства и другие.

Основной разработкой Виктора Александровича Куликова является не имеющий аналогов прибор судебно-медицинского эксперта (ПСМЭ), предназначенный для оценки давности наступления смерти человека. Прибор сертифицирован и занесен в Госреестр измерительных приборов РФ. Серийно производился в МИП при ИжГТУ. В последние годы разрабатывал системы для проведения энергоаудита теплотрасс.

Виктор Александрович являлся членом двух диссертационных советов, в одном из них заместителем председателя. Академик Академии военных наук, автор более 220 научных и учебно-методических работ (в том числе четырех книг, из которых одна монография) и 17 изобретений. За время работы в ИжГТУ в качестве научного руководителя и консультанта подготовил 10 кандидатов наук.

В. А. Куликов являлся высококвалифицированным преподавателем цикла электроники и схемотехники. За время работы внедрил в учебный процесс более 10 дисциплин: «Электроника», «Схемотехника ЭВМ», «Схемотехника аналого-цифровых устройств» и др. Опубликовал более 30 учебно- и научно-методических работ. Регулярно читал лекции в других вузах Удмуртской Республики. По его инициативе на кафедре в 2005 г. создана учебная лаборатория виртуальных измерительных приборов. Много работал с молодыми преподавателями и добился полностью остепененного профессорско-преподавательского состава кафедры.

Виктор Александрович руководил направлением ИВТ и программами магистратуры «Сети ЭВМ и телекоммуникации» и «Информационно-измерительные системы». Являлся штатным рецензентом двух журналов из перечня ВАК: «Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» и «Вестник ПНИПУ».

За многолетний добросовестный труд в деле подготовки инженеров и научную деятельность награжден знаком «Почетный работник высшего профессионального образования РФ», имеет почетное звание «Заслуженный деятель науки УР». Награжден грамотой УР.

Купчинаус Сергей Юрьевич работал на кафедре с 1974 по 1989 г. После окончания института с отличием получил специальность «Электронные вычислительные машины». Сначала распределился на должность инженера-электрика ЭЦВМ «Минск-1», затем работал старшим механиком «Минск-32». Прошел годичную стажировку в Ленинградском ордена Ленина электротехническом институте имени В. И. Ульянова (Ленина). После защиты кандидатской диссертации зачислен ассистентом кафедры «Вычислительная техника» ИМИ. Диплом кандидата наук получил в 1979 г. Читал курсы: «Организация вычислительных процессов ЦВМ», «Работа на ВЦ», «Системное программирование». Занимался обработкой изо-

бражений. С 1980 г. – старший преподаватель кафедры «ВТ», с 1982 г. – и. о. доцента кафедры, с 1984 г. – доцент. В июле 1989 г. перевелся в Удмуртский государственный университет.

Лосев Игорь Романович родился 31 января 1939 г. В 1957 г. поступил в ИМИ на приборостроительный факультет. В 1962 г. окончил по специальности «Конструирование и производство радиоаппаратуры». С 1.07.1961 г. работал лаборантом кафедры «Счетно-решающие приборы и устройства», затем инженером-электриком сначала на полставки, потом на полную ставку. С 1.09.1964 г. – ассистент, с 1.01.1967 г. – аспирант той же кафедры, а с 31.12.1969 г. – старший преподаватель кафедры «Математические и счетно-решающие приборы и устройства».

31 мая 1974 г. Игорю Романовичу присуждена ученая степень кандидата решением Совета Ленинградского ордена Ленина электротехнического института имени В. И. Ульянова (Ленина). 29 августа 1979 г. присвоено ученое звание доцента по кафедре «Вычислительная техника». С 30.08.1982 г. был заведующим сектором НИОТК, с 1.07.1988 г. – заведующий лабораторией в связи с реорганизацией НИОТК. С 9.02.1998 г. – главный специалист по электронике в научно-техническом центре «Восход». 1 сентября 1998 г. принят на должность доцента кафедры «Сети связи и телекоммуникационные системы» на 0,5 ставки.

Моченов Станислав Васильевич родился 5 октября 1942 г. в Ижевске. В 1959 г. поступил в Ижевский механический институт. Был профоргом группы, занимался научной работой в области самонастраивающихся и самоорганизующихся систем под руководством профессора Г. А. Тихонова и старшего преподавателя Р. В. Голева. Окончил ИМИ в 1964 г. 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» ИМИ, а также был ассистентом-почасовиком на этой же кафедре. Прошел курсы повышения квалификации на заводе по выпуску ЭВМ в г. Минске.

С ноября 1965 г. по май 1975 г. 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 гг., участник Сталинградской битвы.

В этот период на кафедре «ВТ» под руководством профессора Г. А. Тихонова выполнялись крупные хозрасчетные темы по заказам предприятий. Все без исключения аспиранты Г. А. Тихонова 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. Темой его диссертации 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 г. работал старшим преподавателем, и. о. доцента, доцентом кафедры «ВТ». Руководил учебно-методической секцией «Цифровые машины» и научным семинаром «Микропроцессорные системы» на кафедре. По совместительству заведовал сектором НИОТК, был ответственным исполнителем ряда тем. Вел большую общественную работу: председатель профбюро приборостроительного факультета, председатель производственной комиссии профкома, с 1986 по 2000 г. 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».

С октября 1997 г. 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 компьютерные классы.

30 сентября 2002 г. Станислав Васильевич назначен на должность проректора по информатизации. Автоматизируется работа бухгалтерии и различных управлений вуза. Внедряется система электронного документообеспечения управления «Босс-Референт». Развивается и модернизируется система коммуникаций.

С 2007 г. Станислав Васильевич – начальник Института информатики ИжГТУ. Основное направление его деятельности – решение задач, связанных с информатизацией вуза. Вводятся в действие именные аудитории, проводятся регулярные видеоконференции разного уровня по сети Интернет. Компьютерный парк вырос до 2500 компьютеров. Интернет-технологии широко используются для повышения квалификации преподавателей и сотрудников университета и других организаций.

По решению ученого совета ИжГТУ принята программа развития, в рамках которой активно велись работы по созданию единой информационной системы вуза (ЕИС), которая в первую очередь связана с управлением учебным процессом. Разрозненные информационные системы факультетов объединяются в единый комплекс с единой базой данных. Пропускная способность интернет-канала доведена до 80 Мбит/сек, что позволяет эффективно передавать потоки аудио- и видеоинформации.

По совместительству Станислав Васильевич с 2003 г. вел работу на кафедре «ВТ» в должности профессора. Им опубликовано 115 научных и учебно-методических трудов. Аспирантами под его руководством защищены 4 кандидатские диссертации. Занимался с магистрантами кафедры. Продолжал развивать новое научное направление, связанное с искусственным интеллектом, – системы адекватного общения.

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 г. по программе «Информационные технологии образования» в С.-Петербурге и в 2005 г. в Москве на научно-практическом семинаре «Информационные технологии в современном университете».

С. В. Моченов 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 РФ.

Нагаев Борис Владимирович родился 7 марта 1944 г. В 1961 г. поступил в ИМИ на приборостроительный факультет, окончил в 1966 г. по специальности «инженер-электрик». Научной работой начал заниматься в 1965 г. в НИОТК (в то время студенческом научно-исследовательском институте) на общественных началах при кафедре «ВТ». По окончании института работал ассистентом кафедры «ВТ». В 1968–1970 гг. служил в рядах Советской армии. В 1970 г. зачислен на должность старшего инженера СНИИ, с мая 1971 г. работал старшим научным сотрудником НИС, затем – старшим преподавателем кафедры «ВТ», старшим преподавателем кафедры «Прикладная математика», заведующим отделом дистанционных исследований природных ресурсов.

В 1985–1988 гг. учился в аспирантуре ЦНИИ геодезии, аэросъемки и картографии имени Ф. К. Красовского (Москва). После защиты диссертации (1988) работал доцентом кафедры «ВТ». За время работы на кафедре преподавал следующие дисциплины: «Импульсная техника», «Электрические измерения», «Арифметические и логические основы цифровых

машин», «Машины дискретного действия», «Основы математической логики и теории множеств», «Организация вычислительных процессов», «Системное программное обеспечение ЭВМ», «Операционные системы».

Кандидатская диссертация посвящена исследованию и разработке методов и средств автоматизированного создания карт. Принял участие в выполнении более десятка НИОКР, посвященных разработке автоматизированных систем обработки цифровых сигналов, распознавания образов, систем технического зрения, автоматизированного планирования автотранспортных перевозок (по распоряжению СМ УАССР), созданию модифицированного варианта высокоточного координатографа. Ряд научных разработок внедрен на предприятиях Удмуртии и России.

Борис Владимирович в 1989–1995 гг. являлся заместителем председателя рабочей группы по системам технического зрения при научном совете «Робототехника и автоматизированное производство» РАН, руководителем отраслевой лаборатории (ИжГТУ, Ижевский механический завод), руководителем вузовско-академической лаборатории комплексной автоматизации производства (ИжГТУ, Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург). Опубликовал около 80 научных работ, в том числе авторских свидетельств на изобретения.

Работу на кафедре «ВТ» сочетал с работой в Сарапульском политехническом институте (филиал ИжГТУ) на кафедре конструирования и проектирования радиоаппаратуры. Принимал участие в подготовке команды Сарапульского политехнического института по программированию к участию в четвертьфинале чемпионата мира, чемпионате Урала и Кубке России. Участвовал в организации и проведении студенческих научно-технических конференций и подготовке к печати сборников трудов конференций. Награжден Почетной грамотой Министерства образования Российской Федерации (2004) и медалью «Ветеран труда» (1989).

Никитин Кирилл Андреевич родился 20 июля 1988 г. в Ижевске. Учился в Ижевском государственном техническом университете по направлению «информатика и вычислительная техника». В 2009 г. получил диплом бакалавра техники и технологии с отличием, в 2011 г. – диплом магистра техники и технологии также с отличием. На кафедре «Вычислительная техника» с 01.09.2010 г. по 30.08.2014 г. работал инженером 1-й категории, с 01.11.2012 по 30.08.2014 г. – ассистентом, с 31.08.2014 г. по 14.03.2019 г. – старшим преподавателем. Кирилл Андреевич преподавал дисциплины: «Объектно-ориентированное программирование», «Процессоры обработки сигналов», «Физические основы микроэлектроники», «Электроника». Кандидатскую диссертацию защитил 18.03.2016 г. в диссертационном совете на базе Института механики УрО РАН, Физико-технического института УрО РАН и Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова. Награжден почетной грамотой администрации Октябрьского района города Ижевска 30.06.2014 г. и Почетной грамотой Министерства образования и науки УР 16.12.2016 г.

Обухов Олег Евгеньевич родился 6 июня 1960 г. в Ижевске. В 1977 г. окончил школу № 30. В том же году поступил на приборостроительный факультет ИМИ на специальность 0608. В 1982 г. получил диплом с отличием и квалификацию «инженер-системотехник по ЭВМ». Во время учебы был старостой группы, членом профкома института, участвовал во Всероссийской олимпиаде по специальности. Был бойцом ССО «Транзистор-связь». С 1982 г. инженер, затем младший научный сотрудник в ЛКАП при кафедре «ВТ». Направлен на годичную стажировку в ЛЭТИ имени В.И. Ульянова (Ленина) по специальности 05.13.13. По возвращении восстановился в ЛКАП.

12 марта 1984 г. Олег Евгеньевич зачислен в очную целевую аспирантуру ЛЭТИ. По окончании аспирантуры 23 апреля 1987 г. поступил на кафедру «ВТ» на должность старшего преподавателя после досрочной защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Диплом кандидата наук получил 12 августа 1987 г. после защиты в ЛЭТИ. 22 октября 1991 г. избран на должность доцента кафедры ВТ, переизбирался в 1996 г. Читал курсы: «Программирование», «Автоматизированные банки данных и знаний», «Структуры и базы данных», преподавал программирование на языках Паскаль, Бейсик, Си и ассемблерах СМ и ЕС ЭВМ. В его списке научных трудов более 20 публикаций.

Олег Евгеньевич занимался профориентационной работой, подготовил ряд рекламных материалов, был редактором стенной газеты «Приборист».

Подгорных Сергей Александрович родился 18 июля 1958 г. в Воткинске. Окончил в Ижевске школу № 30. В 1980 г. окончил приборостроительный факультет Ижевского механического института с красным дипломом. По окончании института служил в Советской армии в ракетных войсках стратегического назначения в Грузинской ССР. После армии работал в НИОТК, где занимался обработкой изображений космических снимков. Одновременно был старшим преподавателем кафедры «Вычислительная техника» на долю ставки. Вел следующие дисциплины: «Аппаратные и программные средства защиты информации», «Базы данных», «Программирование на языке Си». Выпустил методические указания для ведения лабораторных работ по защите информации. Отвечал за электронный документооборот отдела автоматизированных систем управления информационно-вычислительного центра «Институт информатики ИжГТУ».

Почерняев Станислав Валентинович родился 15 января 1938 г. в Ижевске. Поступил в ИМИ в 1955 г. и окончил в июне 1960 г. по специальности «Математические и счетно-решающие приборы и устройства» (0608) с присвоением квалификации инженера электромеханика. После окончания института направлен на преподавательскую работу отделом кадров и учебных заведений Совнархоза. С 5 августа 1960 г. ассистент кафедры «Счетно-решающие приборы и устройства». Зачислен в очную аспирантуру ИМИ с 15 октября 1962 г. С 1 сентября 1964 г. – старший преподаватель с переводом в заочную аспирантуру. В 1967 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование релейно-импульсных систем автоматического регулирования скорости». Ученая степень кандидата технических наук присуждена решением Совета ЛИТМО от 27 июня 1967 г.

Станислав Валентинович вел занятия по 15 дисциплинам, в том числе «Основы телемеханики и связи», «Аналоговые вычислительные машины», «Системное программное обеспечение», «Проектирование систем реального времени», «Системное программирование», «Компьютерная графика», «Параллельное программирование». Им создана лаборатория аналоговых вычислительных машин на базе ИМТ-5, МПТ-9, МН-7. Выполнял хозяйственные работы по теме «Управление и автоматизация промышленными предприятиями». 19 февраля 1968 г. переведен на должность и. о. доцента.

Станислав Валентинович назначен и. о. зав. кафедрой «Организация механизированной обработки экономической информации» (МОЭИ) с 1 сентября 1969 г. Утвержден ВАК в ученом звании доцента по кафедре «Проектирование математических приборов и устройств» от 3 сентября 1969 г. В июне 1970 г. утвержден в должности зав. кафедрой МОЭИ. Всегда занимался общественной работой. Был членом партбюро инженерно-экономического факультета, членом «Общества НТО Машпром», внештатным инструктором райкома, членом комиссии по научной координации работ при обкоме КПСС УАССР. Читал ежегодно порядка 20–30 лекций вне института. 2 июля 1975 г. переизбран заведующим кафедрой МОЭИ. В списке его научных трудов более 40 публикаций.

За успехи в соц. соревновании 1975 г. занесен на институтскую Доску почета. Успешно сочетал учебную работу с научной. Руководил разработками «АСУ ЭГЗ», «АСУ Электонд», «АСУ Ижсталь», САПР на Воткинском машзаводе и др. По совокупности всех работ был получен экономический эффект порядка одного миллиона рублей. Перечисленные работы были представлены на ВДНХ СССР и отмечены серебряной медалью.

14 сентября 1981 г. Станислав Валентинович избран деканом вечернего инженерно-экономического факультета, а 25 октября 1985 г. утвержден деканом заочного факультета. 1 сентября 1988 г. освобожден от должности декана заочного факультета. 23 октября 1990 г. избран на должность доцента кафедры «Программное обеспечение». Награжден Почетной грамотой Министерства общего и профессионального образования РФ в 1998 г., нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации» в 2001 г.

Прокопчина Светлана Васильевна родилась 13 марта 1951 г. в г. Электросталь Московской области. Окончила среднюю школу № 24 г. Ижевска с золотой медалью. В

1968 г. поступила в ИМИ на специальность «Электронные вычислительные машины». После окончания по распределению принята на должность инженера ЛТК. Уволилась с 1 сентября 1973 г. в связи с отъездом на стажировку в Ленинградский электротехнический институт для подготовки в аспирантуру. В 1974–1977 гг. училась в очной целевой аспирантуре ЛЭТИ и одновременно работала по совместительству в должности младшего научного сотрудника НИС. Получила диплом кандидата технических наук решением Совета ЛЭТИ.

С 1978 г. Светлана Васильевна ассистент кафедры «ВТ» ИМИ. Вела курсы: «Вычислительные системы и комплексы», «Теория автоматического управления» и «Теория и практика применения ЭВМ» для специальности 0653. Была ответственной за НИРС на кафедре. 20 мая 1982 г. избрана на должность старшего преподавателя кафедры «ВТ». С 1979 г. являлась куратором студенческих групп, была старшим куратором кафедры «Вычислительная техника», членом воспитательного совета П-факультета. Избиралась профоргом кафедры «ВТ». С 21 января 1986 г. перевелась на кафедру «Высшая математика». Была ответственной за выпуск научных сборников на кафедре «Высшая математика». Уволена с 23 ноября 1987 г. в связи с переводом мужа на другую работу в Ленинград, где сама впоследствии защитила докторскую диссертацию и стала профессором.

Ревяко Григорий Максимович родился 29 марта 1941 г. в г. Минске, белорус по национальности. Окончил приборостроительный факультет Ижевского механического института в 1964 г. по специальности «Математические и счетно-решающие приборы и устройства». После окончания института работал по распределению в вычислительном центре Челябинского ордена Трудового Красного Знамени металлургического завода. В 1965 г. окончил курсы повышения квалификации при научно-исследовательском институте управляющих вычислительных машин (г. Москва).

В 1967 г. Г. М. Ревяко поступил в очную аспирантуру при кафедре «Вычислительная техника» Ижевского механического института, по окончании в марте 1971 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию. На кафедре работал ассистентом, старшим преподавателем, доцентом. Подготовил и читал курсы лекций «Расчет и проектирование элементов ЭВМ» и «Теория и проектирование ЦВМ» для специальности 0608. Являлся членом методического совета приборостроительного факультета. По результатам конкурса на лучшую НИР в ИМИ за 1971–73 гг. награжден первой премией. Был членом совета НТО ИМИ. С 1 сентября 1973 г. перевелся в Минский радиотехнический институт.

Степанова Татьяна Ипполитовна родилась 17 декабря 1961 г. в Ижевске. Поступила в Ижевский механический институт на заочную форму обучения по специальности «Электронные вычислительные машины» и в 2007 г. получила диплом ИжГТУ о присвоении степени бакалавра по направлению «Информатика и вычислительная техника». С 1979 по 1999 г. работала в Научно-исследовательском институте металлургической технологии техником, в Музее изобразительных искусств смотрителем, на Устиновском мотозаводе оператором отдела 18, в Молодежном центре оператором ПЭВМ, в ИЧП «Альтек-Мансуров» продавцом-консультантом, в ТОО «Логри» оператором ПЭВМ, в крестьянском частном хозяйстве «Черноивана» инженером.

На кафедру «Вычислительная техника» пришла в 2000 г. сначала на должность учебного мастера, затем инженера, инженера-программиста. В соответствии с должностной инструкцией отвечала за издательскую деятельность кафедры и обеспечивала автоматизацию и учет выпускаемых кафедрой научных и учебных изданий. Оказывала помощь преподавателям кафедры в подготовке рукописей к изданию. Вела картотеку выдаваемых студентам методических пособий.

Столович Леонид Николаевич родился 28 октября 1941 г. в пос. Пчельник Борисовского района Минской области, по национальности белорус. В 1958 г. окончил школу № 30 г. Ижевска и поступил в ИМИ. В 1963 г. получил специальность «Математические и счетно-решающие приборы и устройства» и квалификацию «инженер-электрик». 1 августа 1963 г. избран ассистентом, 25 декабря 1967 г. – старшим преподавателем этой же кафедры

Леонид Николаевич вел курсы: «Основы телемеханики и связи», «Теория информации и кодирования», «Основы автоматики», «Теория информатики», «Основы информационной техники», «Информационная техника», «Программирование», «Математические машины и программирование», «Вычислительная техника» для студентов специальности 0705 и «Теория информации» для специальности 1738.

Работал ученым секретарем приборостроительного факультета. В 1973 г. был деканом вечернего механического факультета. С 1973 по 1976 г. – декан вечернего приборостроительного факультета. 25 октября 1973 г. поступил в заочную аспирантуру под научным руководством Г. А. Тихонова. В 1980 г. прошел обучение на ФПК при КГУ имени В. И. Ульянова (Ленина). В 1989 г. стажировался в Минском радиотехническом институте. Был членом президиума профкома ИМИ и председателем комиссии по охране труда и технике безопасности.

Сяктерева Виктория Викторовна родилась в 1985 г. Окончила факультет «Информатика и вычислительная техника» ИжГТУ в 2008 г., получила диплом с отличием. С сентября 2008 по август 2011 г. – аспирант кафедры «Вычислительная техника» (научный руководитель В. А. Куликов). 16 декабря 2011 г. защитила кандидатскую диссертацию в ИПМ УрО РАН. Во время обучения в аспирантуре работала инженером, ассистентом, старшим преподавателем. С 2013 г. переведена на должность доцента в связи с прохождением по конкурсу. Преподавала «Программирование» и «Технологии и методы программирования». В 2016 г. перешла работать зам. начальника управления магистратуры, аспирантуры и докторантуры. С 2017 г. по настоящее время работает на кафедре «Защита информации в компьютеризированных системах» в должности доцента, где проводит занятия по 7 дисциплинам.

В марте 2019 г. Виктория Викторовна в качестве заместителя главного эксперта осуществляла подготовку и проведение соревнований по компетенции «Корпоративная защита от внутренних угроз информационной безопасности» в рамках третьего вузовского отборочного чемпионата ИжГТУ имени М. Т. Калашникова по стандартам «WorldSkills». С марта 2016 г. занимается организацией и сопровождением деятельности четырех советов по защите диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, в том числе специальных советов по защите диссертаций, содержащих сведения, составляющие государственную тайну.

В октябре 2019 г. при активном участии Виктории Викторовны был открыт объединенный диссертационный совет на базе ФГБУН УдмФИЦ УрО РАН и ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» по научной специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

В. В. Сяктерева автор 28 научных и учебных работ, в том числе 15 статей, опубликованных в журналах, входящих в перечень ВАК, имеет 2 патента на полезную модель и 1 свидетельство на программу для ЭВМ. Являлась исполнителем НИР по гранту «Разработка метода оценки теплотерь на теплотрассах на основе измерительных информационных технологий». В 2019 г. подготовила и издала в соавторстве монографию «Методы измерений на основе термопреобразователей сопротивления с внутренним разогревом» объемом 188 с. И учебное пособие «Конструирование и производство ЭВМ. Основы работы в САПР Altium Designer» (140 с.). Является членом научно-технического совета ИжГТУ. В 2022 г. стала Человеком года ИжГТУ в номинации «Эффективный менеджмент в области образования и науки».

Виктория Викторовна имеет поощрения и благодарности от администрации университета, награждена почетной грамотой администрации Октябрьского района г. Ижевска и медалью Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия.

Талашева Вера Степановна родилась 28 мая 1947 г. в Ижевске. С 1966 по 1972 г. училась в Ижевском механическом институте по специальности «Электронные вычислительные машины» и получила квалификацию инженера-электрика. На кафедре «Вычислительная техника» начала работать с 24.07.1972 г. ассистентом. До 13.09.1987 г. вела дисциплины: «Диагностика и контроль ЭВМ», «Введение в программирование», «Вычислительная

техника в инженерно-экономических расчетах», «Программирование», «Системное программирование». С 14.09.1987 г. по 27.12.2004 г. в должности старшего преподавателя Вера Степановна преподавала «Программирование», «Алгоритмический язык Паскаль», «Ассемблер СМ ЭВМ». Читала лекции по курсам «ОАиП» для специальности 2201, «Информатика» для специальности 1902, «Информатика» для специальности 1813. С 28.12.2004 г. по 31.08.2016 г. в должности доцента вела дисциплины: «Программирование», «Бейсик», «Фортран», «Паскаль», «Ассемблер».

В. С. Талашева издала учебно-методические пособия: совместно с С. В. Моченовым «Программирование на языках высокого уровня. Алгоритмический язык Паскаль», совместно с С. В. Моченовым и В. С. Казаковым «Программирование на языках низкого уровня. Ассемблер и организация СМ ЭВМ» и совместно с Г. Н. Габитовой «Алгоритмический язык Паскаль. Программирование». Ученое звание доцента по кафедре «Вычислительная техника» ей присвоено 18 июля 2007 г. Награждена Почетной грамотой Минобразования России 13.05.2002 г. и Почетной грамотой Главы муниципального образования «город Ижевск» 22.07.2014 г.

Тарасов Владимир Георгиевич родился 21 июля 1954 г. в Ижевске. Учился в Ижевском механическом институте с 1971 по 1976 г. Получил диплом с отличием по специальности «Электронные вычислительные машины» и квалификацию инженера-электрика. На кафедре «Вычислительная техника» работал с 01.08.1976 г. по 31.08.1979 г. ассистентом, с 20.12.1983 г. по 12.06.1990 г. старшим преподавателем, с 13.06.1990 г. по 31.08.1998 г. доцентом. Кандидатскую диссертацию защитил 11.04.1984 г. в Ленинградском электротехническом институте имени В. И. Ульянова (Ленина). Ученое звание доцента по кафедре вычислительной техники получил 22.10.1992 г. 16 февраля 2011 г. Владимиру Георгиевичу присвоено звание профессора по кафедре программного обеспечения после того, как подготовленные им студенты победили на всемирной олимпиаде по программированию.

Во время работы на кафедре «Вычислительная техника» Владимир Георгиевич преподавал дисциплины: «Введение в программирование», «Системное программирование», «Моделирование», «Системный анализ», «Вычислительная техника в инженерно-экономических расчетах», «Компьютерное моделирование», «Конструирование ассемблеров, загрузчиков, микропроцессоров», «Программное обеспечение интеллектуальных систем», «Функциональное программирование», руководил курсовым проектированием по ЦВМ и дипломным проектированием студентов. Владимир Георгиевич имеет более 100 публикаций, 5 авторских свидетельств на изобретения и 7 зарегистрированных программ для ЭВМ.

Владимир Георгиевич награжден благодарностью Главы муниципального образования «город Ижевск», почетным званием «Заслуженный работник народного образования УР», Почетной грамотой Министерства образования РФ, почетным званием «Заслуженный работник высшей школы РФ», благодарностью Президента УР, Почетной грамотой Удмуртской Республики, нагрудным знаком «За развитие научно-исследовательской работы со студентами», медалью «За вклад в реализацию государственной политики в области образования».

В 2023 г. Владимир Георгиевич избран Человеком года в номинации «За публичную деятельность, способствующую формированию положительного имиджа университета».

Тептин Юрий Лаврович родился 24 июля 1943 г. в с. Мазунино Сарапульского района УАССР. В 1960 г. поступил в ИМИ на приборостроительный факультет. В 1965 г. окончил по специальности «Математические и счетно-решающие приборы и устройства», получил квалификацию инженера-электрика. 15 января 1966 г. принят ассистентом на кафедру «МПУ», с 30 сентября 1968 г. старший преподаватель. Вел дисциплины: «Импульсная техника», «Цифровые вычислительные машины», «Теория и проектирование ЭЦВМ», «Основы проектирования микропроцессорных систем». Повышал квалификацию в ЛЭТИ. В 1971–1973 гг. служил в Советской Армии. После возвращения восстановился в должности старшего преподавателя на кафедру «ВТ» и продолжил читать лекции, вести лабораторные занятия, руководить дипломным и курсовым проектированием. С 25 декабря 1974 г. принят в очную

аспирантуру под руководством Г. А. Тихонова. После окончания аспирантуры вновь зачислен ассистентом на кафедру «ВТ».

С января 1978 г. Юрий Лаврович работал инженером-программистом ЭВМ «Минск-32», затем старшим инженером-программистом. С 12.07.1984 г. старший инженер-электроник в филиале ИВЦ приборостроительного факультета (кафедра «ВТ»). 13. 03.1989 г. избран на должность старшего научного сотрудника ЛКАП при кафедре ВТ. 15.03.1990 г. переведен на должность старшего научного сотрудника в лабораторию систем технического зрения. С 20.06.1992 г. – вновь старший преподаватель кафедры «ВТ». Опубликовал более 30 научных статей, имеет 4 авторских свидетельства на изобретения. Работал над диссертацией «Метод и средства структурно-измерительного распознавания для контроля дефектов изделий радиоэлектроники».

Третьяков Владимир Михайлович родился 28 июля 1933 г. в г. Вольске Саратовской области. В 1948–1952 гг. учился в коммунально-строительном техникуме Министерства коммунального хозяйства УАССР. Поступил в Ижевский механический институт в 1952 г. в год его основания. Руководил радиокомитетом института. В 1957 г. окончил ИМИ по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» и получил квалификацию инженера-механика. 6 июля 1957 г. зачислен на должность ассистента кафедры электротехники и приборов. 11 декабря 1959 г. переведен на должность старшего преподавателя только что организованной кафедры математических и счетно-решающих приборов и устройств. Работал на заводе п/я № 74 по созданию станка с программным управлением.

На кафедре Владимир Михайлович вел дисциплины: «Элементы автоматизации», «Элементы математических машин», «Электромагнитная техника», «Математические машины и программирование», «Механические счетно-решающие устройства», «Электрические счетно-решающие устройства», «Элементы автоматики и телемеханики», «Введение в специальность», «Автоматизация проектирования ЦВМ», «Периферийные устройства ЭВМ и систем».

24 октября 1963 г. зачислен в аспирантуру. Кандидатскую диссертацию защитил на тему «Исследование и разработка подсистемы оперативного управления машиностроительным производством массового типа». Осенью 1972 г. был на стажировке в МВТУ имени Баумана. 28 декабря 1973 г. ему присуждена ученая степень кандидата технических наук решением Совета Московского Ордена Ленина и Ордена Трудового Красного Знамени ВТУ имени Н. Э. Баумана. 17 марта 1976 г. присвоено ученое звание доцента по кафедре «Вычислительная техника».

Большую общественную работу Владимир Михайлович проводил в республиканском обществе «Знание». Был в течение 11 лет председателем Совета по науке и технике общества «Знание» Удмуртии. Читал лекции по применению вычислительной техники в народном хозяйстве в рабочих коллективах, для инженерно-технических работников, в школах, ПТУ, а также для руководящих работников ижевских заводов. Много лет избирался и работал председателем ревизионной комиссии профкома ИжГТУ. Был председателем месткома института, членом партбюро института, членом Республиканского обкома профсоюза по народному образованию.

С 1959 по 1980 г. был ответственным исполнителем НИР кафедры по теме «Применение ЭВМ для управления производством», которые проводились для Ижмаша и Механического завода. Все эти работы внедрены на предприятиях. Световое табло о плановом и реальном выпуске мотоциклов, разработанное В. М. Третьяковым, проработало на сборочном конвейере мотоциклов в течение 20 лет при непрерывной трехсменной работе.

Владимир Михайлович подготовил двух кандидатов наук. Повышал квалификацию несколько раз в МВТУ и ЛИТМО. 18 июля 2007 г. ему присвоено ученое звание профессора кафедры «Вычислительная техника». С 1962 по 2009 г. он опубликовал 22 научные работы, 41 учебно-методическую работу, 7 отчетов по НИР, имел 7 авторских свидетельств на изобретения. Среди опубликованных книг можно перечислить следующие: учебные пособия «Периферийные устройства вычислительных машин» объемом 288 страниц, «Введение в вычислительную технику» (222 страницы), совместно с С. В. Моченовым «Введение в вы-

числительную технику» (248 страниц), монография совместно с С. В. Моченовым и В. С. Казаковым «Магнетоника. Магнитные устройства персональных компьютеров» (161 страница), а также «Воспоминания» (41 страница), «Воспоминания для первокурсников» (89 страниц), «Биоритмы» (112 страниц).

В 1995 г. организовал музей вычислительной техники в ИжГТУ. Собирает материалы по выпускникам специальности 22.01 (0608), создал альбом списков и фотографий выпускников, начиная с 1959 г. Выпускница 1959 г. подарила музею вычислительной техники ИжГТУ вымпел запуска космического корабля «Буран» – это историческая реликвия.

Владимиру Михайловичу присвоены звания «Отличник высшей школы СССР (1983), «Заслуженный работник народного образования Удмуртской Республики» (1996), «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации» (2002), он награжден медалью «Ветеран труда» (1990) и Почетной грамотой Государственного совета Удмуртской Республики» (2009).

Хлыбов Владимир Анатольевич после окончания школы № 30 г. Ижевска в 1982 г. поступил в ИМИ. В 1987 г. окончил Устиновский механический институт по специальности «Электронные вычислительные машины» с присвоением квалификации инженера-системотехника. В июне 1990 г. переведен на должность старшего преподавателя в связи с избранием по конкурсу.

Чепкасов Аркадий Григорьевич родился 24 июня 1938 г. в д. Марково Фокинского района Пермской области. С 1952 по 1956 г. учился в Сарапульском электромеханическом техникуме, получил специальность радиотехника. После окончания до марта 1957 г. работал техником Н-Добринского радиоузла Камышинской конторы связи Сталинградской области. Затем техником лаборатории завода имени Орджоникидзе в Сарапуле. С 1957 по 1962 г. учился в ИМИ на радиоинженера. В 1960–1961 гг. работал старшим лаборантом кафедры счетно-решающих устройств. С 21 сентября 1963 г. – инженер-электроник машины «Минск-1». 16 июля 1964 г. избран ассистентом кафедры математических счетно-решающих приборов и устройств, с 11 февраля 1966 г. – старший преподаватель кафедры математических приборов и устройств. Читал курс лекций по аналоговым вычислительным машинам и вел лабораторные работы по курсу «Электронная и полупроводниковая техника». 23 августа 1974 г. уволился из ИМИ. Работал на ижевском машиностроительном заводе в отделе 61 начальником бюро, но одновременно был почасовиком в ИМИ на кафедре «ВТ». В 1976 г. стал руководителем группы внедрения АСУ «Удмуртэнерго».

Юминова Татьяна Филипповна родилась 31 марта 1948 г., по национальности украинка. Училась в ИМИ в 1966–1971 гг., получила специальность инженера-электрика. После окончания института зачислена на должность младшего научного сотрудника лаборатории СНИИ, затем инженером ЛТК. В 1972 г. переведена на должность ассистента кафедры «ВТ». Вела курсы: «Теория и проектирование ЭЦВМ», «Расчет и проектирование элементов ЭВМ», «Каналы ввода-вывода», «Организация ЭВМ, комплексов и систем» и лабораторные работы на «Минск-32».

Татьяна Филипповна проводила нормоконтроль дипломных проектов студентов, постоянно являлась ученым секретарем кафедры «ВТ» и секретарем ГЭК по специальности 0608. Была председателем воспитательного совета П-факультета. Вела агитационную работу в школах города. В сентябре 1982г. была избрана старшим преподавателем кафедры «ВТ» и переизбиралась несколько раз. По распоряжению заведующего кафедрой занималась расчетом штатов кафедры «ВТ», распределением учебной нагрузки, отчетами о ее выполнении. Опубликовала более 20 научных трудов.

Вышеизложенные сведения взяты из документов архива, отдела кадров ИжГТУ и прошлых публикаций автора. В статье не приведены сведения о преподавателях кафедры «Защита информации в компьютеризированных системах», которая некоторое время назад объединялась с кафедрой «Вычислительная техника», сотрудниками подразделений, ранее существовавших при кафедре, а также не обо всех сотрудниках кафедры удалось найти информацию.

Раздел 1
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.932.2

A. T. Akkuzin, Master's Degree Student
I. O. Arkhipov, PhD in Engineering, Associate Professor
M. O. Elancev, Associate Professor
V. S. Zaharov, Master's Degree Student
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Development of a method for segmenting an aerial photograph by texture features
to classify special points of the image**

The article analyzes classical methods of image segmentation based on texture features, as well as methods using neural networks. A convolutional neural network architecture has been developed to classify aerial photograph fragments by the type of underlying surface texture. Based on the results of the experiment, the effectiveness of the chosen neural network architecture is noted and reflection is carried out on the shortcomings that require further improvement.

Keywords: segmentation, textural features, image processing, convolutional neural networks.

Introduction

Computer processing of information from aerial photographs obtained, for example, using unmanned aerial vehicles (UAVs), allows solving problems in the areas of cartography, exploration, mineral exploration, agriculture, forestry and other areas.

One of the ways to process images is segmentation. It is one of the most important tasks to extract useful information from images. Using segmentation, homogeneous areas in the image are identified, for example, zones of forests and settlements. Segmentation is one of the key parts of the process of automating image analysis, since in the future its results influence all subsequent actions: selected objects presentation, features measurement and other higher-level tasks [1].

The authors are faced with the task of classifying the special points of two images in order to obtain the parameters of their mutual shift, rotation and scale for their subsequent comparison. Those parameters can be used for stitching together a panorama or orthomosaic. To achieve this goal it was decided to use segmentation based on texture features of the special point surrounding area [2, 3]. Fig. 1 shows a fragment of a satellite image containing a set of different textures. The most common textures in aerial photography are fields, forests, and settlements (listed in order of increasing texture grain). To simplify the task the authors did not consider textures associated with the water surface. The number of texture classes will be increased in the future experiments.

The purpose of the article is to select the most optimal method of image segmentation based on texture features.



Fig. 1. An example of a satellite image and its texture fragments:
a – original aerial photograph; *b* – field texture; *c* – forest texture; *d* – settlement texture

Analysis of existing segmentation methods based on texture features

1. Classical methods

The classic approach to texture image segmentation is to move from the image itself to a feature vector that describes it using pre-selected filters. The selection of these filters is a non-trivial procedure and depends on the specifics of each task. A large number of studies have been conducted on the topic of selecting the optimal set of filters for segmenting texture images [4, 5, 6]. The following are the most common groups of image segmentation methods.

The first and most fundamental group of methods is based on the calculation of statistical characteristics of the texture area, for instance, Haralick's features [7] and others [1]. Autocorrelation functions, density of differences, series lengths and many others can be used as characteristics as well. The wide variety of existing statistical characteristics and the lack of clear recommendations for their application lead to difficulties in choosing characteristics for solving a specific problem and justifying this choice. Using such features (commonly several features are used together) is computationally complex. [8].

The second group includes structural segmentation methods [9, 10]. They are based on the selection of primitives which are searched according to some pre-known template for each individual texture. Such methods work well for regular artificial textures, but have difficulties when processing natural scenes, and therefore are not suitable for the task of segmenting natural aerial photographs.

The third group consists of methods based on signal processing (wavelet filters, spectral and Fourier spectral filters) [3, 10] describe periodic textures well, but like structural methods, they are not suitable for natural scenes.

The fourth and last group of classical ones includes methods based on models: fractal methods [3, 10, 11] and methods based on a Markov random field [12]. The computational complexity of these methods directly depends on the complexity of the models used.

2. Segmentation methods using neural networks

A modern approach to image segmentation is the use of neural networks. According to the study [13], neural networks demonstrate the ability to combine the above-mentioned methods and integrate them into themselves, due to their ability to self-tune during learning and

create complex nonlinear hyperplanes. Let us present the main advantages and disadvantages of neural networks.

The strength of neural networks is that it is relatively easy to add or remove additional texture classes. It will only be necessary to retrain the network and, perhaps, slightly adjust its architecture.

Another advantage is the possibility of optimization. The neural network itself is ultimately a set of matrices that need to be multiplied. When programming, such operations can be parallelized. More often most of the computing power is spent on training neural networks rather than on calculating the prediction result.

Regarding the problem solved by the authors, there is a popular architecture of neural networks based on the use of convolution operations [14]. Such neural networks are invariant to image rotations and shifts.

The main disadvantage of using neural networks is the collection of a large and correctly labeled dataset, since its size determines the final ability of the network to process new data. Collecting a high-quality dataset can take quite a lot of time and is difficult to automate. The size of the dataset, as well as the complexity of the network architecture, directly affects the duration of its training.

3. Neural network overview

Based on the results of the analysis of segmentation methods, a neural network was chosen because of its adaptability to new data. The network architecture (Fig. 2) consists of three convolutional layers and a fully connected output layer. To prevent the network from overfit a Dropout layer was used after each convolutional layer.

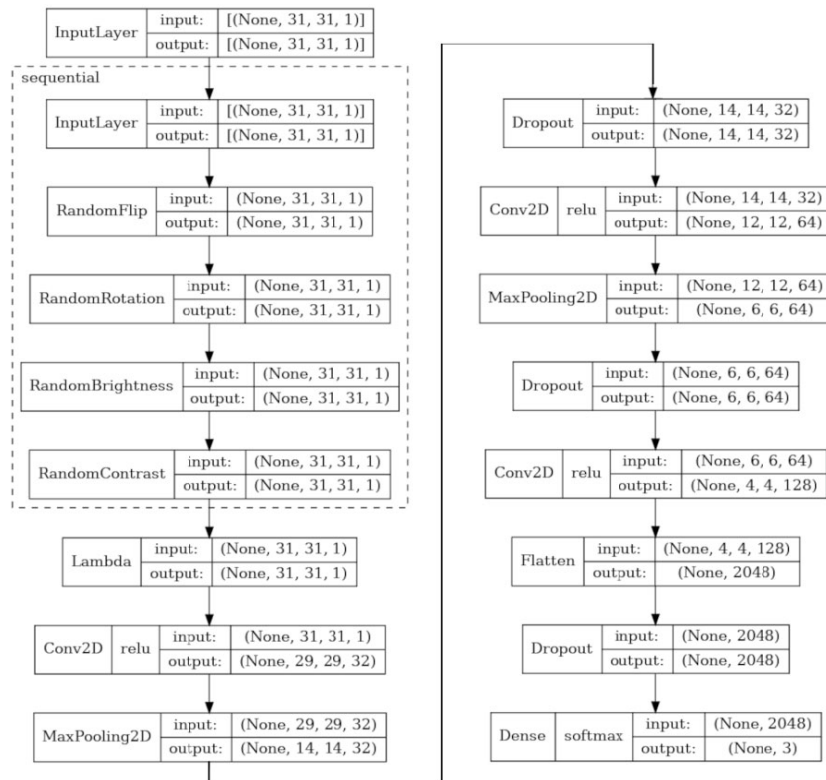


Fig. 2. Neural network architecture

The dataset used to train the network consists of three types of textures: fields, forests and settlements, with 20,000 images of each type. When collecting the dataset, images that contained different types of textures were excluded. The largest number of such images was in the type of settlements due to the forest plantings inside them.

To artificially increase the dataset at the training stage, an augmentation procedure was applied: layers of random flips and rotations were added. To reduce the impact of different brightness and contrast of satellite images, two layers were added to randomly change the brightness and contrast.

As a result of applying the neural network, an image was obtained in which areas classified as forest were marked in green, areas classified as fields were marked in blue, and areas classified as settlements were highlighted in red (Fig. 3).

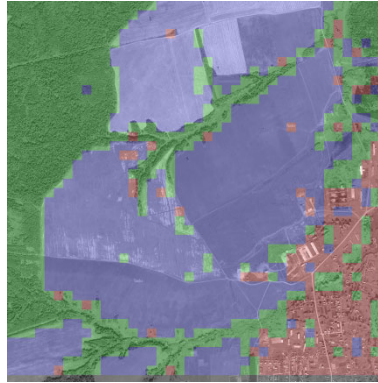


Fig. 3. Results of the neural network

The proposed neural network successfully copes with the segmentation of satellite images. However, some shortcomings have been identified that require improvements:

1) there is a tendency to recognize rare forest areas as settlements. This may be due to the coarse grain texture, which is similar to that of the settlements (Fig. 4, a). In this case, it is necessary to increase the dataset by adding a sufficient number of textures of the specified type, which is a very labor-intensive process due to the small area and high ruggedness of such terrain areas;

2) it is difficult to recognize forest areas in the presence of haze, which smoothes out the texture, reducing its graininess. As a result, the forest may be incorrectly classified as a field, which reduces the accuracy of segmentation (Fig. 4, b);

3) the water surface is recognized as a field due to the smoothness of the water texture. In further research, it would be advisable to add a fourth class of textures associated with the water surface to the dataset.

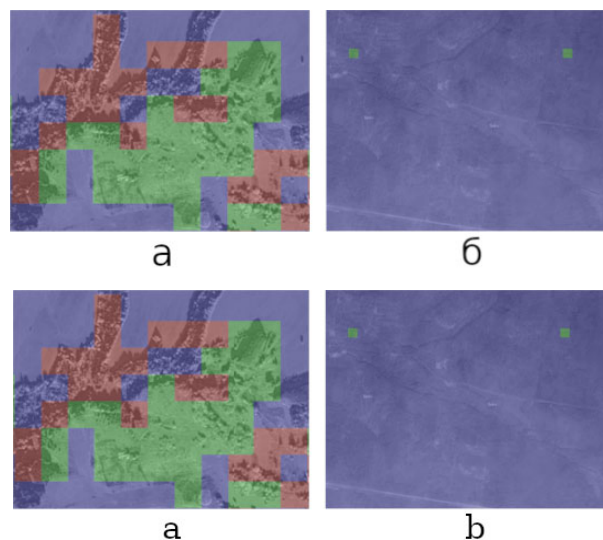


Fig. 4. Example of texture recognition: a – forested ravine, b – forest with haze

Conclusion

A neural network architecture has been developed that makes it possible to classify fragments of an aerial photograph according to the type of texture of the underlying surface into three classes: “forest”, “settlements”, “fields”. If necessary, it can be upgraded for classification into four classes by adding fragments of the water surface to the dataset. The developed neural network allows assigning an attribute or a set of attributes to each special point of the terrain that describes the texture of the special point area.

References

1. Shapiro, L. G., Stockman, G. C. (2001). Computer vision. Prentice Hall.
2. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). Digital Image Processing. Pearson Education.
3. Duda, R. O., & Hart, P. E. (1976). Pattern classification and scene analysis. Wiley.
4. Rahmaninia, M., & Moradi, P. (2018). OSFSMI: Online Stream Feature Selection Method based on mutual information. Applied Soft Computing, 68, 733–746. – Available at: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.08.034> (accessed: 21.03.2024).
5. Ma, B., & Xia, Y. (2017). A tribe competition-based genetic algorithm for feature selection in Pattern Classification. Applied Soft Computing, 58, 328–338. – Available at: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.04.042> (accessed: 21.03.2024).
6. Kutikova, V., & Gaidel, A. (2015). Study of informative feature selection approaches for the texture image recognition problem using laws’ masks. Computer Optics, 39(5), 744–750. – Available at: <https://doi.org/10.18287/0134-2452-2015-39-5-744-750> (accessed: 21.03.2024).
7. Haralick, R. M., Shanmugam, K., & Dinstein, I. (1973). Textural features for Image Classification. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-3(6), 610–621. – Available at: <https://doi.org/10.1109/tsmc.1973.4309314> (accessed: 21.03.2024).

А. Т. Аккузин, магистрант

И. О. Архипов, кандидат технических наук, доцент

М. О. Еланцев, доцент

В. С. Захаров, магистрант

Кафедра «Программное обеспечение»

Ижевский государственный университет имени М. Т. Калашникова

Разработка метода сегментации аэрофотоснимка по текстурным признакам для классификации особых точек изображения

В статье проведен анализ классических методов сегментации изображений по текстурным признакам, а также методов с применением нейронных сетей. Разработана архитектура сверточной нейронной сети для классификации фрагментов аэрофотоснимка по типу текстуры подстилающей поверхности. По итогам эксперимента отмечается результативность выбранной архитектуры нейронной сети и проводится рефлексия над недостатками, требующими дальнейшей работы.

Ключевые слова: сегментация, текстурные признаки, обработка изображений, сверточные нейронные сети.

Д. П. Аляшев, студент
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка подсистемы управления интеллектуальной системы визуального контроля

В работе рассматривается разработка подсистемы управления интеллектуальной системы визуального контроля. Рассматриваются физические компоненты системы, их связи и взаимодействия.

Ключевые слова: система визуального контроля, инспекционная машина, программируемый логический контроллер, шаговый двигатель, драйвер шагового двигателя, камера, датчик, интерфейс, пневматический привод.

Целью работы является разработка подсистемы управления интеллектуальной системы визуального контроля.

Автоматизированные системы контроля, известные как инспекционные машины, предназначены для проверки качества продукции. С помощью разнообразных технологий, таких как датчики, видеокамеры и специализированное ПО, они распознают несоответствия в продукции. Спектр применения систем весьма широк, например, контроль качества производства, работа в пищевой, фармацевтической и автомобильной промышленности.

Инспекционные машины для повышения качества продукции выполняют следующие функции:

- обнаружение дефектов. Проверяют на наличие трещин, царапин или отсутствие компонентов, которые могут повлиять на функциональность и безопасность;
- выявление загрязнений. Производят поиск бактерий и посторонних частиц;
- гарантирование спецификации. Следят за правильными соответствиями веса, размера и цвета;
- отслеживание и контроль производственных процессов, таких как наполнение, упаковка и маркировка [1–3].

В зависимости от конкретных потребностей отрасли используются несколько типов машин:

- 1) системы визуального контроля,
- 2) рентгеновские инспекционные машины,
- 3) оборудование для ультразвукового контроля,
- 4) устройства лазерного сканирования.

Системы визуального контроля, использующие камеры и обработку изображений, играют важную роль в обнаружении дефектов. Они особенно полезны в отраслях, где высоки требования к точности и постоянству качества. Эти системы детально изучают продукцию на предмет мельчайших изъянов, обеспечивая поступление на рынок только самых высококачественных изделий.

ПЛК – программируемый логический контроллер с дискретными и аналоговыми входами/выходами на борту для автоматизации средних и распределенных систем по сети Ethernet и концепцией Industry 4.0.

Контроллеры оптимальны для построения распределенных систем автоматизации, когда расширение входов\выходов ПЛК удаленными модулями Mx210 и связь с другими ПЛК осуществляется по интерфейсу Ethernet.

Основным коммуникационным интерфейсом ПЛК является Ethernet. Контроллер имеет 4 порта Ethernet, 3 из которых объединены в управляемый коммутатор. Это позволяет ис-

пользовать различные сетевые топологии, а также применять контроллер в качестве шлюза между промышленной сетью и сетью предприятия.

ПЛК – это программируемый контроллер с встроенным интерфейсом RS-485. Он предназначен для управления различными технологическими процессами и оборудованием. В состав контроллера входят три входных и три выходных канала, которые могут быть использованы для подключения различных датчиков и исполнительных механизмов. Кроме того, контроллер имеет встроенный источник питания для обеспечения питания датчиков и исполнительных механизмов.

Особенности и преимущества:

- высокая производительность,
- широкие коммуникационные возможности,
- надежность,
- эргономичный корпус,
- возможность эксплуатации в тяжелых условиях.

Для получения более подробной информации о ПЛК рекомендуется посетить сайты производителей [4–6].

Драйвер шагового двигателя – это устройство, предназначенное для управления и регулирования скорости шаговых двигателей. Он обеспечивает стабильную и точную работу системы, а также имеет ряд преимуществ, которые делают его одним из лучших выборов среди драйверов шаговых двигателей на рынке.

Одной из ключевых особенностей драйвера является его способность обеспечивать высокий крутящий момент при низких оборотах, что позволяет использовать его в системах, требующих высокой точности и стабильности. Это особенно полезно в приложениях, где требуется точное позиционирование или повторяемость движений.

Драйвер также обладает встроенным контроллером тока, который позволяет автоматически регулировать ток в обмотках двигателя, обеспечивая оптимальный крутящий момент и эффективность работы системы. Это позволяет избежать перегрева двигателя и снижает общую потребляемую мощность системы.

Для получения более подробной информации о драйверах шагового двигателя рекомендуется посетить сайты производителей [7–8].

Для работы машины ПК подключается к драйверу через интерфейс RS-485, который подключается непосредственно к шаговому двигателю, который позволяет регулировать высоту положения камеры. Команды для управления передаются оператором через пользовательский интерфейс, откуда они передаются в драйвер, который в свою очередь управляет шаговым двигателем.

По грипперному конвейеру передвигаются некоторые объекты, над которыми проводится визуальный контроль с помощью камер, расположенных на всей протяженности конвейера. Положение камер настраивается через пользовательский интерфейс. Перед каждой камерой расположен датчик, считывающий движение, который подключен к ПЛК. Также данный ПЛК подключен к осветителям. При прохождении объекта через датчик включается соответствующий осветитель и на камеру подается команда на захват изображения. При выявлении у проверяемого объекта дефектов от ПЛК подается команда на подключенный к нему пневматический привод, который снимает с конвейера бракованный объект.

На рис. 1 представлена схема описанной выше системы. На рис. 2 представлена схема движения исследуемого объекта.

Для разработки подсистемы управления электроприводами системы визуального контроля требуется установка пакета Synapse, который позволяет работать с внешними устройствами через СОМ-порты. Данный пакет содержит в себе следующий класс TBlockSerial, благодаря которому программа отправляет заданные команды на ПЛК и драйвер, которые, в свою очередь, управляют внешними устройствами.

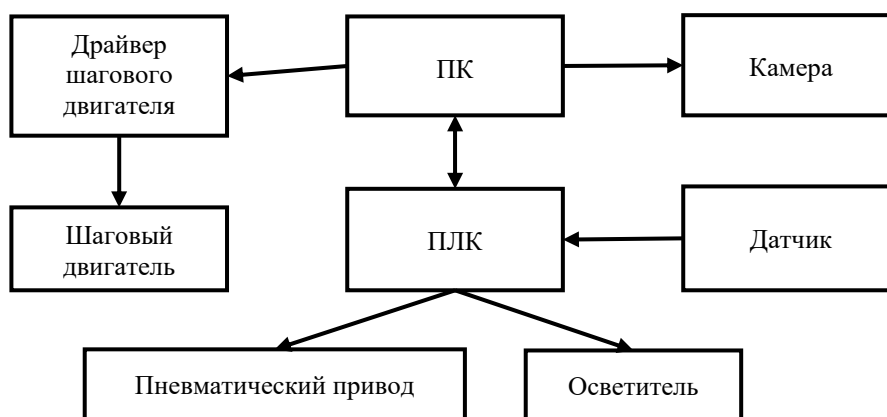


Рис. 1. Схема взаимодействия ПЛК и драйвера шагового двигателя с другими элементами системы

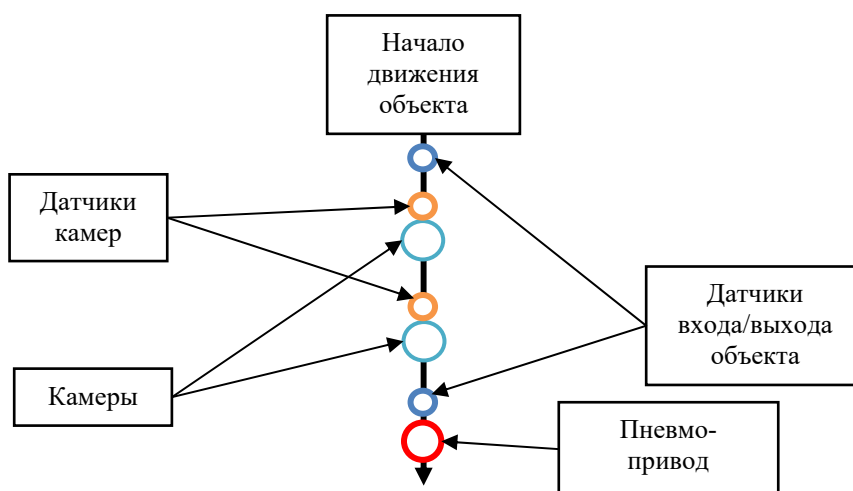


Рис. 2. Схема движения исследуемого объекта

При нажатии и удержании кнопки, отвечающей за движение шагового двигателя, программой отдается команда на подключение к драйверу. После чего на данный драйвер подается команда на начало движения шагового двигателя, что приводит в движение кронштейн, к которому закреплена камера машинного зрения.

При необходимости остановки движения кронштейна с камерой требуется отпустить кнопку, описанную ранее. При прекращении взаимодействия с данной кнопкой программой отдается команда на подключение к драйверу. После чего на данный драйвер подается команда на завершение движения шагового двигателя, что останавливает движение кронштейна с камерой.

При необходимости движения кронштейна с камерой в противоположном направлении нажимается и удерживается соответствующая кнопка. При таком взаимодействии с данной кнопкой программой отдается команда на подключение к драйверу. После чего на данный драйвер подается команда на инвертированное движение шагового двигателя, что приводит к движению кронштейна с камерой. При необходимости остановки движения кронштейна с камерой требуется прекратить взаимодействие с описанной выше кнопкой.

Работа пневматического привода осуществляется без участия оператора. При движении по конвейеру бракованной продукции с помощью изображений, полученных с камер машинного зрения и нейронной сети, система будет проводить проверку продукции на предмет брака. При обнаружении нейронной сетью брака с ПЛК передается сигнал на пневматический привод на сброс брака и, при прохождении бракованной продукции через датчик, брак сбрасывается с конвейера.

В данной работе была рассмотрена возможная реализация подсистемы управления интеллектуальной системы визуального контроля, представлены составляющие компоненты данной системы и их взаимодействие.

Список использованных источников и литературы

1. The Importance of Inspection Machines in Ensuring Product Quality. – URL: <https://www.360iresearch.com/library/blog/inspection-machine> (дата обращения: 10.01.2024).
2. What are Inspection Machines, and What Are Their Uses. – URL: <https://nycnewsly.com/what-are-inspection-machines-and-what-are-their-uses/> (дата обращения: 11.01.2024).
3. Инспекционные машины – эффективный способ контроля качества готовой продукции. – URL: <https://promo.tka4enko.ru/partners/avrora/news/inspektionnye-mashiny-effektivnyj-sposob-kontrolya-kachestva-gotovoj-produktsii> (дата обращения: 13.01.2024).
4. Главная – ТО «ОВЕН-ЭНЕРГО». – URL: <https://owen-russia.ru/> (дата обращения: 11.01.2024).
5. Автоматизация котельных, шкафы автоматики, программируемые контроллеры, частотные преобразователи – ООО Конструкторское Бюро АГАВА. – URL: <https://www.kb-agava.ru/> (дата обращения: 11.01.2024).
6. Системы автоматизации | RievTech. – URL: <https://rievtech.ru/> (дата обращения: 12.01.2024).
7. Stepper Motor Manufacturer-Stepper Motor Driver-Stepper Servo Motor-Intelligent Electromechanical. – URL: <http://rtelligent.net/index.html> (дата обращения: 12.01.2024).
8. Leadshine.ru. – URL: <https://leadshine.ru/> (дата обращения: 12.01.2024).

D. P. Alyashev, Student
Department of Information Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of the management subsystem of the intelligent visual control system

In this paper, the development of a control subsystem for an intelligent visual control system is considered. The physical components of the system, their connections and interactions are considered.

Keywords: visual inspection system, inspection machine, programmable logic controller, stepper motor, stepper motor driver, camera, sensor, interface, pneumatic actuator.

А. О. Бизяева, магистрант

М. О. Еланцев, доцент

Кафедра «Программное обеспечение»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Обзор моделей обнаружения и классификации объектов на изображении в задаче поиска видео по содержанию

В статье рассмотрена задача анализа видеoinформации, с которой придется столкнуться при разработке программного продукта, способного анализировать информацию из видео и предлагать пользователям фрагменты видео, соответствующие текстовому описанию. Описаны подходы, применяемые для задачи анализа видеoinформации. Кратко описаны принципы работы трех моделей, способных обнаруживать и классифицировать объекты на изображении, проведена оценка моделей и выбрана лучшая.

Ключевые слова: видеоанализ, обнаружение объектов, классификация объектов, оценка модели.

Введение

В современном мире большую популярность имеют видеохостинги, предоставляющие услуги хранения, доставки и показа видео. При создании видеоконтента создатели часто прибегают к использованию коротких видеофрагментов других авторов. Для создания сервиса по поиску видеофрагментов по текстовому описанию необходимо выполнить несколько этапов:

1. Анализ аудио- и видеoinформации.
2. Сегментация видео.
3. Сравнение полученных сегментов с текстовым описанием, введенным пользователем.

Под анализом информации следует подразумевать преобразование аудио в текст и распознавание объектов на кадрах видеозаписи. Для проведения анализа видеoinформации будет применяться модель классификации объектов, которая позволит сформировать текстовые метки для кадров видео. Для анализа аудиодорожки применяются модели распознавания и транскрипции речи в текст с последующим осмыслением текста. На основе полученных результатов в дальнейшем будет проведена сегментация видео.

Под сегментацией видео необходимо понимать процесс разделения видео на отдельные сегменты на основе содержания аудио- и видеoinформации.

В данной статье рассмотрена задача анализа видеoinформации. А также приводится обзор и оценка моделей классификации объектов и выбрана лучшая.

Основная часть

Анализ видеoinформации – это сложный процесс, который включает несколько задач: обнаружение объектов, слежение за объектами и классификация объектов. В настоящее время разработано несколько подходов для задач анализа видеoinформации:

1. Методы на основе ключевых особенностей. Подразумевают поиск признаков объектов на изображении (контуры, углы, структуры).
2. Методы на основе шаблонов. Подразумевают сравнение изображений с заданными шаблонами.
3. Модели глубокого обучения. Подразумевают использование сверточных нейронных сетей, которые автоматически обрабатывают изображения, выделяя важные характеристики объекта без явного указания, что именно искать.

При работе с видео, в отличие от работы с изображениями, разработчики могут столкнуться с несколькими вызовами. В первую очередь, необходимо учитывать продолжительность видео, оно может содержать тысячи или миллионы кадров и объектов на них. Эта особенность создает дополнительные требования к вычислительной мощности и объему данных, которые должны быть учтены в решении задач анализа видео.

Во-вторых, следует учитывать, что объекты на видео постоянно двигаются, появляются или исчезают. Отслеживание объектов требует специализированных алгоритмов, обладающих высокой точностью распознавания объектов независимо от их местоположения и формы.

В-третьих, объекты на видеозаписях часто взаимодействуют друг с другом, меняют свою форму или размер. Все это может вызвать проблемы при распознавании и отслеживании объектов.

Из-за этих сложностей наиболее популярными методами для обработки видеoinформации являются модели глубокого обучения, которые лучше всех справляются с данными вызовами, но также обладают своими преимуществами и недостатками.

Преимущества моделей глубокого обучения:

1. Способны автоматически извлекать признаки на ранее размеченных обучающих данных, что позволяет в дальнейшем лучше распознавать и классифицировать объекты.
2. Существует класс моделей, способных обрабатывать изображения в режиме реального времени.
3. Обрабатывают большие объемы информации, выявляя сложные и тонкие зависимости в ней.

Недостатки моделей глубокого обучения:

1. Требуют больших объемов размеченных данных при обучении моделей для достижения высокой точности.
2. Требуют значительных вычислительных ресурсов и специализированного оборудования в процессе обучения моделей, такого как *GPU*.
3. Модель может переобучаться, это приводит к тому, что модель показывает высокую точность на тренировочных данных, но плохо справляется с новыми данными.

Обзор моделей обнаружения и классификации объектов

На этапе анализа видеoinформации будет применяться модель для обнаружения и классификации объектов с целью сегментации видео по классам объектов. Кратко опишем три модели обнаружения и классификации объектов, которые представлены в открытом доступе.

1. *YOLOv8* – современная система обнаружения в режиме реального времени, которая применяет *CNN* один раз ко всему изображению сразу. Изображение делится на квадратную сетку. Для каждой ячейки изображения *CNN* выводит вероятности определяемого класса. Ячейки, имеющие вероятность класса выше порогового значения, выбираются и используются для определения местоположения объекта на изображении. Благодаря такому подходу сеть обладает высокой скоростью и точностью обнаружения [1].

Для анализа работы сети, результаты которой приведены ниже, была взята модель *YOLOv8n*, которая предназначена для обнаружения и обучена на готовом наборе данных (датасете) *COCO* на трех эпохах. Датасет *COCO* включает в себя 80 категорий объектов, в том числе такие распространенные предметы, как автомобили, велосипеды и животные, а также более специфические категории, такие как зонты, сумки и спортивный инвентарь. *COCO* содержит 330 тысяч изображений, причем 200 тысяч изображений имеют аннотации для задач обнаружения объектов, сегментации и создания надписей.

2. *DenseNet* – плотная сверточная сеть, соединяет каждый слой с каждым другим слоем в режиме передачи вперед. В то время как традиционные сверточные сети со слоями L имеют L -соединения (по одному между каждым слоем и его последующим уровнем), наша сеть имеет прямые соединения $L(L+1)/2$. Для каждого слоя карты характеристик всех предыдущих слоев используются в качестве входных данных, а его собственные карты признаков

используются в качестве входных данных для всех последующих слоев. *DenseNet* имеет несколько преимуществ: они облегчают проблему градиента спуска, усиливают распространение функций, поощряют повторное использование функций и значительно сокращают количество параметров [2]. Важно выделить, что модель классифицирует объекты, но не определяет их местоположение на изображении, то есть не выполняет задачу локализации.

Для анализа работы сети, результаты которого приведены ниже, была взята модель *DenseNet121*, которая состоит из 121 слоя и четырех *Dense* блоков, каждый из которых содержит несколько слоев [3]. Модель обучена на датасете *ImageNet*. Набор данных *ImageNet* содержит 14 197 122 аннотированных изображения в соответствии с иерархией *WordNet*. Публично опубликованный набор данных содержит набор аннотированных вручную тренировочных изображений [4].

3. *DETR (End-to-End Object Detection) model with ResNet-50 backbone* – архитектура, которая использует сверточную нейронную сеть *ResNet-50* в качестве основы (*backbone*) для извлечения признаков из изображений. Она состоит из нескольких блоков свертки и пулинга, что позволяет извлекать более абстрактные признаки из входных изображений. Далее признаки передаются трансформерному энкодеру (*Transformer encoder*) для прогнозирования классов объектов и их положений. Для учета позиционной информации о признаках изображения используется трансферный декодер (*Transfer decoder*), который добавляет информацию о расположении пикселей в изображении. Окончательный прогноз вычисляется с помощью трехслойного персептрона с функцией активации *ReLU* и скрытым измерением *d*, а также слоем линейной проекции. Сеть прямой связи (*Feed-forward networks*) *FFN* предсказывает нормализованные координаты центра, высоту и ширину прямоугольника относительно входного изображения, а линейный слой предсказывает метку класса с помощью функции *softmax* [5]. Модель обучена на датасете *COCO*.

Оценка качества работы моделей

Оценим каждую из рассмотренных моделей и выберем лучшую из них. Для оценки качества работы моделей получим значение метрики «*mean average precision*» (*mAP*) на открытом наборе данных *COCO*. *mAP* – это среднее значение *AP* по всем классам. *mAP* является обобщенной метрикой, которая усредняет качество детектирования по всем классам и дает общую оценку производительности модели. *mAP* вычисляется по формуле

$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AP_i, \quad (1)$$

где *AP* – это метрика, которая измеряет точность детектирования объектов на изображении. *AP* вычисляется для каждого класса отдельно как среднее значение точности (*precision*) при различных уровнях полноты (*recall*).

Precision вычисляется по формуле

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP}, \quad (2)$$

где *TP* – истинно положительное решение: прогноз совпал с реальностью; *FP* – ложноположительное решение: модель предсказала положительный результат, а на самом деле он отрицательный. Точность (*Precision*) показывает, какую долю объектов, распознанных как объекты положительного класса, мы предсказали верно.

Recall вычисляется по формуле

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN}. \quad (3)$$

Полнота (*Recall*) показывает, какую долю объектов, реально относящихся к положительному классу, мы предсказали верно. *AP* вычисляется по формуле:

$$AP = \sum_{k=0}^{k=n-1} [Recalls(k) - Recalls(k+1)] * Precisions(k), \quad (4)$$

где $Recall(k) = 0$, $Precision(n) = 1$, $n = \text{number of thresholds}$.

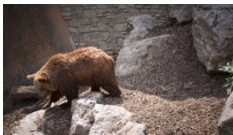
Чем выше значение mAP , тем лучше качество работы модели обнаружения и классификации объектов на изображениях. Значение метрики mAP для каждой модели представлено в табл. 1.

Таблица 1. Значение метрики mAP

Метрика\Модель НС	<i>YOLO v8</i>	<i>DenseNet</i>	<i>Detr</i>
mAP	0.4667	0.3371	0.4935

В табл. 2 представлены результаты распознавания для трех изображений.

Таблица 2. Результаты распознавания

Изображение\Модель	Результат распознавания		
	<i>YOLO v8</i>	<i>DenseNet</i>	<i>Detr</i>
	1 bear	Brown bear, American black bear, Echidna, sloth bear, marmot	bear
	person, bench	swimming trunks, croquet ball, sarong, park bench, maze	person, backpack, bench
	3 car, stop sign	minivan, cab, beach wagon, convertible, car wheel	car, stop sign, car, car

В результате оценки лучшей моделью является *Detr*. У данной модели показатель mAP выше всех, следовательно, данная модель лучше всех справляется с задачей классификации и обнаружения объектов на изображении.

Вывод

В статье был проведен обзор и анализ моделей обнаружения и классификации объектов на изображениях с целью выявить наилучшую модель. По результатам анализа *Detr* оказалась лучшей моделью с самым высоким значением метрики mAP по сравнению с другими моделями. Именно *Detr* будет применяться для сегментации видео по классам объектов на этапе анализа видеoinформации в задаче поиска видео по содержанию.

Список использованных источников и литературы

1. Техническое описание нейронной сети YOLO. – URL: <https://docs.ultralytics.com/models/yolov8/> (дата обращения: 23.03.2024).
2. DenseNet by PyTorch Team. – URL: https://pytorch.org/hub/pytorch_vision_densenet/ (дата обращения: 23.03.2024).
3. Gao Huang, Zhuang Liu, Laurens van der Maaten, Kilian Q. Weinberger. “Densely Connected Convolutional Networks”. – URL: <https://arxiv.org/abs/1608.06993> (дата обращения: 24.03.2024).
4. ImageNet. – URL: <https://paperswithcode.com/dataset/imagenet> (дата обращения: 27.03.2024).

5. Nicolas Carion★, Francisco Massa★, Gabriel Synnaeve, Nicolas Usunier, Alexander Kirillov, and Sergey Zagoruyko. “End-to-End Object Detection with Transformers”. – URL: <https://arxiv.org/abs/2005.12872> (дата обращения: 23.03.2024).

A. O. Bizyaeva, Master’s Degree Student
M. O. Elantcev, Associate professor
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Overview of models for detecting and classifying objects in an image in the video content search task

The article considers the task of analyzing video information, which will have to be faced when developing a software product capable of analyzing information from a video and offering users video fragments corresponding to a textual description. The approaches used for the task of analyzing video information are described. The principles of operation of three models capable of detecting and classifying objects in the image are briefly described, the models are evaluated and the best one is selected.

Keywords: video analysis, object detection, classification of objects, evaluation of the model.

М. В. Боднар, студент
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Подсистема поиска дефектов с использованием нейронной сети для интеллектуальной системы визуального контроля

Рассматривается разработка подсистемы поиска дефектов с применением нейронной сети в интеллектуальной системе визуального контроля. Описывается процесс разработки и средства, используемые для реализации системы.

Ключевые слова: интеллектуальная система, нейронная сеть, подсистема, визуальный контроль, клиент, сервер, клиент-серверная архитектура.

Проблема дефектов стеклянных изделий является актуальной проблемой в производстве стеклянных изделий. Обнаружение этих дефектов имеет решающее значение для обеспечения качества производства стеклянных изделий, а также время обнаружения этих дефектов. Сейчас в большинстве производств визуальный контроль производится посредством человеческого вмешательства, то есть проверку на дефекты осуществляет человек, что может занимать немалое количество времени. Данная работа направлена на уменьшение человеческого фактора во время производственных работ при изготовлении стеклянных изделий.

Визуальный машинный контроль дефектов стекла – это процесс обнаружения и классификации различных видов дефектов, возникающих на поверхности стекла. Данная технология является неотъемлемой частью стекольной промышленности и используется для обеспечения качества продукции и повышения ее конкурентоспособности на рынке.

Цель работы: разработать подсистему контроля дефектов с помощью нейронных сетей для машины визуального контроля.

Разрабатываемая информационная система для распознавания образов посредством применения искусственной нейронной сети предназначена для определения дефектов стеклотары. Значение дефектов зависит от степени их проявления, но в большей степени определяется группой, к которой они относятся. Дефекты можно классифицировать следующим образом:

- значительные дефекты – опасны для потребителя или приводят к полной непригодности тары, например по причине нетоварной формы или в случаях неполного заполнения отливочной формы;
- серьезные недостатки – значительно снижают возможность практического применения тары или вредны для ее содержимого;
- мелкие недостатки – не снижают возможности практического применения тары, но ухудшают ее внешний вид или делают менее привлекательной для потребителя.

Для данной системы была выбрана сверточная нейронная сеть, так как она является наиболее эффективным и успешным подходом к задачам распознавания образов по нескольким причинам:

1. Иерархическая структура. CNN обладают иерархической структурой, которая позволяет извлекать признаки изображения на разных уровнях абстракции. Слои свертки и пулинга позволяют автоматически выделять важные признаки из изображения, начиная с низкоуровневых (края, текстуры) и заканчивая высокоуровневыми (объекты, лица).
2. Специализация фильтров. Сверточные слои CNN содержат фильтры, которые специализированы на определенных признаках, таких как границы, углы, текстуры и т. д. Это позволяет сети эффективно выявлять различные характеристики изображения.

3. Разделяемые веса. В сверточных слоях CNN используются разделяемые веса, что позволяет сети обучаться на различных частях изображения и обобщать полученные знания на другие участки изображения.

4. Инвариантность к сдвигам и искажениям. CNN обладают свойством инвариантности к небольшим сдвигам и искажениям изображения, что делает их устойчивыми к некоторым видам шума и изменений.

5. Способность к обучению на больших объемах данных. Сверточные нейронные сети имеют способность эффективно обучаться на больших объемах данных, что позволяет им достигать высоких результатов в задачах распознавания образов.

Благодаря этим характеристикам сверточные нейронные сети являются наилучшим выбором для задач компьютерного зрения и распознавания образов на изображениях.

Анализ возможных дефектов и схемы оборудования показал, что основные требования к системе распознавания дефектов можно сформулировать в следующем виде [1–4]:

1. Система должна быть устойчива к ошибкам или иным факторам, которые могут влиять на работу системы.

2. Система должна быть кроссплатформенной.

3. Интерфейс системы должен быть простым для понимания обычным пользователем.

4. Система должна уметь подключаться к внешним интерфейсам для передачи и получения данных.

5. Система может быть доступной к расширению.

Задачи, которые должна решать система:

- предоставить возможность пользователю работать с машиной посредством графического пользовательского интерфейса;

- хранить, обрабатывать и передавать данные между устройствами;

- облегчить работу по поиску дефектов на поверхности стекла.

Система основана на клиент-серверной технологии, включающей сервер искусственной нейронной сети. В качестве сервера искусственной нейронной сети, принимающего изображение из основной программы, применен Rest API Flask [5]. Сервер передает поступившее изображение для обработки в искусственную нейронную сеть. На рис. 1 приведена схема взаимодействия модулей системы. На рис. 2, 3 приведены схемы состояния системы.

Обработка изображения может быть проведена как путем общей классификации объекта (есть дефект, нет дефекта), так и по технологии объектного поиска. Объектный поиск позволяет определять конкретные детали дефекта стекла (сколы, выпуклости, трещины), для решения данной задачи используется готовая модель YOLO (You look at once).

Преимущества YOLO:

1. Способна работать в реальном времени благодаря своей способности предсказывать объекты в одной операции, что делает ее достаточно эффективной для приложений, где требуется быстрая обработка видео или изображений.

2. Способна обнаруживать различные классы объектов на изображениях с высокой точностью.

3. Проста в реализации и использовании.

4. Способна одновременно обнаруживать несколько объектов на изображении.

Алгоритм работы системы распознавания образов:

1. Запуск серверного окружения на определенном домене (как правило, локальный домен 127.0.0.1) и порту (порт выбирается из списка доступных на используемой машине) для последующего доступа к нему из основного приложения.

2. Получение данных от клиента.

3. Хранение и использование модели нейронной сети.

4. Обработка полученных данных от нейронной сети.

5. Отправка ответа клиенту. Ответ содержит сведения о расположении объекта на изображении в виде массива, где элемент массива также является массивом с точками располо-

жения объектов, где первые две точки – это координаты начала прямоугольника, последние две точки – конец прямоугольника. Результат показан на рис. 2.

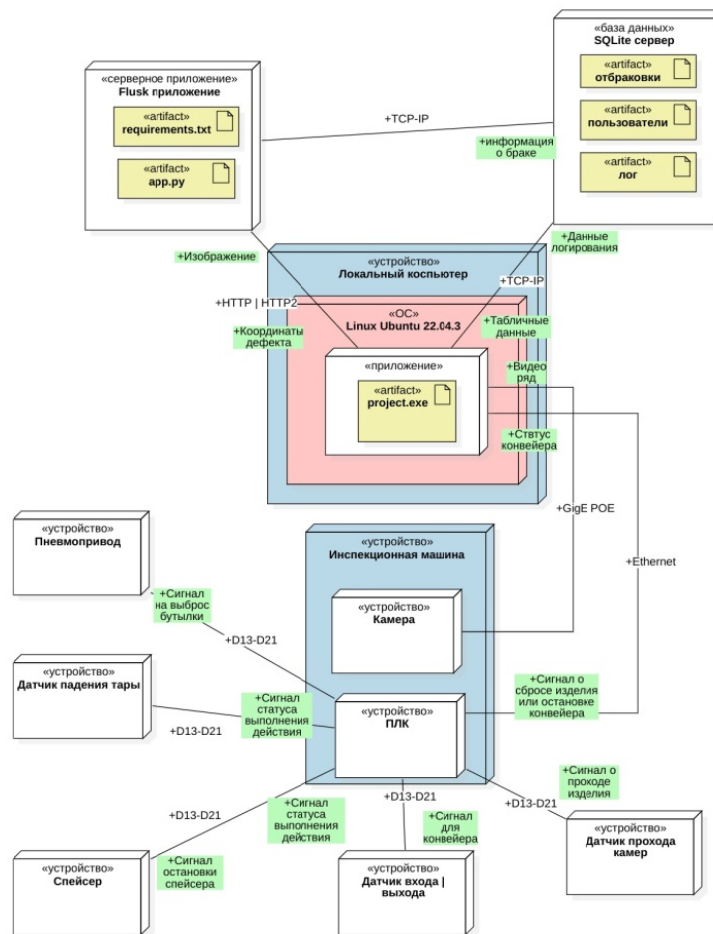


Рис. 1. Диаграмма развертывания системы

```
{
  "data": [
    [
      249.990234375,
      184.52517700195312,
      423.07562255859375,
      249.98593139648438
    ],
    [
      164.12158203125,
      91.46904754638672,
      352.3612060546875,
      164.75384521484375
    ]
  ]
}
```

Рис. 2. Результат работы сервера

Для лучшего понимания системы описываются диаграммы состояния. Они используются для выявления всех состояний системы и переходов между ними. Система отображает

состояния и переходы, а также события, которые влияют на эти переходы. Кроме этого она помогает визуализировать весь жизненный цикл объектов и, таким образом, помогает лучше понять системы, основанные на состояниях.

На рис. 3 и 4 представлены схемы состояния машины во время производственного процесса.

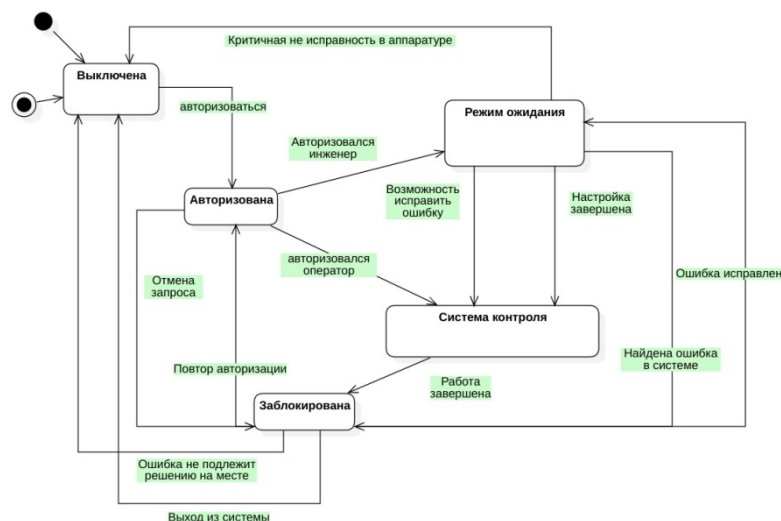


Рис. 3. Диаграмма состояния машины

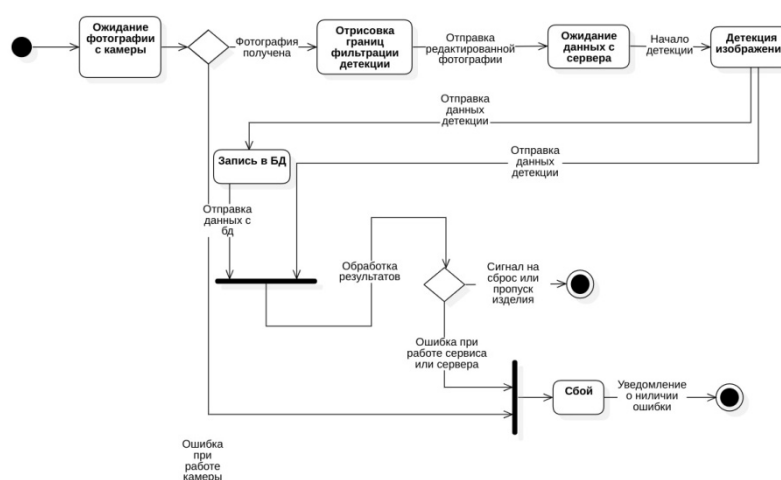


Рис. 4. Диаграмма деятельности «Процесс контроля»

В результате выполнения работы по автоматизации поиска дефектов с использованием нейронной сети для интеллектуальной системы визуального контроля можно сделать вывод о значительном потенциале этого подхода. Нейронные сети показывают высокую эффективность в распознавании различных типов дефектов на изображениях, что может значительно улучшить и упростить процесс контроля качества продукции. Последующее развитие и оптимизация подобных систем могут привести к улучшению производственных процессов и повышению качества конечной продукции.

Список использованных источников и литературы

1. What is User Interface (UI)? Definition, Examples and Best Practices. – URL: <https://try-mata.com/blog/2023/10/26/what-is-user-interface-ui/> (дата обращения: 15.01.2024).
2. Основные принципы проектирования пользовательского интерфейса. – URL: <https://studfile.net/preview/423781/> (дата обращения: 15.01.2024).

3. Проектирование и дизайн интерфейсов. – URL: <https://askusers.ru/blog/pravila/proektirovanie-dizayn-interfeysov/> (дата обращения: 15.01.2024).
4. Этапы разработки пользовательского интерфейса. – URL: <https://sibdev.pro/blog/articles/etapy-razrabotki-polzovatelskogo-interfejsa> (дата обращения: 15.01.2024).
5. Flask. – URL: <https://flask.palletsprojects.com/en/latest/> (дата обращения: 15.01.2024).

M. V. Bodnar; Student
Department of Information Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**A subsystem for searching for defects using a neural network
for an intelligent visual inspection system**

The development of a defect search subsystem using a neural network in an intelligent visual control system is considered. The development process and the tools used to implement the system are described.

Keywords: intelligent system, neural network, subsystem, visual control, client, server, client-server architecture.

Е. Д. Бойко, магистрант, специалист
ЗАО «Ижевский нефтяной научный центр»
М. М. Горохов, доктор физико-математических наук, профессор
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

QR-коды в системе инвентаризации и учета предприятия на примере организации нефтегазовой отрасли

Предпосылкой рассмотрения данной темы послужила необходимость уменьшения трудозатрат во время процесса инвентаризации: более тщательное отслеживание и планирование основных средств предприятия. В работе анализируется процесс инвентаризации по локально нормативным документам ЗАО «ИННЦ» и предлагается вариант автоматизации данного процесса при помощи меток. Благодаря проведенному анализу подобран оптимальный вид меток для проведения инвентаризации – QR-код. Использование QR-кодов при проведении инвентаризации позволит решить главную проблему – отсутствие возможности оперативно вносить информацию при проведении инвентаризации, что приводит к увеличению трудоемкости процесса и вероятности наличия ошибок и недочетов.

Ключевые слова: инвентаризация, система, QR-код, процесс, материально ответственное лицо, имущество, автоматизация.

Инвентаризация – фактический пересчет всех средств и имущества, которые числятся на балансе организации. Это один из главных бизнес-процессов предприятия. От того, насколько качественно он выполняется, зависит фактический учет и своевременная замена имущества предприятия. Пересчитывать имущество вручную долго и нецелесообразно, особенно если речь идет о крупном предприятии, где за каждым материально ответственным числятся тысячи единиц оборудования, техники, мебели. Основные виды инвентаризации выделяются:

- по объектам инвентаризации,
- по месту нахождения имущества,
- по материально-ответственному лицу,
- по структурным подразделениям.

Проведение инвентаризации в ЗАО «ИННЦ» не автоматизировано, что влечет за собой:

- длительность процесса инвентаризации;
- отвлечение производственных сотрудников, определенных в комиссию по инвентаризации, на период проведения инвентаризации от своих должностных обязанностей;
- наличие человеческого фактора при проведении инвентаризации, а значит, вероятность возникновения ошибок и недочетов.

Анализ процесса инвентаризации реализовался в рамках стратегии компании «Технологический прорыв и цифровизация по всему периметру бизнеса».

Проведение контроля наличия и текущего состояния по отдельным рабочим местам или местам хранения особенно актуально для крупных производств:

- при переезде или смене рабочего места,
- приеме или увольнении сотрудников,
- активном штатном росте,
- смене МОЛ.

Инвентаризация – проверка наличия, состояния и оценки имущества и обязательств организации. Цели инвентаризации – выявление фактического наличия и состояния имуще-

ства, сопоставление фактического наличия имущества данным бухгалтерского учета, проверка полноты отражения в учете обязательств. По ЛНД: «Регламент бизнес-процесса ЗАО «ИННЦ» Инвентаризация активов и обязательств № ПЗ-07 РГБП-0381 ЮЛ-030 версия 2» (далее «Регламент») выделяются определенные участники бизнес-процесса: кадровая служба, лицо, ответственное за сохранность имущества (руководитель структурного подразделения, ответственный за поступление/выбытие/перемещение/контроль/сохранность/исправность имущества).

В соответствии с Федеральным законом от 06.12.2011 № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете», приказом Минфина РФ от 13.06.1995 № 49 «Об утверждении Методических указаний по инвентаризации имущества и финансовых обязательств» инвентаризации подлежат все активы общества, независимо от его местонахождения, а также все виды обязательств. В соответствии с этим выделяются виды инвентаризации в ЗАО «ИННЦ», представленные в таблице.

Виды инвентаризации в ЗАО «ИННЦ»

№	Критерий	Вид инвентаризации	Отличительные особенности инвентаризации
1	2	3	4
1	По обязательности проведения	Обязательная	Проводится в обязательном порядке в соответствии с законодательством Российской Федерации, определяющим порядок проведения инвентаризации активов и обязательств (может быть плановой и внеплановой)
		Инициативная	Проводится по решению руководителя Общества, а также по инициативе акционеров Общества, в пределах предоставленных им полномочий
2	По периодичности	Плановая	Проводится в установленные утвержденным планом Общества и порядком проведения инвентаризации сроки
		Внеплановая	Проводится по решению руководителя Общества вне утвержденного плана для обеспечения дополнительного контроля за сохранностью отдельных видов имущества либо в случаях, предусмотренных законодательством
3	По степени охвата	Полная	Инвентаризации подвергаются все объекты инвентаризации
		Выборочная	Проверке подлежит один или несколько видов активов и обязательств
			Проверке подвергаются объекты инвентаризации конкретного МОЛ
4	По методу проведения	Натуральная	Состоит в непосредственном наблюдении объектов имущества и определении их количества путем подсчета, взвешивания, обмера
		Документальная	Состоит в проверке документального подтверждения наличия объектов инвентаризации

В перечисленных выше видах инвентаризации отсутствуют такие виды, как: инвентаризация по структурным подразделениям, по объектам имущества. Инвентаризация проводится по основным этапам, которые, в свою очередь, делятся на подэтапы.

Выделяются следующие основные этапы:

1. Подготовительный этап.
2. Проведение инвентаризации.
3. Окончание инвентаризации.
4. Подведение итогов инвентаризации.

На следующем рисунке представлен действующий процесс инвентаризации без подготовительного этапа.

Изучив способы проведения инвентаризации и проанализировав процесс инвентаризации в ЗАО «ИННЦ», в своей работе предлагаем автоматизировать этапы, выделенные на рис. 1, при помощи проведения инвентаризации с помощью меток.

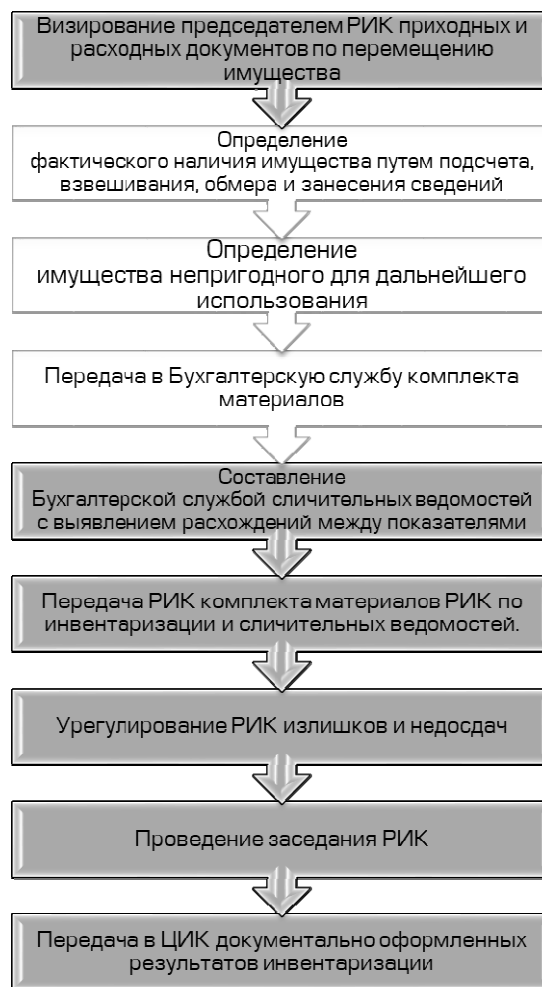


Рис. 1. Процесс инвентаризации по действующему ЛНД

Как видно из рис. 1, который включает в себя проведение инвентаризации и ее окончание, на проведение данного процесса требуется как минимум 9 этапов, не включая подготовки к нему. Основные трудозатраты в данных процессах приходятся на этап 2, 3 и 4, которые связаны с работой инвентаризационной комиссии по занесению объектов, что включает в себя идентификацию объектов и их пригодность, а также отправку данных в бухгалтерскую службу.

Автоматизировать процесс и облегчить работу (как инвентаризационной комиссии, так и МОЛ и заведующим хозяйством) предлагается при помощи внедрения QR-кодов. В сравнении с иными метками они имеют ряд преимуществ. На рис. 2 рассмотрим уникальность данных обозначений.

Во-первых, проводя сравнение, стоит отметить простоту эксплуатации и нанесения. Штрихкоды мы можем считывать только слева направо, их кодирование возможно только в числовом формате. QR-код же может содержать в себе много видов различной информации: ссылка, текст, изображение, более того, все это можно закодировать в различных форматах файлов. Во-вторых, QR-коды изготавливаются так же просто, как и штрихкоды, но в отличие от RFID-меток они безопаснее, поскольку имеют правовые регламентирующие документы и с недавнего времени используются как способ проведения оплаты в банках и магазинах, а еще изготавливаются и кодируются теми, кто их использует, RFID-метки же изготавливаются только в рамках завода. Для считывания RFID-меток требуется специальное оборудование. Нами же предлагается остановиться уже на имеющихся моделях корпоративных телефонов и планшетов с камерами, т. е. без закупки специального оборудования как для печати, так и для считывания.

Параметры	Штрих-код 1D	QR-код 2D	RFID-метка 3D
Способы считывания	Слева направо	Универсальное считывание в любом положении	Считывание на расстоянии, отслеживание перемещения
Оборудование для считывания	Сканер(ТСД), телефон/планшет	Сканер(ТСД), телефон/планшет	Только специализированное оборудование(РТСД)
Методы кодирования	Кодирование только в числовом формате	Кодирование разной информации в разных форматах	Кодирование разной информации в разных форматах, автоматическое обновление
Стоимость оборудования	3–50 тыс. руб	10–100 тыс. руб	50–300 тыс. руб

Рис. 2. Сравнительный анализ «меток»

При внедрении QR-кодов предполагается, что возрастет простота фиксации, исключится частота потерь, сократятся сроки процесса и использованные трудозатраты, а также самым главным плюсом выступает синхронизация с базами данных 1С: Бухгалтерия и 1С: Предприятие. Использовать телефоны или ТСД можно будет при выездах и работах на территориально распределяемых объектах, без временной нагрузки на процесс в периметре организации.

ПО «1С: Инвентаризация и управление имуществом» позволяет с помощью телефона или ТСД совершать все актуальные операции. При этом базовое функционирование мобильного приложения происходит в offline-режиме. Не обязательно пользоваться и вносить данные с постоянным подключением к сети. Данное программное обеспечение делает возможным:

- учет объектов имущества в разрезе необходимых характеристик;
- проведение инвентаризаций;
- хранение информации о состоянии и истории имущества;
- формирование детализированной отчетности, отражающей текущее состояние и историю объектов имущества.

При внедрении ПО и QR-кодов планируются следующие результаты:

- Учет отдельных компонентов объектов имущества с помощью QR-кодов, что позволит оперативно вносить и обрабатывать полученные данные в режиме реального времени. Увеличение скорости обработки данных.
- Создание документов выдачи, возврата, передачи имущества и присвоения меток с ТСД или телефона. Удобный интерфейс программы.
- Автономная БД для работы на территориально распределенных объектах.
- Синхронизация мобильного приложения с информационной базой возможна как при помощи подключения ТСД по USB, так и с помощью передачи данных по Wi-Fi.
- Синхронизация модулей «1С: Инвентаризация» и «1С: Бухгалтерия».

Затраты до внедрения QR-кодов рассчитываются из заполнения документации и проведения самой инвентаризации. При кворуме комиссии в 3 человека на проведение одной инвентаризации требуется 280 чел/часов, 100 из которых занимают заполнение документации, а 180 – сам физический процесс. Предположим, что нам необходимо провести инвентаризацию предприятия по рабочим местам сотрудников. У нас 700 рабочих мест. На проведение инвентаризации одного рабочего места требуется примерно 5-6 мин, что включает в себя стандартный набор оборудования и мебели для комфортного рабочего процесса. Затраты, которые мы понесем, равны 384 тыс. руб. Данные вычисления представлены на рис. 3.

До				
Текущее заполнение	Ед. изм.	2025	2026	2027
Заполнение документации	час	100	100	100
Проведение инвентаризации	час	180	180	180
Стоимость 1 чел/часа	тыс. руб/час	1,3	1,3	1,3
Затраты	тыс. руб.	364	364	364

Рис. 3. Расчет эффективности до внедрения

После внедрения QR-кодов и ПО в работу планируется подать заявку на корректировку ЛНД инвентаризации в связи с ненадобностью такого количества участников РИК. Затраты после автоматизации процесса представлены на рис. 4.

После				
Предлагаемое заполнение	Ед. изм.	2025	2026	2027
Проведение инвентаризации	час	100	100	100
Стоимость 1 чел/часа	тыс. руб/час	1,3	1,3	1,3
Затраты	тыс. руб.	130	130	130

Рис. 4. Расчет эффективности после внедрения

Стоит отметить, что нам потребуются и иные вложения. Однако в последующем расчете, и они себя окупят. Нам потребуется:

- приобретение ПО «1С: Инвентаризация» (5 рабочих мест) – 225 тыс. руб.;
- затраты на внедрение – 50 тыс. руб.;
- затраты на ежегодную техподдержку – по 50 тыс. руб. за каждый следующий год;
- затраты на покупку расходных материалов – 20 тыс. руб. в первый год, 5 тыс. руб. в последующие.

Расчет экономического эффекта основан на экономии трудозатрат при проведении инвентаризации (рис. 5).

Проект	Снижение/ увеличение ОРЕХ за весь период	Экономическая эффективность		
		NPV	IRR	DPP
	тыс. руб.	тыс. руб.	%	лет
Повышение эффективности управления ресурсами по направлению гидрогеология	–522,0	134,9	>100%	1,0

Рис. 5. Экономическая эффективность проекта

Планируемая окупаемость наступит уже через один год. Разность между всеми денежными притоками и оттоками, приведенными к рассматриваемому моменту времени (через 3 года), положительная. IRR является относительным показателем, который показывает, при какой стоимости капитала мы получим нулевую добавочную стоимость. В нашем случае IRR больше 100 % – инвестиции в проект дадут больше 100 % выгоды.

При инвентаризации происходит учет и проверка не только офисного оборудования. У таких предприятий, как научные центры, есть лаборатории, выездное и лабораторное оборудование, средства индивидуальной защиты, пробы для исследований и склады.

В дальнейшем данный проект можно расширить именно в этом направлении. Маркировать СИЗ с помощью QR-кодов посредством термопечати или нашивок с вкладышами. Для ведения складского лабораторного учета тоже предлагается использовать термопечать прямо на лабораторной посуде. Она абсолютно безопасна и не повлияет на результаты ис-

следований, однако поможет вести учет. При успешном внедрении данного модуля для углубленной спецификации можно создать собственное программное обеспечение. А также данный процесс способствует процессу автоматизации списания и формирования разделов бизнес-плана.

В заключение можно сделать следующие выводы:

- изучена теоретическая литература по теме и проведен анализ ЛНД инвентаризации;
- проведен анализ экономических показателей существующего процесса;
- определены этапы инвентаризации, которые можно автоматизировать;
- разработан обновленный процесс инвентаризации с анализом альтернативных методов для автоматизации;
- проведен расчет экономической эффективности предложенного варианта автоматизации процесса инвентаризации;
- разработаны рекомендации для дальнейшего развития.

Автоматизация производства в первую очередь направлена на безопасное функционирование человека в данных условиях, формирование комфортной среды для рабочего процесса и его неотвлечение на вспомогательные работы.

Список использованных источников и литературы

1. Закон Российской Федерации «О бухгалтерском учете» от 06.12.2011 № 402-ФЗ // Официальный интернет-портал правовой информации. – 2011.
2. Локально нормативный документ «Регламент Бизнес-процесса ЗАО «ИННЦ» Инвентаризация активов и обязательств» от 28.02.2022 № ПЗ-07 РГБП-0381 ЮЛ-030 ВЕРСИЯ 2.
3. Абабкова, К. В. Инвентаризация и ее значение в сохранности собственности организации. – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 19.02.2024).
4. 1С: Предприятие 8. Инвентаризация и управление имуществом // Отраслевые и специализированные решения 1С: Предприятие. – URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/asm/features> (дата обращения: 19.02.2024).
5. Инвентаризация по qr-коду // Инвентаризация: найдется все. – URL: <https://www.qr-inventory.ru/software/qr-inventory> (дата обращения: 19.02.2024).
6. 1С: Предприятие 8. Инвентаризация и управление имуществом // Автоматизация бизнеса СИТЕК. – URL: <https://mr.sitec-it.ru/1CIUI> (дата обращения: 19.02.2024).

E. D. Boyko, Master's Degree Student
Closed Joint Stock Company "Izhevsk Oil Research Center"
M. M. Gorokhov, DSc in Physics and Mathematics, Professor
Department of Information Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

QR codes in the enterprise inventory and accounting system on the example of organizing the oil and gas industry

The prerequisite for considering this topic was the need to reduce labor costs during the inventory process: more careful tracking and planning of the enterprise's fixed assets. The research work analyzes the inventory process according to local regulatory documents of JSC INNTs and proposes an option for automating this process using "tags". Thanks to the analysis, the optimal type of "tags" for inventory was selected - a QR code. The use of QR codes when conducting an inventory will solve the main problem - the inability to quickly enter information when conducting an inventory, which leads to an increase in the complexity of the process and the likelihood of errors and omissions.

Keywords: inventory, system, QR code, process, financially responsible person, property, automation.

K. G. Bulatova, Master's Degree Student
M. D. Kaysina, Master's Degree Student
S. V. Vologdin, Doctor of Engineering Sciences, Professor
Department of Information Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

ECM and ERP – components of a corporate information system

This article examines the tools of digital enterprise management in the context of modern technologies and platforms, highlights the key components and emphasizes the need for their implementation to improve work efficiency. The importance of implementing resource planning systems and document and information management systems is discussed, and ERP and ECM systems are reviewed and analyzed. In conclusion, the importance of implementing digital enterprise management tools to achieve competitiveness in the modern digital economy and adapt to new requirements to achieve sustainable development is emphasized.

Keywords: corporate information system, Enterprise Resource Planning (ERP), Enterprise Content Management (ECM), optimization of business processes, resource planning, data processing, document management.

1. Introduction

Corporate information systems play a key role in enterprise management, helping to ensure effective management of information and resources, adapt to rapidly changing market conditions, increase staff productivity, and improve the quality of products and services. Here are a few reasons why the use of digital tools is important for enterprise management: process automation, improved information sharing, data monitoring and analysis, better customer interaction, and more efficient resource management.

Digital tools in corporate information systems are a set of tools and technologies that are used to collect, process, store and transmit information within an organization. Components of corporate information systems include various software products such as document management systems, CRM systems, ERP systems, ECM systems, analytical tools, integration with cloud services and many others.

2. Key characteristics of ERP and ECM systems

ERP and ECM systems are the main and key information systems for improving the efficiency of the enterprise. The use of ERP (Enterprise Resource Planning) and ECM (Enterprise Content Management) systems in the enterprise plays a key role in optimizing business processes and information management [1]. The main reasons for using these systems are:

1. Data centralization: ERP systems allow you to collect and store all data about your company's business processes and operations in one place. This simplifies access to information and helps avoid duplication of data.
2. Improved efficiency: ERP systems automate many business processes, from procurement management to inventory control. This reduces the time and resources spent on routine operations.
3. Improved decision making: ERP systems provide company executives with up-to-date information about the current state of the business, which helps them make informed decisions based on data.
4. Enhanced security: ECM systems allow you to manage documents and sensitive information, ensuring that only authorized users can securely store and access data.
5. Regulatory compliance: ERP and ECM systems help companies comply with legal requirements for accounting, reporting and data storage.

2.1 ERP

ERP (Enterprise Resource Planning) is a software suite that allows companies to automate and integrate business processes, manage resources, and gain a centralized view of company operations.

Key features of ERP include:

1. Centralized management of business processes;
2. Integration of various functional areas of the company (finance, HR, sales, purchasing, etc.);
3. Automation of routine operations;
4. Increased efficiency and productivity of the company;
5. Increased transparency: ERP provides access to up-to-date data and reports on the company's activities, which improves the transparency of business processes.

ERP is used to improve resource planning, control and accounting, increase transparency and speed in decision making [2]. ERP implementation allows companies to manage their operations more efficiently, improve interaction between different departments and increase the competitiveness of the company. Before implementing ERP, it is necessary to conduct a detailed analysis of the current business processes in the organization to identify bottlenecks and possible areas for improvement. This will help to optimize the processes and adapt the ERP system to the requirements of the organization [3].

The following ERP systems are presented on the market of corporate information systems: 1C: ERP; Galaktika ERP; SAP ERP; Parus; Compass; and others.

2.2 ECM

ECM (Enterprise Content Management) is a comprehensive software designed to manage an organization's information resources.

Key features of ECM include:

1. Document Management: ECM enables organizations to efficiently manage electronic documents, including classification, indexing, storage and retrieval.
2. Workflow management: ECM automates workflows, enabling optimization of business processes.
3. Records Management: ECM ensures that archived records are properly stored and managed in accordance with regulatory requirements.
4. Version Management: ECM allows you to track and manage document versions, ensuring content integrity.
5. Security: ECM protects the confidentiality and integrity of data and controls access to information to prevent unauthorized use.

ECM is used to manage, organize, and control the content and information that is created and used in workflows [5]. The system includes functions such as creating, editing, storing, retrieving, searching, distributing and managing content and documents in digital form.

The following ECM systems are presented on the market of corporate information systems: Directum RX; TESSA; ELMA365 ECM; Avandok; 1F EDMS; and others.

In general, the use of ERP and ECM systems in the enterprise increases the efficiency of the company, improves process control and helps the company to be competitive in the market.

3. Comparative analysis of ERP and ECM systems

Before a company implements an ERP system or ECM system, it is necessary to determine the goals and needs of the business [4]. Each of the systems has its own characteristics.

Let's make our own rating of ERP and ECM systems based on the following criteria: industry of application; software delivery format; cross-platform; availability in the Russian Federation (included in the register of domestic software); cost (rubles). We will evaluate each criterion using a point system. Each program will be given a certain number of points according to the above criteria. The higher the final sum of points, the higher the place in the rating. Let us present the basic rules of scoring for each criterion:

- 1) Industries of application:
 - Medium and large businesses – 2 points;
 - Medium or large business – 1 point.
- 2) Software delivery format:
 - Box (B) (one-time purchase of perpetual licenses, installation on your server) – 2 points;
 - Cloud (C) (monthly subscription, installation on the provider's servers) – 1 point;
 - On-prem (On-pr) (monthly subscription, installation on your own server) – 1 point.
- 3) Cross-platform (The platform on which the system can run. For each platform 1 point is awarded): Windows, Android, Linux, Mac and iOS.
- 4) Availability in the Russian Federation. If the system is included in the register of domestic software, 1 point is awarded, otherwise - 0 points.
- 5) Cost. Scores for this criterion are calculated on a progressive scale depending on the price for the system of minimal configuration for 5 users and full-scale version for 200 users.

The comparison of ERP systems is presented in Table 1 and ECM systems are presented in Table 2.

Table 1. Comparison of ERP systems

ERP system/criterion	Industries of application	Software delivery format	Platform	Access to the Russian Federation	Cost	Total points
1C: ERP	Medium and large business	B; C; On-pr	Windows, Android, Linux, Mac и iOS	+	Average prices	2+4+5+1+1= 13
Galaxy ERP	Medium and large business	B; On-pr	Windows, Android, Mac и iOS	+	Average prices	2+3+4+1+1= 11
SAP ERP	Medium and large business	B; C; On-pr	Windows, Android, Linux, Mac и iOS	–	Average prices	2+4+5+0+1= 12
Parus	Medium and large business	B; On-pr	Windows, Linux	+	Average prices	2+3+2+1+1= 9
Kompas	Medium and large business	B; On-pr	Windows	+	Average prices	2+3+1+1+1= 8

From Table 1 we can conclude that the rating of ERP-systems is presented in the following order: the maximum number of points (13 points) is 1C: ERP, followed by SAP ERP - 12 points, Galaktika ERP - 11 points, Parus and Compass - 9 and 8 points respectively. It is important to note that at the moment SAP ERP system cannot be installed in the Russian Federation. Only current users who have already installed the program and purchased a license can work in this system.

Table 2. Comparison of ECM - systems

ERP system/criterion	Industries of application	Software delivery format	Platform	Access to the Russian Federation	Cost	Total points
Directum RX	Medium and large business	B; C; On-pr	Windows, Android, Linux, Mac и iOS	+	Average prices	2+4+5+1+1= 13
TESSA	Medium and large business	B; C; On-pr	Windows, Android, Linux, Mac и iOS	+	Average prices	2+4+5+1+1= 13
ELMA365 ECM	Medium and large business	B; C; On-pr	Windows, Android, Linux, Mac и iOS	+	Average prices	2+4+5+1+1= 13
Avandok	Medium and large business	B; On-pr	Windows, Android, Linux, Mac и iOS	+	Average prices	2+3+5+1+1= 12
1F EDMS	Medium and large business	B; O.; On-pr	Windows, Android, Linux, Mac и iOS	+	Prices are above average	2+4+5+1+0= 12

Additionally, the following criterion for evaluating ESM-systems should be introduced: solutions (modules) included in the system (CRM, HRM, EDMS, BPM) - 1 point for each module. Thus, ELMA365 ECM and 1F EDMS have all modules, for which they get additional 4 points. Directum RX does not have the CRM module (+3 points). TESSA does not have the HRM module (+3 points). Avandok lacks the CRM and HRM modules (+2 points).

Thus, the leading position is occupied by the ECM-system "ELMA365 ECM" - 17 points. Directum RX, TESSA and 1F EDMS get 16 points each. Avandok, in turn, gets 14 points.

However, it is worth remembering that each of the above ERP and ECM systems has its own advantages and disadvantages. Therefore, in order to make a reasonable conclusion about which system is better suited for a particular organization, it is necessary to analyze each system in detail in terms of the specifics of this organization. In addition, when selecting a system and vendor, it is necessary to ensure that the system complies with data security standards and legislation. It is worthwhile to clearly understand what goals and objectives should be achieved with the new ERP or ECM system. This will help to determine which modules and functions should be implemented, as well as which processes and business processes should be optimized.

4. ERP and ECM integration

Integration between document management systems (ECM) and enterprise resource planning (ERP) systems is very important for the efficient operation of an organization. An ECM system is responsible for managing and storing all documents and information in a company, while an ERP system manages business processes, finances, expenses, and other aspects of an enterprise.

The integration between ECM and ERP systems automates the transfer and exchange of information between them, which improves employee efficiency and reduces the chance of errors. For example, when a document is completed in the ECM system, information about it is automatically transferred to the ERP system for further processing and analysis. Also, integration makes it easy to find the required information related to a specific document or business process, which saves time and improves the efficiency of decision making [3].

5. Conclusion

In general, ERP systems are a powerful tool for automating and optimizing business processes, helping to improve operational efficiency and make informed decisions based on relevant data. Also, enterprise content management (ECM) is an important element of any organization's information strategy, helping to preserve valuable data, secure it, improve accessibility and facilitate content collaboration. Keep in mind that when selecting ERP and ECM systems, there are a large number of interrelated factors to consider, such as flexibility, variety of modules included in the system, interface usability and ease of use, and more. Implementation of corporate information systems components in enterprise management is essential for successful business development in modern conditions. This toolkit helps to increase the efficiency of work with data, automate processes, improve interaction between employees and customers, and increase competitiveness.

References

1. *Granichin, O. N.* Informacionnye tekhnologii v upravlenii: uchebnoe posobie / O. N. Granichin, V. I. Kiyaev. – Moskva : Internet-Universitet Informacionnyh Tekhnologij (INTUIT), Aj Pi Ar Media, 2024. – 400 c. // Cifrovoj obrazovatel'nyj resurs IPR SMART: [sajt]. – Available at: <https://www.iprbookshop.ru/133941.html> (accessed: 01.04.2024).
2. *Il'in, V.V.* Vnedrenie ERP-sistem: upravlenie ekonomicheskoy effektivnost'yu / V.V. Il'in. - 3-e izd. – Moskva: Intermediator, 2018. – 296 c. // Elektronno-bibliotechnaya sistema IPR BOOKS: [sajt]. – Available at: <http://www.iprbookshop.ru/89565.html> (accessed: 01.04.2024).
3. Role of cloud ERP on the performance of an organization: contingent resource-based view perspective / G. Shivam, S. Kumar, S. K. Singh, C. Foropon, and C. Chandra. // *The International Journal of Logistics Management* 29, no. 2 (2018): 659-675

4. M. G. Jaafar, and M. A. Burhanuddin. Cloud-Based ERP Implementation in SME's: A Literature Survey, International Journal of Engineering & Technology 7, no. 3.20 (2018): 753-755.

5. Paul Hugh Cleverley, Simon M. Burnett Enterprise search and discovery capability: The factors and generative mechanisms for user satisfaction. Robert Gordon University, 2019 // Journal of Information Science 18 citations

К. Г. Булатова, магистрант

М. Д. Кайсина, магистрант

С. В. Вологдин, доктор технических наук, профессор

Кафедра «Информационные системы»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ЕСМ и ERP – компоненты корпоративной информационной системы

В статье рассматриваются инструменты цифрового управления предприятием в контексте современных технологий и платформ, выделяются ключевые компоненты и подчеркивается необходимость их внедрения для повышения эффективности работы. Обсуждается важность внедрения систем планирования ресурсов и систем управления документооборотом и информацией, проводится обзор и анализ ERP- и ЕСМ-систем. В заключение подчеркивается важность внедрения инструментов управления цифровыми предприятиями для достижения конкурентоспособности в современной цифровой экономике и адаптации к новым требованиям для достижения устойчивого развития.

Ключевые слова: корпоративная информационная система, ERP, ЕСМ, оптимизация бизнес-процессов, планирование ресурсов, обработка данных, документооборот.

А. С. Варламов, преподаватель
Институт непрерывного профессионального образования
О. Л. Макарова, старший преподаватель
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Проблемы распознавания старославянских манускриптов

В рамках статьи рассматриваются проблемы распознавания старославянских рукописей IX–XV вв. Возможные трудности могут быть связаны с использованием в языке двух разных алфавитов, с особенностью начертания символов в различные периоды времени, с непривычным написанием букв, а также с использованием в текстах диакритических знаков. Даны рекомендации по решению перечисленных проблем.

Ключевые слова: старославянский язык, проблемы распознавания текста, распознавание рукописного текста, нейронные сети.

Введение

Существует пласт культурного наследия в виде *манускриптов* (рукописей), выполненных на старославянском языке. До наших дней дошли труды, созданные в период с IX по XVI в. нашей эры, т. е. до эпохи книгопечатания. Несомненно, данные труды представляют историческую ценность и должны быть разносторонне изучены. Одна из задач, стоящая перед исследователями, – это оптическое распознавание фотокопий рукописей, то есть перевод растровых изображений в текстовые данные, использующиеся для представления символов в компьютере. В настоящей статье рассмотрены проблемы, с которыми неизбежно столкнется исследователь.

Определения, используемые в статье: *древнерусский язык* – живой язык (язык, на котором происходит общение) некоторых племен, проживавших на территории восточной Европы; *старославянский язык* – искусственно созданная совокупность средств для изображения фонем и их сочетаний, т. е. звучания слов [1]. Старославянский язык был задуман и создан как письменный, наддиалектный язык, его первоначальное предназначение – обслуживание нужд христианского культа. Старославянский язык использовался разными племенами и под действием живой речи претерпевал изменения, характерные для конкретной местности. Можно сказать, старославянский язык существовал в нескольких редакциях [2]. Например, старославянский использовали для записи текстов не только на древнерусском языке, но и болгарском, сербском, македонском и др.

Данная статья рассматривает памятники славянской письменности только с X в. Существует мнение, что у древних славян могла существовать протописьменность еще до принятия христианства (по некоторым источникам еще в IV в. н. э.), т. е. за пять веков до азбуки Кирилла и Мефодия [3], но до настоящего времени не было обнаружено ни одного памятника письменности того периода, следовательно, в настоящей статье праславянская письменность не рассматривается.

1. Алфавиты рукописей

Существует два алфавита для записи текстов на старославянском языке:

а) более ранний алфавит *глаголица*, созданный в 862–863 гг. н. э. византийскими братьями Кириллом и Мефодием, еще до их отъезда в княжество Моравия, до XI в. известный под названием «коуриловица», содержащий около 43 букв;

б) более поздний алфавит *кириллица*, сложившийся на рубеже IX–X вв. н. э., создание которого приписывают ученикам Кирилла и Мефодия, содержащий около 46 букв.

Точно количество букв определить невозможно, т. к. в разные периоды писцы использовали разное количество букв и диакритических знаков [4]. На рис. 1 представлены образцы рукописей на глаголице и кириллице.

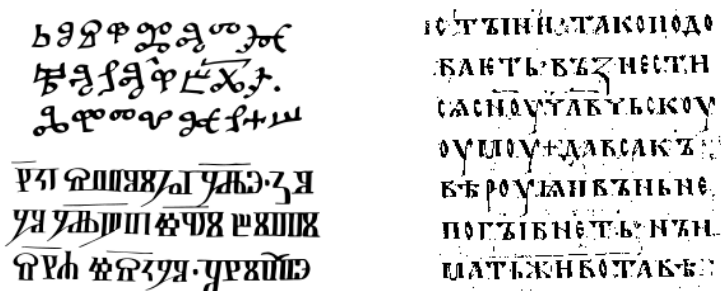


Рис. 1. Образцы рукописей: а – отрывки из «Киевских листков» и «Реймского Евангелия» на глаголице; б – отрывок из «Остромирова Евангелия» на кириллице

Разница в начертании букв при выражении фонем очевидна и несомненна. Кроме этого, в кириллице и глаголице по-разному выражаются числа (до прихода арабских цифр числа выражались при помощи букв). Некоторые символы кириллицы и глаголицы имели похожее начертание, но означали разные буквы. На рис. 2 приведен пример таких букв.

Глаголица	Кириллица
Р - «наш»	р - «рыць»
б - «рць»	Ь - «юрь»
σσ - «твердо»	ω - «омега»

Рис. 2. Символы глаголического и кириллического алфавитов, имеющие похожее начертание, но означающие разные буквы

С точки зрения нейронных сетей поиск общих признаков одновременно в глаголице и кириллице вряд ли возможен [5]. Самый очевидный вывод – необходимо рассматривать глаголицу и кириллицу как разные языки и, соответственно, обучать для распознавания разные модели.

Есть еще одна проблема, связанная с использованием алфавитов: существуют рукописи на кириллице, в которых используются буквы из глаголицы. В настоящее время еще не найден метод для решения этой проблемы.

2. Особенности начертания символов

С IX по XV в. письменность на старославянском языке сменила несколько стилей начертания символов. Эти стили позже были классифицированы на *устав* и *полуустав*.

Начиная с IX в. написание книг было новым занятием, писцы старательно выводили каждую букву, поэтому символы были почти квадратными, без выступающих частей, без пробелов, надстрочные знаки использовались редко. Такой стиль написания относят к уставному письму или называют одним словом – устав. Примеры рукописей этой эпохи «Остромирово Евангелие» 1057 г., «Архангельское Евангелие» примерно 1092 г., «Мстиславова грамота» примерно 1130 г.

С начала XIV в. потребность в книгах существенно возрастает, писцы ускоряют свою работу, так формируется стиль, называемый «старший полуустав». Буквы становятся мельче и округлее, появляются надстрочные знаки, символы прорисовываются не так тщательно, как в уставном письме. По этой причине одна буква может быть «разорвана» на два элемента. Пример из этой эпохи – вторая часть «Лаврентьевской летописи» XIV в.

С XV в. формируется следующий стиль начертания букв – «младший полуустав». От старшего он отличается появлением наклона символов, частым употреблением надстрочных знаков для сокращения слов, появляются записи на полях. Примеры младшего полуустава: «Сборник патристический» 1422 г., «Лествица» 1459 г. С образцами рукописей, выполненных в младшем полууставе, можно ознакомиться на сайте Российской национальной библиотеки [6].

В XVI в. на Руси начинается эпоха книгопечатания, а в рукописных трудах появляется стиль *скоротись*. Распознавание текстов, выполненных скорописью, в настоящее время представляется очень трудоемким, поэтому не рассматривается в настоящей статье.

3. Особенности орфографии и синтаксиса

Старославянский язык не имел строгих правил орфографии до XVI в. [7, 8]. Наиболее близкий к старославянскому, церковнославянский язык и в настоящее время не имеет исчерпывающего свода правил написания слов. Более того, с X в. шло развитие старославянского языка, адаптация его к различным живым языкам, применение для целей не только религиозного культа. В таких условиях, принимая во внимание ограниченность коммуникаций, каждый писец мог писать, руководствуясь правилом «как слышца, так и пишеца». Следует учесть, что написание объемных книг растягивалось во времени. По этой причине в книге одного автора можно встретить одно и то же слово, написанное по-разному. Как уже упоминалось в п. 2 настоящей статьи, тексты писались без использования пробелов, без знаков препинания и само формирование предложения было не вполне прозрачным [2, с. 305].

Эти особенности языка затрудняют использование таких программных продуктов, как Tesseract и EasyOCR, т. к. одним из важных факторов обеспечения качества распознавания в этих системах является применение словарей [9, 10]. Таким образом, распознавание нужно проводить посимвольно, учитывая надстрочные знаки.

4. Использование лигатур

В контексте настоящей статьи под термином «лигатура» понимается символ алфавита, образованный путем слияния двух и более букв. Яркий пример лигатуры из современного русского языка – буква «ИІ». При разработке программного обеспечения для распознавания старославянского языка следует учитывать, что в нем не менее девяти устоявшихся лигатур. Большая часть из них – это йотированные символы. То есть при сегментации текста на буквы необходимо проверять соседние с буквой символы на случай, если эти символы задумывались как часть этой буквы. Более серьезной проблемой является то, что некоторые писцы использовали лигатуры так, что первая половина буквы относилась к одному слову, а другая – к следующему. Такое использование лигатур встречается в «Казанском Евангелии» XIV в. [11].

5. Использование диакритических символов

Диакритические знаки – различные надстрочные, подстрочные, реже внутристрочные знаки, применяемые не как самостоятельные обозначения звуков, а для изменения или уточнения значения других знаков. Автор работы [12] описывает диакритику, используемую в церковнославянском языке. Учитывая то, что церковнославянский является потомком старославянского языка, мы можем применить эти знания в контексте данной статьи. Большинство знаков указывает на то, как именно произносить тот или иной звук (ударение, острое ударение, придыхание и др.). Но есть ряд знаков, указывающих на сокращение в слове, в котором они используются. Такими знаками являются: паерок, титла простая и буквенные титлы. Можно предложить два возможных подхода к распознаванию диакритических знаков: 1) распознавать все знаки в обязательном порядке (для глубокого изучения всех особенностей старославянского языка); 2) распознавать только те знаки, которые влияют на полноту понимания текста и игнорировать знаки, указывающие на особенности произношения (только для извлечения информации из рукописей).

6. Обсуждение результатов

Опираясь на предыдущие разделы настоящей статьи, можно сделать следующие предположения:

а) кириллицу и глаголицу следует рассматривать как два разных языка и обучать для распознавания разные модели;

б) стили начертания устав, старший и младший полуустав можно рассматривать как один язык и использовать одну модель для распознавания;

в) распознавание следует проводить побуквенно, не пытаясь создавать словари, проверять соседние к букве символы на случай встречи с лигатурами, частично игнорировать диакритику;

г) для распознавания рекомендуется выбирать технологии, которые уже успели зарекомендовать себя в области распознавания рукописных символов, например, RMDL [13], которая показала минимальную ошибку при распознавании рукописных цифр из набора MNIST.

Заключение

В статье рассмотрены особенности старославянского языка, которые необходимо учитывать при разработке алгоритмов распознавания рукописей с этого языка. Перечислены аспекты, в которых исследователей ожидают трудности. Даны рекомендации для решения некоторых из перечисленных проблем.

Список использованных источников и литературы

1. *Миронова, Т. Л.* Эволюция графико-орфографических систем старославянских и древнерусских рукописных книг X–XI вв. : дис. ... д-ра фил. наук. Московский педагогический государственный университет. – Москва, 1999.
2. *Ремнёва, М. Л.* Старославянский язык : учеб. пособие. – 2-е изд., испр. – Москва : Академический проект, 2004. – 352 с. – ISBN 5-8291-0270-6.
3. *Столяров, Ю. Н.* Классики исторической науки о славянской протописьменности // Вестник культуры и искусств. – 2020. – № 2 (62). – С. 7–23. – EDN QHEJGM.
4. *Бекасова, Е. Н.* Старославянский язык: мифы и реальность // Вестник Оренбургской духовной семинарии. – 2020. – № 3 (16). – С. 137–164. – EDN ZQYJNL.
5. *Рашид Тарик.* Создаем нейронную сеть : пер. с англ. – Санкт-Петербург : ООО «Альфа-книга», 2017. – 272 с. – ISBN 978-5-9909445-7-2 (рус.).
6. Российская национальная библиотека: Виртуальные выставки: Образцы русского письма: полуустав. – URL: <https://expositions.nlr.ru/rusautograph/pismo/polustav/> (дата обращения: 15.03.2024)
7. *Толстая, А. Л.* О причинах противоречий русской орфографии // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Русский и иностранные языки и методика их преподавания. – 2016. – № 2. – С. 34–40. – EDN VWNQZH.
8. *Толстая, А. Л.* Возможные причины противоречий русской грамматики // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Лингвистика и педагогика. – 2016. – № 2 (19). – С. 31–38. – EDN WGFBNH.
9. *Бобров, К. А.* Анализ технологий распознавания текста из изображения / К. А. Бобров, В. Д. Шульман, К. П. Власов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 3-2 (66). – С. 124–128. – DOI 10.24412/2500-1000-2022-3-2-124-128. – EDN QPCEMR.
10. *Кравец, М. Б.* Распознавание данных паспорта с использованием нейронной сети / М. Б. Кравец, Е. В. Данилова // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2023. – Т. 2. – С. 397–400. – EDN JYCDGL.
11. *Ермошин, А. В.* Употребление лигатур в рукописи Казанского Евангелия XIV века // Методические инновации в практике преподавания русского языка и литературы в условиях поликультурной среды : IV Междунар. науч.-практ. конф., приуроченная к юбилеям А. К. Толстого, И. Северянина, М.И. Цветаевой и Году народного искусства и культурного наследия народов России, Казань, 20–21 мая 2022 года. – Казань, 2022. – С. 35–36. – EDN BJCHKR.
12. *Маршова, Л. И.* Орфография церковнославянского языка: Теоретический очерк. Упражнения. – Изд. второе. – Москва : Изд-во Сретенского монастыря, 2013. – 56 с. – ISBN 978-5-7533-0750-7. – EDN YSPCPB.

13. K. Kowsari, M. Heidarysafa, D.E. Brown, K. Jafari Meimandi, and L. E. Barnes, "RMDL: Random Multimodel Deep Learning for Classification," in Proc. the 2018 International Conference on Information System and Data Mining, 2018.

A. S. Varlamov, Lecturer
Institute of Professional Continuous Education
O. L. Makarova, Senior Lecturer
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Problems of Recognition of Old Church Slavonic Manuscripts

This article discusses the problems of recognition of Old Church Slavonic manuscripts of the 9th – 15th centuries. Possible difficulties may be associated with the use of two different alphabets in the language, with the peculiarities of symbols in different periods of time, with unusual writing of letters, as well as with the use of diacritics in texts. Recommendations for solving these problems are given.

Keywords: Old Church Slavonic, text recognition problems, handwriting recognition, neural networks.

Д. Ю. Варов, бакалавр
Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка системы для изучения японского языка

Работа посвящена разработке системы, предназначенной для изучения японского языка. Система предназначена для людей, имеющих интерес к изучению японского языка, в частности к глубокому изучению иероглифов. Система ориентирована на обучение японским иероглифам – кандзи и другим аспектам японского языка.

Ключевые слова: японский язык, REST, веб-разработка, .NET.

В современном мире усиливается интерес к изучению иностранных языков, что обусловлено глобализацией и углублением культурных связей между различными нациями. В контексте этой тенденции особое внимание привлекает изучение японского языка, который является одним из самых распространенных и культурно насыщенных языков в мире.

Рынок обучения иностранным языкам оценивается в 52,7 млрд долл. в 2022 г. и, по прогнозам, вырастет до 337,2 млрд долл. к 2032 г. при среднегодовом показателе в 20,8 % [1].

Duolingo – ведущее онлайн-приложение для изучения языков, получает около 20 млн долл. в месяц.

Азиатские языки стали самыми популярными по росту спроса на услуги репетиторов в 2023 г.

Одним из основных элементов японского письма являются иероглифы, известные как кандзи. Кандзи не только составляют основу письменности японского языка, но и несут в себе глубокие исторические и культурные значения. Овладение кандзи требует усердного обучения и систематической практики [2].

В данном контексте возникает актуальная научно-техническая проблема, связанная с разработкой эффективной системы для изучения японских иероглифов. Такая система должна предоставлять пользователям возможность удобного и эффективного запоминания кандзи, а также обеспечивать доступ к справочным материалам для более глубокого понимания и использования иероглифов в контексте японского языка.

1. Для решения этой проблемы было решено разработать следующие компоненты: *DaniVar Kanji API v1.0* – API для работы с кандзи. Этот компонент будет отвечать за предоставление данных о кандзи и их характеристиках, а также предоставлять методы для изучения и запоминания иероглифов [3].

2. *DVar JMdict API v1.0* – API для работы с японско-английским словарем JMdict. Этот компонент будет предоставлять доступ к словарным данным, необходимым для понимания и использования японских иероглифов в контексте японского языка.

3. *Веб-приложение DVar Kanji* – клиентское приложение, ответственное за представление данных пользователю. Оно будет использовать данные, предоставленные *DaniVar Kanji API* и *DVar JMdict API*, и предоставлять пользователю удобный интерфейс для изучения кандзи и работы с японскими иероглифами.

В качестве технологической основы для клиентской части приложения используются платформа .NET и язык программирования JavaScript, а также языки разметки HTML и CSS. Серверная часть приложения также разрабатывается на платформе .NET и использует PostgreSQL в качестве системы управления базами данных.

Для обеспечения повторного использования кода между клиентской и серверной частями приложения было решено использовать компонент *Shared*, который является библиотекой классов C#. Этот компонент содержит общий программный код, который может быть использован как на клиенте, так и на сервере, за исключением DVar JMdict API.

Высокоуровневая архитектура системы представлена на рис. 1.

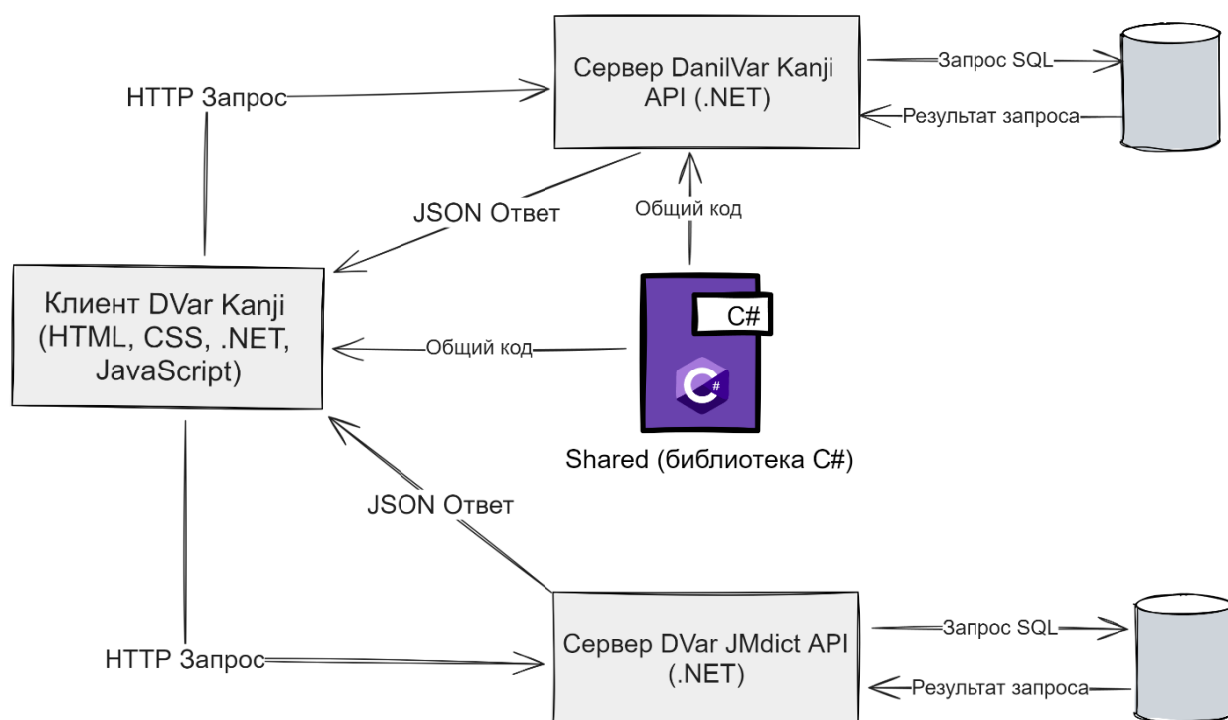


Рис. 1. Высокоуровневая архитектура системы

Для DaniVar Kanji API было решено использовать N-слойную структуру. При таком подходе программа разделяется на несколько слоев, каждый из которых выполняет определенные функции [3].

DaniVar Kanji API разделен на следующие слои:

а) Домен – описывает ключевые сущности, правила и взаимосвязи между ними. Не может иметь зависимостей от других слоев.

б) Инфраструктура – отвечает за доступ к внешним ресурсам (например база данных) и за обеспечение технических аспектов, не связанных напрямую с бизнес-логикой и предметной областью. Может зависеть только от домена.

в) Приложение – обозначает слой системы, который содержит бизнес-логику, управляет взаимодействием между доменной моделью и инфраструктурным слоем, и обеспечивает выполнение основных операций бизнеса. Слой зависит только от инфраструктуры.

г) Представление – отвечает за то, как пользователь может взаимодействовать с API. Может зависеть только от слоя приложения.

Для DVar JMdict API решено не использовать слои, поскольку масштаб этого API небольшой.

Для клиента DVar Kanji было решено использовать структуру на основе компонентов, где интерфейс разделяется на отдельные компоненты, каждый из которых может быть разработан, протестирован и многократно использован независимо. Каждый компонент обычно отвечает за отображение определенного элемента интерфейса или функциональности приложения, и они могут быть вложены друг в друга [4].

Кроме того, для реализации функциональности используются объекты-сервисы, которые могут обрабатывать логику, выполнять операции с данными, работать с внешними API

и т. д. Используя сервисы, можно инкапсулировать логику и повторно использовать их в различных компонентах приложения без дублирования кода, что облегчает его обслуживание и расширение.

Удалось разработать следующий состав функций.

Состав функций системы

№	Функция	Описание
1	Просмотр карточек иероглифов	Система должна иметь функцию просмотра информации по иероглифам. Иероглифы должны быть выведены в алфавитном порядке и сортированы по уровню JLPT
2	Поиск по иероглифам	Система должна предоставлять возможность поиска иероглифов. Поиск происходит по введенному тексту
3	Просмотр подробной информации об иероглифе	При нажатии на карточку иероглифа должна быть предоставлена информация по иероглифу: значения, уровень JLPT, мнемоники, кун-чтения, он-чтения
4	Поиск в словаре по переводу или японскому значению	Система должна предоставлять словарь, в котором можно ввести русское или японское слово, и будут выведены карточки со словами, в которых содержится информация: японское написание, фуригана (если есть), значения слова на русском языке
5	Выбор языка GUI	Система должна предоставлять возможность смены пользовательского интерфейса в любой момент времени на русский или английский языки
6	Изучение нового иероглифа	Система должна предоставлять очередь изучения. Для каждого пользователя очередь корректируется в зависимости от настроек. При изучении пользователь знакомится со значениями, мнемониками, кун- и он-чтениями.
7	Ревью изученного иероглифа	Система должна предоставлять очередь ревью индивидуально для каждого пользователя. Ревью включает в себя упражнения: ввод и выбор. Эти упражнения распространяются на значения, кун-чтения и он-чтения. Если упражнение на ввод чтения, то должна быть предоставлена возможность автоматического преобразования латиницы в фуригану. Во время упражнения пользователь может указать «не помню», после чего упражнение будет пропущено и засчитано как некорректное. Если хотя бы одно упражнение выполнено неверно, то ревью считается неудачным и иероглиф остается в очереди. Если все упражнения выполнены верно, то ревью считается удачным и для изучаемого иероглифа прибавляются очки прогресса изучения
8	Пропуск иероглифа из очереди	Система должна предоставлять возможность пропуска иероглифа из очереди изучения и ревью. После пропуска иероглиф попадает в категорию пропущенных иероглифов
9	Настройка изучения	Пользователь должен иметь возможность изменения уровня JLPT и количества изучаемых иероглифов в день
10	Извлечение японского текста из изображения	Для всех пользователей должна предоставляться функция извлечения текста из изображения. Должен поддерживаться горизонтальный и вертикальный японский текст
11	Управление флеш-карточками	Пользователи должны иметь возможность создания коллекций флеш-карточек. Во время создания коллекции указывается название коллекции и указывается начальный набор карт. Коллекция может быть отредактирована и удалена. Также коллекция может быть сброшена
12	Обзор флеш-карточек	При обзоре флеш-карточек пользователю показывается лицевая сторона, при нажатии на карточку показывается задняя сторона. Если пользователь считает, что он помнит ответ, то нажимает «помню», если считает, что не помнит – «не помню». Если пользователь считает, что полностью помнит ответ, то нажимает «помню идеально», и карточка больше не появится в обзоре, пока не будет сброшена коллекция

№	Функция	Описание
13	Управление иероглифами в системе	Система должна предоставлять пользователям с правами администратора возможности по управлению иероглифами. Администратор может добавить новый иероглиф, удалить или отредактировать. При добавлении нужно указать: определение, уровень JLPT, тип иероглифа (кандзи, радикал), количество штрихов, мнемоники, значения и чтения. При указании значения нужно также указать приоритет каждого значения в контексте конкретного иероглифа
14	Регистрация	При регистрации указывается: имя пользователя, email, пароль, пароль еще раз и уровень JLPT. Эти значения могут быть сгенерированы случайно
15	Вход в учетную запись	При входе в учетную запись нужно указать email и пароль.

В итоге система разработана с учетом вышеперечисленных архитектурных принципов и структурных подходов, что позволит обеспечить эффективное функционирование и простоту обслуживания как для Kanji API, так и для клиентского приложения DVar Kanji.

Примеры интерфейса веб-приложения представлены на рисунках 2, 3 и 4. В примерах используются разные темы оформления.

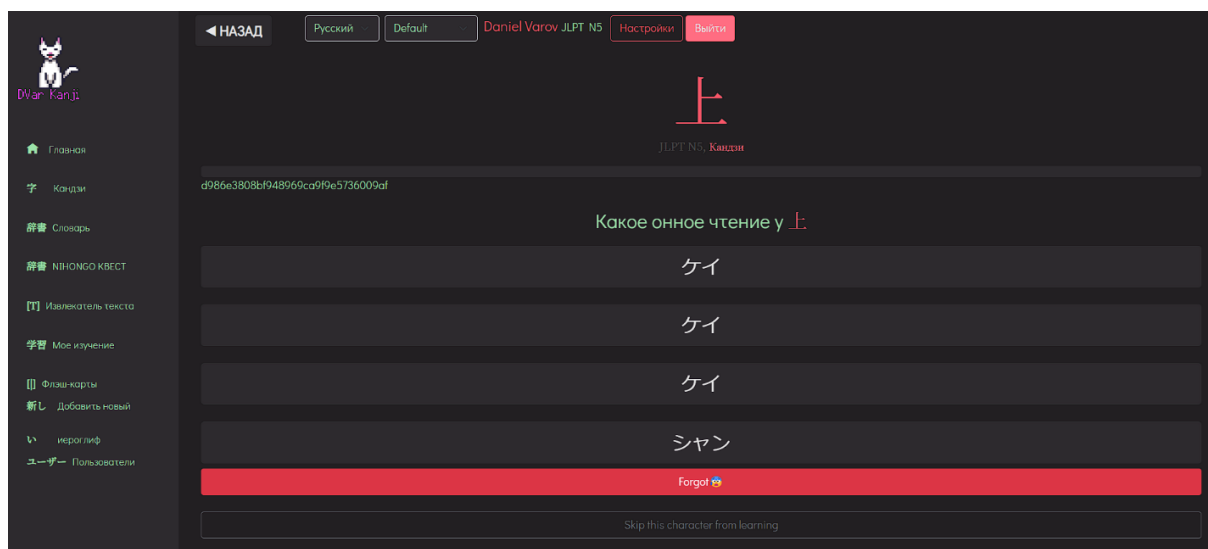


Рис. 2. Упражнение на выбор онного чтения

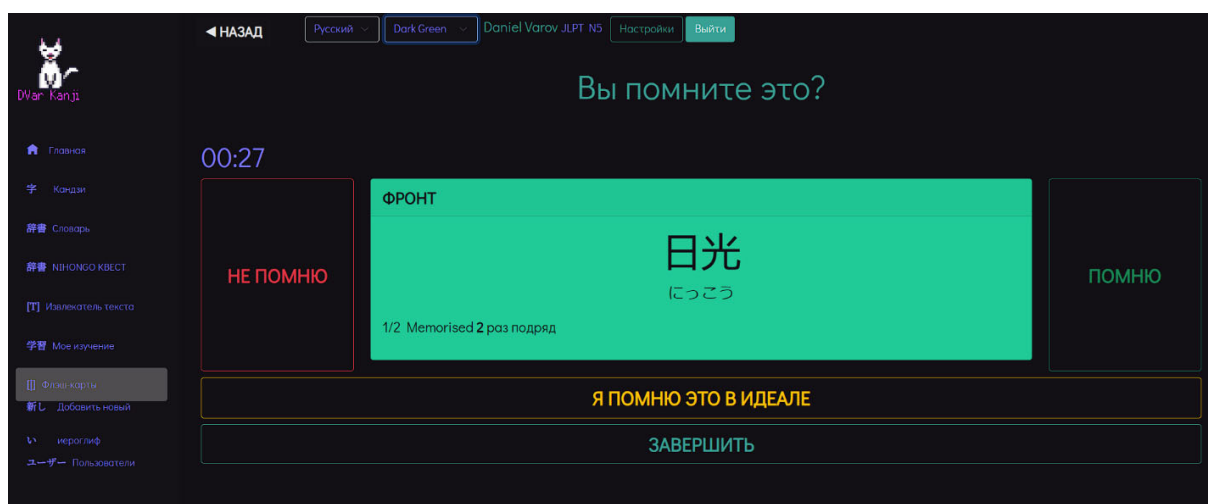


Рис. 3. Ревью флеш-карт

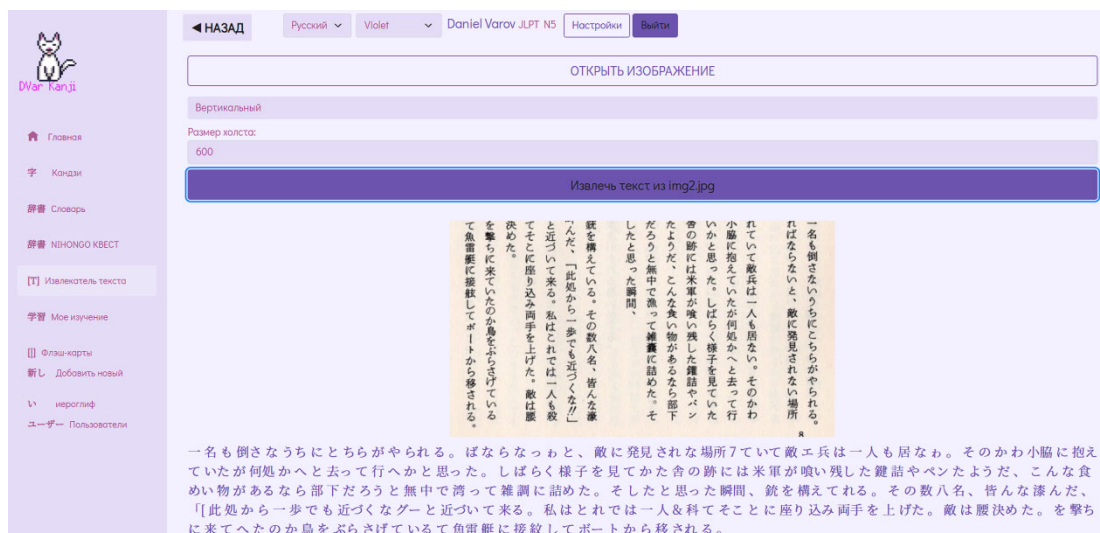


Рис. 4. Главная страница для администратора

Список использованных источников и литературы

1. Global Language Learning Market Statistics in 2024. – URL: <https://techreport.com/statistics/language-learning-market-statistics/> (дата обращения: 01.04.2024).
2. Японская письменность. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Японская_письменность (дата обращения: 17.11.2023).
3. Общие архитектуры веб-приложений. – URL: <https://learn.microsoft.com/ruru/dotnet/architecture/modern-web-apps-azure/common-web-application-architectures> (дата обращения: 18.11.2023).
4. *Sainty, Chris*. Blazor In Action – 2022 // Manning. – URL: <https://www.manning.com/books/blazor-in-action> (дата обращения: 18.11.2023).
5. *Andrew Lock*. ASP.NET Core In Action – 2021 // Manning. – URL: <https://www.manning.com/books/asp-net-core-in-action-second-edition> (дата обращения: 18.11.2023).

D. Y. Varov, Bachelor's Degree Student

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

Development of a system for studying the Japanese language

The study is dedicated to the development of a system designed for studying the Japanese language. The system targets individuals who are interested in learning the Japanese language, particularly in deepening their knowledge of kanji characters. The system is focused on teaching Japanese kanji characters and other aspects of the Japanese language.

Keywords: Japanese language; REST; web-development; .NET.

К. О. Голиков, магистрант
М. С. Брычкина, кандидат физико-математических наук, доцент
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка системы подсчета и отслеживания людей на видеозаписи с использованием нейронной сети

В работе описывается система, разработанная с целью сокращения трудоемкости мониторинга загруженности общественного транспорта и способная автоматизировать процесс подсчета пассажиров на остановке общественного транспорта по данным видеонаблюдения. Предложенная система может использоваться в планировании расписания общественного транспорта.

Ключевые слова: подсчет людей на остановке общественного транспорта, автоматизация видеонаблюдения, видеоаналитика, распознавание, система, автоматизация.

Введение

Развитие сетей общественного транспорта является важной частью городской инфраструктуры. В силу изменения транспортной загруженности, пропускной способности автодорог и прочих факторов расписание общественного транспорта перестает быть актуальным и нуждается в корректировке.

Актуальность темы работы определяется необходимостью постоянного усовершенствования качества услуг по перевозке пассажиров. Анализ пассажиропотока на остановках позволит определить эффективность работы общественного транспорта с точки зрения количества пассажиров на остановках, заполняемости транспорта, среднего времени ожидания.

Целью разработки системы является улучшение эффективности работы расписания и снижение трудоемкости мониторинга загруженности общественного транспорта.

Для реализации системы подсчета и отслеживания людей на видеозаписи с использованием нейронной сети необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) определить архитектуру нейронной сети;
- 2) разработать и реализовать алгоритмы подсчета количества человек в указанной области;
- 3) разработать графический интерфейс системы;
- 4) провести экспериментальное исследование программной системы.

Описание методов

Для работы система будет использовать алгоритм поиска человека в кадре, основанный на использовании нейронной сети. Данная работа не ставит перед собой задачу реализации нового алгоритма детектирования человека на изображении, а использование уже существующих способов детектирования.

Библиотека *ImageAI* предоставляет мощные, но в то же время простые функции для анализа видео, отслеживания объектов на видео и их классификацию. Библиотека предлагает пользователю выбрать одну из трех доступных нейронных сетей – *RetinaNet* [1], *YOLOv3* [2] и *TinyYOLOv3* [3]. Сеть *TinyYOLOv3* является копией сети *YOLOv3* с более упрощенной моделью для быстрой работы на мобильных устройствах, поэтому тест производительности для выбора модели был проведен для *RetinaNet* и *YOLOv3*. Тест производительности представлял собой поиск людей на видеозаписи, имитирующей запись с камеры видеонаблюдения. Результаты тестирования представлены в таблице.

По результатам тестирования точность *RetinaNet* является более высокой, при этом разница в скорости обработки изображения не является столь существенной, как точность

классификации. Важно отметить, что результат из таблицы применим только к условиям видеозаписи, подготовленной автором. В других случаях результат может быть иным.

Тест производительности

Модель	Точность	Среднее время обработки изображения
<i>RetinaNet</i>	91,2%	110 мс
<i>YOLOv3</i>	44.6%	79 мс

Базовая основа сетей *ResNet* состоит из пяти слоев, каждый из которых, начиная со второго слоя, может дублироваться. Здесь основное отличие от сетей с меньшим количеством слоев состоит в том, что первый и последний слой заменяются на слои ячейками 1×1 . Таким образом можно добиться уменьшения количества параметров обучения и без того глубокой сети до достаточного количества, при этом не сильно ухудшив точность сети.

Следующий шаг – создание алгоритма обработки людей на видеозаписи. Необходимо обработать следующие варианты событий:

- 1) человек заходит на остановку,
- 2) человек выходит с остановки,
- 3) человек появился на остановке,
- 4) отслеживание пути человека,
- 5) отслеживание человека на разных кадрах видеозаписи.

Предобученная нейронная сеть анализирует кадры видеозаписи и сверяет координаты расположения найденных людей с границами остановки, увеличивая соответствующие счетчики и запоминая координаты найденных людей.

Модуль задания границы остановки. Не имеет входных данных. Выходные данные – заданные пользователем координаты остановки в формате четырех точек x и y , область четырехугольной формы.

Модуль подсчета количества человек на остановке. Входными данными являются заданные пользователем координаты границ остановки. Здесь начинается работа нейронной сети. Выходными данными модуля являются:

- 1) количество человек на остановке;
- 2) время на момент подсчета;
- 3) координаты входящих человек;
- 4) количество входящих человек;
- 5) координаты выходящих человек;
- 6) количество выходящих человек;
- 7) фрагмент кадра видеозаписи ограничивающего прямоугольника фигуры входящих и выходящих людей.

Модуль построения графика. Входные данные – количество человек, время. Выходные данные – график зависимости количества человек от времени.

Модуль сопоставления расписания общественного транспорта с количеством людей на остановках. Входные данные – количество человек, идентификатор остановочного пункта, время распознавания, номер маршрута транспортного средства, тип транспортного средства, серийный номер транспортного средства, время подъезда к остановочному пункту. Выходные данные – график с сопоставленным расписанием общественного транспорта с количеством людей на остановках.

Приоритетная задача – это отслеживание расположения человека на разных кадрах видеозаписи. Поскольку у нейронной сети нет функции запоминания того, что определенный человек на прошлом кадре видеозаписи – это тот же самый человек на текущем кадре видеозаписи, то необходимо разработать этот алгоритм самим.

Для каждого найденного человека нейронная сеть предоставляет несколько выходных характеристик – пара значений x , y левого верхнего и правого нижнего точек ограничивающего прямоугольника фигуры и уверенность в процентном соотношении в том, что найденная фигура – человек. Эти координаты можно записать в список, и теперь на каждом кадре видеозаписи у нас будет список со всеми обнаруженными людьми. Теперь, перед обработкой следующего кадра, необходимо скопировать этот список в другой список, назовем его списком точек людей с прошлого кадра. Таким образом, у нас появилось два списка – список координат людей с прошлого кадра видеозаписи и список координат людей с текущего кадра видеозаписи.

При помощи Евклидовой метрики [4] определяется расстояние между точками с прошлого кадра и текущего кадра. Необходимо определить пороговое значение метрики, при котором точно будет определена принадлежность идентификатора человека на разных кадрах.

Путем экспериментов было принято решение о выставлении этого значения в 25 единиц. При меньших значениях идентификаторы людей на текущем и прошлом кадрах могли переприсваиваться друг другу, а при больших считалось, что люди на каждом кадре всегда разные. На рис. 1 показана зависимость ошибки от выставленного расстояния. Ошибка присвоения идентификатора фиксировалась наблюдателем.

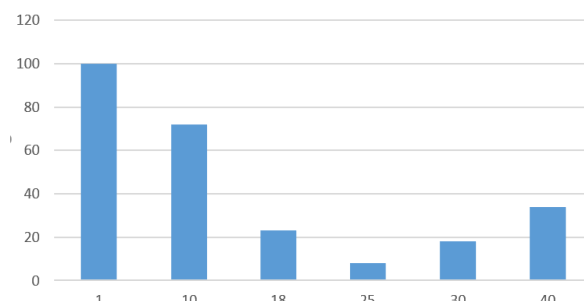


Рис. 1. График ошибок от дистанции в процентном соотношении

Путь перемещения строится по центральным точкам ограничивающего прямоугольника с прошлого кадра и текущего кадра. На рис. 2 продемонстрирован пример построения маршрута.



Рис. 2. Построение маршрута

Далее определяется статус человека. Если текущие координаты обнаруженного человека внутри остановки, а прошлые снаружи, то он вошел на остановку, если же наоборот, то вышел. Появившийся человек после присвоения идентификаторов существовавшим людям на новом кадре будет подсчитан как новый человек.

Описание контрольного примера

После выбора видеозаписи на весь экран развернется первый кадр видеозаписи. Нажатием левой кнопки мыши выделяются границы остановки. Кадр будет загружен в интерфейс системы (рис. 3).

В процессе обработки видеозаписи интерфейс будет наполняться фрагментами людей, уходящих и заходящих на остановку, каждую секунду видео будет строиться график. В верхней части интерфейса можно отслеживать количество обработанных кадров и количество секунд обработанного видео.

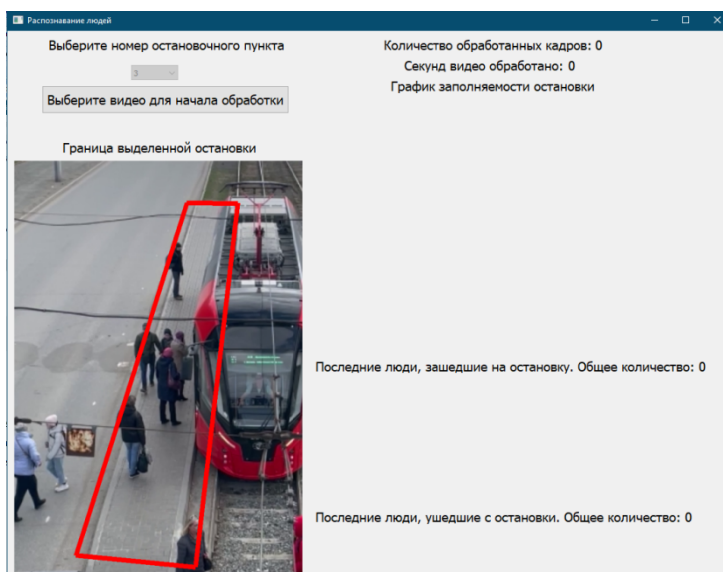


Рис. 3. Интерфейс с границей остановки

На рис. 4 представлен заполняющийся интерфейс – растет количество обработанных кадров и секунд, количество ушедших и вошедших людей, строится график. Для входящих и выходящих людей предусмотрено три окошка, которые заполняются по очереди слева направо от изображения с границами остановки.



Рис. 4. Заполняющийся интерфейс

Изображения людей, входящих и выходящих с остановки, изображение остановки с установленными границами, а также изображение последнего обработанного графика сохраняются на диске.

Также полученные данные сверяются с расписанием общественного транспорта. В файл записываются обнаруженные люди, идентификатор остановки, время на момент обна-

ружения, номер маршрута транспортного средства, тип транспортного средства, серийный номер транспортного средства и время, в которое транспортное средство подъехало к остановке.

Сейчас система умеет обнаруживать людей на видеозаписи, сделанной на остановке, подсчитывать их количество, определять входящих и выходящих людей. Спустя какое-то время, когда после обработки видеозаписей накопится некоторая статистика, можно делать прогнозы о количестве ожидающих человек, количестве входящих и выходящих человек.

Заключение

В результате выполнения работы были разработаны и реализованы алгоритмы подсчета количества человек в указанной области, разработан графический интерфейс системы и проведено экспериментальное исследование экспериментальной системы. Система была разработана полностью.

Список использованных источников и литературы

1. Болховитина, Е. И. Исследование моделей сверточных нейронных сетей YOLOV3 и RETINANET для задачи детектирования лица человека на изображении // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet». – 2022. – № 6 (5).
2. Гуанпин, Л. Улучшение алгоритма YOLO-V3 для распознавания небольших объектов // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet». – 2021. – № 6 (4).
3. Боков, П. А. Экспериментальный анализ точности и производительности разновидностей архитектур YOLO для задач компьютерного зрения / П. А. Боков, П. Д. Кравченя // Программные продукты и системы. – 2020. – № 4 (33). – С. 635–640.
4. Половикова, О. Н. Использование евклидова и манхэттенского расстояний в качестве меры близости для решения задачи классификации / О. Н. Половикова, В. В. Фокина // Известия АГУ. – 2010. – №1 (1). – С. 101–102.

K. O. Golikov, Master's Degree Student
M. S. Brychkina, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of a system for counting and tracking people on video recording using a neural network

The paper describes a system designed to reduce the complexity of monitoring public transport congestion and capable of automating the process of counting passengers at a public transport stop according to video surveillance data. The proposed system can be used in planning public transport schedules.

Keywords: count people at public transport stops, video surveillance, automation, video analytics, recognition, system, automation.

Г. В. Гренкин, кандидат физико-математических наук, доцент
К. И. Шахгельдян, доктор технических наук, доцент
Владивостокский государственный университет

Учет сочетаний факторов риска в модели прогнозирования внутригоспитальной летальности

Работа посвящена построению метода для интерпретации модели машинного обучения, прогнозирующей риск смерти в результате оперативного вмешательства, на основе дихотомизации комбинаций предикторов. Предложен алгоритм настройки весов и порогов модели. Вместо традиционного подхода, использующего функцию потерь, параметры модели подбираются из условия максимума отношения шансов в выделяемой области.

Ключевые слова: объяснимое машинное обучение, медицинское прогнозирование.

Применение моделей машинного обучения в клинической практике затрудняется при отсутствии свойства объяснимости у применяемых методов. Объяснимый искусственный интеллект позволяет понять причины принятия моделью того или иного решения. Среди методов, обеспечивающих интерпретируемость моделей машинного обучения, выделяют локальные методы, предоставляющие объяснение для индивидуальных наблюдений (метод локальной аппроксимации LIME, метод аддитивного объяснения Шепли), а также глобальные методы (например, метод глобальной аппроксимации), направленные на интерпретацию того, как модель работает в целом на всей выборке [1].

Используемый нами метод глобальной интерпретации заключается в том, чтобы дихотомизировать исходные данные с помощью специально подобранных пороговых значений, в результате чего получится модель, работающая на дихотомизированных предикторах. В такой модели вес при каждом бинарном признаке определяет важность выделяемого фактора риска. Для учета влияния сочетаний факторов риска мы построим модель с парными предикторами, которые представляют собой конъюнкции дихотомизированных признаков. Тем самым мы моделируем возможные ситуации, когда превышение одним признаком порогового значения создает условия для срабатывания другого фактора риска.

В работе [2] для нахождения пороговых значений применялся метод максимизации отношения шансов в области, выделяемой порогами. Другими словами, пороги подбирались так, чтобы максимизировать число истинно положительных случаев летальности (True Positive – TP) и при этом минимизировать число ложноположительных случаев (False Positive – FP). Основываясь на этом подходе, мы построим метод, работающий с многофакторной моделью машинного обучения, который подбирает пороги и веса поочередно для каждого признака. В модель с парными комбинациями предикторов будут по очереди включаться те пары признаков, добавление дихотомизированной комбинации которых в модель приведет к максимальному увеличению отношения шансов.

Предлагаемый метод проверялся на данных внутригоспитальной летальности у больных острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST после чрескожного коронарного вмешательства [3].

Описание метода

На рис. 2, 3 представлены блок-схемы алгоритмов нахождения весов и порогов для индивидуальных и парных признаков.

Сначала находятся индивидуальные пороги, которые вместе с дополнительными признаками будут составлять пару – сочетание факторов риска. Метод основан на последова-

тельном включении признаков в модель. Допустим, что в модели уже есть некоторое количество признаков, тогда можно найти значения решающей функции логистической регрессии для всех наблюдений. Для этого потребуется найти интерсепт из условия минимума логистической функции потерь. Отметим, что здесь функция потерь применяется только для настройки интерсепта при заданных весовых коэффициентах при признаках.

Оставим только точки, соответствующие наблюдениям со значениями решающей функции, не превосходящими заданного фиксированного порога отсечения p_0 . Остальные точки уже относятся моделью к классу «1», так что добавление нового признака с положительным весом на них не повлияет. Рассмотрим выбранные точки в двух координатах (рис. 1): по оси абсцисс отложим значения нового признака, включаемого в модель, а по оси ординат – значения логита решающей функции. Тогда, если выделить прямоугольник, верхняя сторона которого имеет ординату $\sigma^{-1}(p_0)$, левая сторона имеет абсциссу a_i (значение порога), а высота равна w_i (значение весового коэффициента), то после дихотомизации i -го признака с порогом a_i и включения его в модель с весом w_i все точки, попавшие в этот прямоугольник, которые ранее относились моделью к классу «0», будут отнесены к классу «1». Остается так выбрать координаты прямоугольника, чтобы отношение числа точек, попавших в прямоугольник и относящихся к реальному классу «1», к числу точек в прямоугольнике, относящихся к реальному классу «0» (то есть отношение шансов TP/FP) было как можно больше. Описанная процедура многократно повторяется и используется для покоординатной настройки весов и порогов.

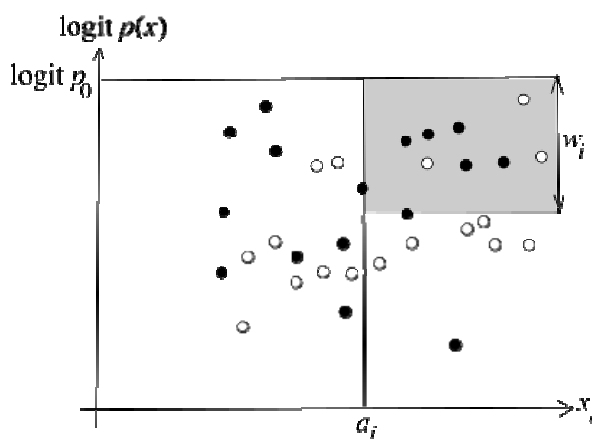


Рис. 1. Прямоугольник с максимумом отношения шансов (число черных точек, отнесенное к числу белых, в закрашенной области)

Для настройки интерсепта применяется минимизация логистической функции потерь с помощью алгоритма BFGS, встроенного в пакет `scipy.optimize`.

Для быстрого вычисления оптимального прямоугольника, содержащего максимум «1» и минимум «0», используем алгоритм, который обращается к структуре данных сбалансированного дерева порядковых статистик, реализованной в классе `SortedList` из библиотеки `sortedcontainers`. Сначала все точки упорядочиваются по убыванию ординат. Затем используется два упорядоченных списка, в один из которых добавляются абсциссы всех точек, а в другой – только абсциссы «1». Таким образом, для каждой очередной «1» мы можем быстро найти количество «1» и «0» не левее этой точки. Заметим, что оптимальные границы искомого прямоугольника проходят через точки класса «1». Поэтому так мы переберем все интересующие координаты. Сложность алгоритма составит $O((n + m^2) \log n)$, где n – число точек, m – число «1».

Чтобы найти пары признаков вместе с весами и порогами, которые будут включены в нашу модель машинного обучения, применим аналогичный метод. Число парных признаков K является заданным. На каждой итерации алгоритма производится поиск оптимальной пары признаков, еще не включенной в модель, которая обеспечит максимум отношения шан-

сов в прямоугольнике, построенном в следующих осях: по абсциссе откладывается дополнительный признак, добавляемый к базовому, порог для которого найден, по ординате откладываются значения решающей функции логистической регрессии. Новым парным дихотомизированным признаком становится конъюнкция базового индивидуального признака, дихотомизированного с соответствующим индивидуальным порогом, и дополнительного признака, дихотомизированного с новым вычисленным порогом. После включения нового парного признака в модель производим по координатную донстройку весов и порогов всех парных признаков модели.

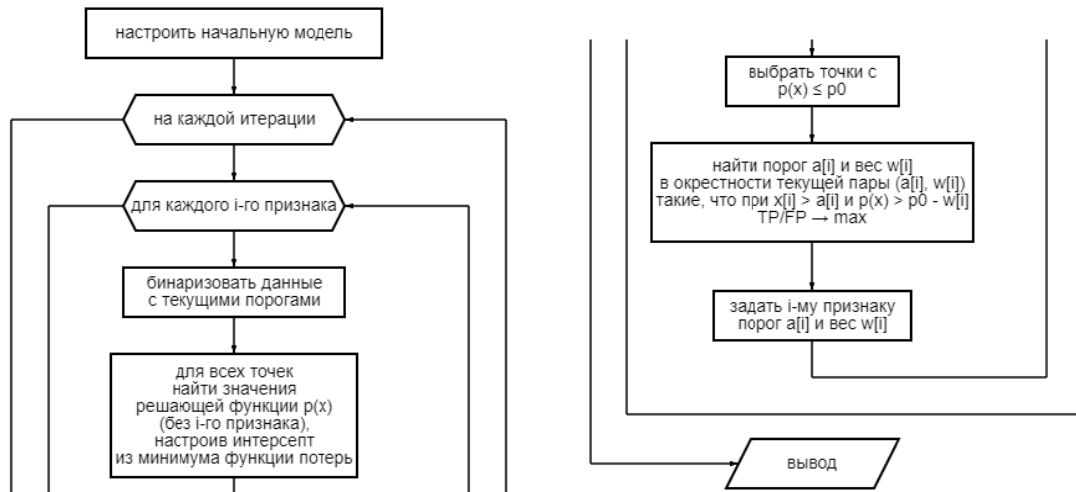


Рис. 2. Алгоритм нахождения весов и порогов для индивидуальных признаков

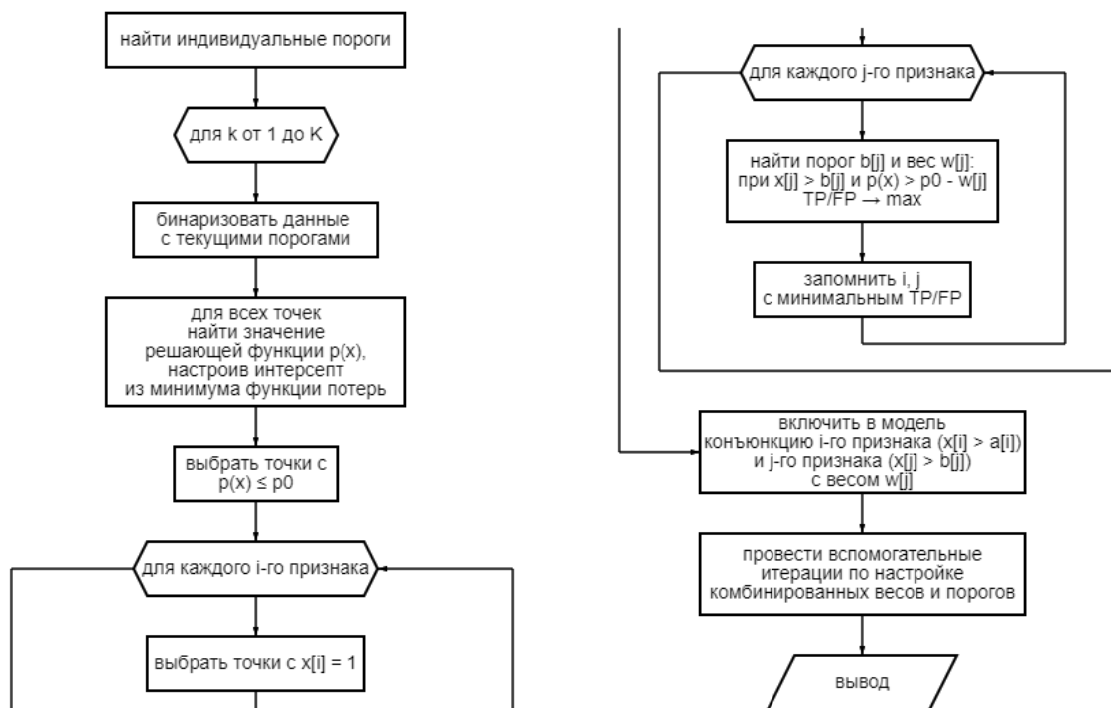


Рис. 3. Алгоритм нахождения весов и порогов для парных признаков

Результаты

Выборка включала 3639 наблюдений, из которых 133 со смертельным исходом.

Используемые предикторы:

- Age – возраст;

- HR – частота сердечных сокращений;
- Killip class – класс острой сердечной недостаточности по Т. Killip;
- Cr – креатинин;
- EF LV – фракции выброса левого желудочка по методу Тейхольца;
- NEUT – нейтрофилы;
- EOS – эозинофилы;
- PCT – тромбокрит;
- Glu – глюкоза;
- SBP – систолическое артериальное давление.

Данные подвергались Z-нормализации.

В табл. 1, 2 представлен пример параметров модели, настроенной по представленному алгоритму. Принято $p_0 = 0.04$, $K = 30$.

На этом примере разделения выборки на обучающую и тестовую достигнуто значение AUC 0.873, Sen 0.814, Spec 0.815 при указанных в таблицах порогах и весовых коэффициентах. Если извлечь пороговые значения и бинаризовать данные, а затем обучить модель логистической регрессии (веса при этом станут другими), то будет достигнут AUC 0.869, Sen 0.777, Spec 0.853 у модели с индивидуальными предикторами и AUC 0.857, Sen 0.740, Spec 0.885 у модели с комбинированными предикторами, при этом логистическая регрессия, обученная на непрерывных данных, дает значение AUC 0.914.

Таблица 1. Пороговые значения и весовые коэффициенты для индивидуальных предикторов

Предиктор	Пороговая область	Весовой коэффициент
Age	≥ 75.0	0.019
HR	≥ 90.0	0.019
Killip class	≥ 2.0	0.005
Cr	≥ 123.67	0.019
EF LV	≤ 44.0	0.069
NEUT	≥ 92.1	0.047
EOS	≤ 0.1	0.003
PCT	≥ 0.37	0.108
Glu	≥ 6.75	0.003
SBP	≤ 79.0	0.045

Таблица 2. Пороговые значения и весовые коэффициенты для парных предикторов с указанием истинно и ложно классифицированных наблюдений в выделенной каждым предиктором области, а также индекса Джини

Базовый предиктор	Дополнительный предиктор	Весовой коэффициент	TP	FP	Gini
Age ≥ 75.0	HR ≥ 67.0	8.40	36	340	0.211
Age ≥ 75.0	EF LV ≤ 30.0	16.1	8	9	0.070
Age ≥ 75.0	NEUT ≥ 81.2	6.62	26	95	0.104
HR ≥ 90.0	SBP ≤ 100.0	5.51	24	37	0.077
EF LV ≤ 44.0	NEUT ≥ 66.6	0.	47	247	0.166
SBP ≤ 79.0	EF LV ≤ 52.0	21.0	11	14	0.071
EOS ≤ 0.1	Cr ≥ 172.8	5.37	32	41	0.074
Killip class ≥ 2.0	Glu ≥ 3.96	0.023	99	1278	0.461
Glu ≥ 6.75	NEUT ≥ 91.8	34.2	5	11	0.073
Killip class ≥ 2.0	HR ≥ 92.0	3.77	47	196	0.142
PCT ≥ 0.37	EF LV ≤ 50.0	13.8	8	33	0.083
Killip class ≥ 2.0	PCT ≥ 0.34	12.1	13	66	0.097
EOS ≤ 0.1	EF LV ≤ 30.0	12.4	15	21	0.073
Glu ≥ 6.75	Killip class ≥ 2.0	4.45	69	446	0.241
Cr ≥ 123.67	PCT ≥ 0.24	0.363	35	174	0.138

Базовый предиктор	Дополнительный предиктор	Весовой коэффициент	TP	FP	Gini
EF LV ≤ 44.0	Cr ≥ 141.6	1.69	23	65	0.091
Glu ≥ 6.75	EOS ≤ 0.5	1.26	79	526	0.267
Cr ≥ 123.67	HR ≥ 92.0	4.78	31	94	0.101
Age ≥ 75.0	SBP ≤ 130.0	7.06	31	230	0.165
Cr ≥ 123.67	Age ≥ 64.0	1.57	58	379	0.218
Glu ≥ 6.75	Cr ≥ 263.85	37.8	9	12	0.071
Killip class ≥ 2.0	Cr ≥ 140.55	3.55	49	190	0.139
HR ≥ 90.0	Killip class ≥ 3.0	8.53	41	110	0.104
Killip class ≥ 2.0	EF LV ≤ 30.0	6.04	17	28	0.076
EOS ≤ 0.1	SBP ≤ 85.0	10.2	18	32	0.077
HR ≥ 90.0	Glu ≥ 13.5	21.7	12	24	0.076
Cr ≥ 123.67	SBP ≤ 80.0	1.76	17	30	0.077
Cr ≥ 123.67	Killip class ≥ 3.0	2.03	50	177	0.132
Glu ≥ 6.75	PCT ≥ 0.26	9.68	38	234	0.164
Cr ≥ 123.67	Glu ≥ 7.74	5.40	44	142	0.118

Для проведения верификации предлагаемого метода рассмотрим следующие модели (табл. 3):

1. Модель с непрерывными признаками.
2. Модель с дихотомизированными индивидуальными признаками.
3. Модель с дихотомизированными парными признаками (без индивидуальных).

Во всех трех случаях используем модель логистической регрессии из пакета `scikit-learn`. Для моделей 2 и 3 модель обучалась на дихотомизированных с найденными порогами данных.

Таблица 3. Метрики качества моделей (порог отсечения 0.04, число комбинированных признаков 30)

Модель	AUC	Sensitivity	Specificity
1	0.894 (0.883–0.904)	0.804 (0.778–0.830)	0.854 (0.849–0.859)
2	0.860 (0.847–0.872)	0.740 (0.710–0.769)	0.837 (0.829–0.845)
3	0.859 (0.845–0.872)	0.682 (0.648–0.716)	0.879 (0.873–0.886)

Исходный код программной реализации доступен по ссылке <https://github.com/lap-kin25/XAI-Model>.

Исследование поддержано проектом Российского научного фонда (РНФ) №. 23-21-00250.

Список использованных источников и литературы

1. Molnar, C. Interpretable machine learning: a guide for making black box models explainable. – URL: <https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/> (дата обращения: 21.03.2024).

2.. Фенотипирование факторов риска и прогнозирование внутригоспитальной летальности у больных ишемической болезнью сердца после коронарного шунтирования на основе методов объяснимого искусственного интеллекта / Б. И. Гельцер, К. И. Шахгельдян, В.Ю. Рублев, И. Г. Домжатов, М. М. Циванюк, О. И. Шекунова // Российский кардиологический журнал. – 2023. – Т. 28, № 4. – С. 85–93.

3. Прогнозирование внутригоспитальной летальности у больных острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST после чрескожного коронарного вмешательства / Б. И. Гельцер, К. И. Шах-

гельдян, И. Г. Домжалов, Н. С. Куксин, Е. А. Кокарев, В. Н. Котельников, В. Ю. Рублев // Российский кардиологический журнал. – 2023. – Т. 28, № 6. – С. 31–39.

G. V. Grenkin, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor
K. I. Shakhgeldyan, DSc in Engineering, Associate Professor
Vladivostok State University

Consideration of risk factors combinations in the model of interhospital mortality

The work is devoted to the construction of a method for interpreting a machine learning model that predicts the risk of death as a result of surgery, based on the dichotomization of combinations of predictors. An algorithm for adjusting the weights and thresholds of the model is proposed. Instead of the traditional approach using the loss function, the model parameters are selected from the condition of the maximum odds ratio in the selected area.

Keywords: interpretable machine learning, clinical prediction.

А. О. Гуркина, магистрант

Н. А. Иванова, кандидат технических наук, доцент

О. В. Кубанских, кандидат физико-математических наук, доцент

Кафедра «Информатика и прикладная математика»

Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского

Технологии преобразования изображений с помощью нейронных сетей

В статье представлено детальное описание архитектуры и принципов работы сверточных и генеративно-состязательных нейронных сетей для трансформации изображений. Сравниваются два подхода по таким параметрам, как точность классификации, обобщение, устойчивость к шуму и генерация изображений. Исследование направлено на выявление преимуществ и особенностей каждой из архитектур с целью понимания их эффективности и перспектив в области обработки и создания изображений.

Ключевые слова: сверточные нейронные сети, генеративно-состязательные нейронные сети, глубокое обучение, искусственный интеллект.

Сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN) и генеративно-состязательные нейронные сети (Generative Adversarial Networks, GAN) являются передовыми технологиями в области компьютерного зрения и играют ключевую роль в обработке визуального контента. Обе эти архитектуры активно используются для решения разнообразных задач обработки изображений, таких как классификация, сегментация, обнаружение объектов и генерация новых.

Сверточные нейронные сети представляют собой особый тип искусственных нейронных сетей, предназначенный для точного распознавания образов и являющийся важной составляющей глубокого обучения. По структуре данные сети можно отнести к нейронным сетям без обратной связи, принципиально многослойным нейронным сетям.

CNN имеют ряд преимуществ, которые делают их идеальными для решения задач классификации изображений. Одно из главных преимуществ данного вида сетей – способность извлекать ключевые признаки из данных. Это достигается с помощью операции свертки, которая выполняет вычисление корреляции между входным изображением и набором обучаемых фильтров [1]. В результате этой операции получаются карты признаков, которые содержат информацию о различных характеристиках изображения, таких как края, линии и углы (рис. 1).



Рис. 1. Принципиальная схема решения задач классификации изображения с помощью сверточной нейронной сети

Из представленной схемы можно выделить основные этапы классифицирования изображения с применением сверточных нейронных сетей. Изначально исходное изображение проходит через серию слоев свертки, где нейроны обрабатывают малые области изображения, обнаруживая различные характеристики, такие как границы, углы, текстуры и другие визуальные элементы. Эти характеристики служат основой для поиска базового уровня.

По битовому представлению изображения перемещается нейрон (или фильтр, или матрица) определенного размера, который производит свертку изображения, преобразуя битовую матрицу размером с нейрон в число с помощью суммирования поэлементных умножений. Нейрон перемещается на одну позицию вправо и затем влево. Полученную матрицу называют функцией активации или картой признаков. Нейрон представляет собой матрицу свойства (признака), состоящую из чисел. Чем больше фильтров, тем глубже карта признаков и больше информации об исходном изображении [2].

Таким образом, суть первого сверточного слоя заключается в том, что нейроны-фильтры в этом слое «разворачиваются» вокруг исходного изображения, и их активность (то есть, полученное численное значение) увеличивается, когда в исходном изображении обнаруживается искомый признак. Фильтры первого сверточного уровня обнаруживают свойства базового уровня, например, границы и кривые. Результат первого сверточного слоя (одна или несколько карт свойств) является входным значением второго сверточного слоя.

При прохождении изображения через второй сверточный слой на выходе получают активации фильтров признаков более высокого уровня (полудуги, квадраты и так далее). При дальнейшем продвижении по сети в карту добавляются все более сложные характеристики.

После сверточных слоев обычно следуют слои пулинга, которые уменьшают размерность данных, сохраняя ключевые информационные характеристики. Это помогает улучшить вычислительную эффективность и обобщающую способность сети [3].

Затем данные сверточных и пулинговых слоев передаются в полносвязные слои, где происходит классификация изображения на основе выделенных характеристик. Полносвязные слои помогают сети принимать решения и определять, к какому классу изображение относится.

С этой целью составляется n -мерный пространственный вектор, где n – количество классов принадлежности. Работа этого слоя заключается в следующем: на основе высокоуровневых карт активации, полученных из предыдущего слоя, определяются признаки, наиболее характерные для определенного класса. Определение ведется исходя из полученных во время многочисленных свертываний чисел. Свертывания происходят для каждого признака классификации [4].

Сеть, прошедшая через сверточные и полносвязные слои, формирует абстрактные концепции, которые помогают ей выявлять более высокоуровневые характеристики изображения, такие как общие формы, структуры и объекты. Это позволяет сети делать более сложные классификации и распознавать объекты на изображениях.

В результате прохождения через эти этапы сверточная нейронная сеть способна классифицировать изображения, определяя их содержание на основе изученных признаков и характеристик (рис. 2).

Чтобы определить на изображении признаки кота, CNN использует множество фильтров, каждый из которых настроен на определенный тип признаков, например, фильтры, которые могут обнаружить края, линии, углы и другие геометрические фигуры. Есть также фильтры, которые могут распознать определенные цвета или текстуры.

CNN выполняет операцию свертки по всему входному изображению, применяя каждый фильтр к каждому участку изображения. В результате получается карта признаков, которая содержит информацию о том, где и какие признаки были обнаружены на изображении.

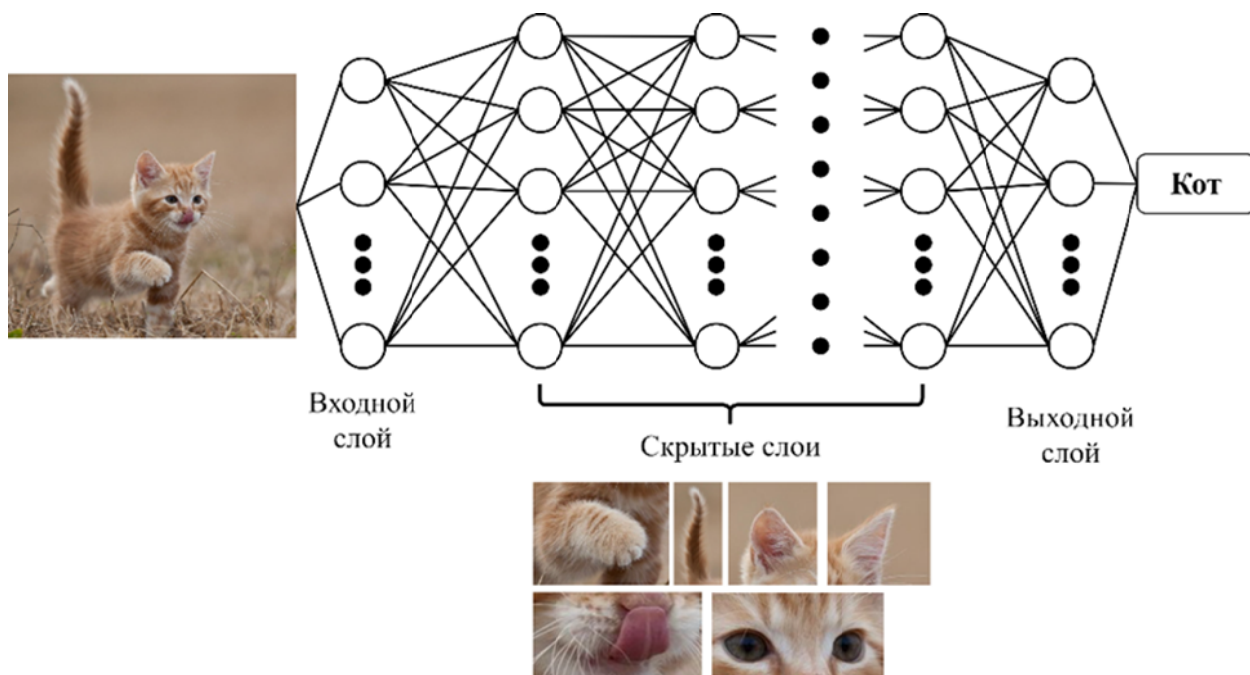


Рис. 2. Процесс обработки изображений с помощью сверточных нейронных сетей

После того как сеть определила признаки кота на изображении, она использует эту информацию для классификации изображения. Например, если на изображении обнаружены признаки, характерные для кошек, то сверточная нейросеть может определить, что это изображение кота. Если же на изображении нет таких признаков, то CNN может классифицировать его неверно.

К основным преимуществам описанного выше типа нейронных сетей относятся:

- уменьшение количества весовых коэффициентов за счет использованных нейронов, что в итоге приводит к увеличению быстродействия системы на основе сверточных нейронных сетей;
- захват и сканирование матрицы пикселей исходного изображения при работе CNN, что позволяет учитывать специфические свойства изображений и улучшает качество распознавания;
- возможность составлять коллекции нейронов-признаков делает CNN устойчивыми к помехам и преобразованиям (сдвигу, повороту и т.д.);
- сжатие исходного изображения при создании сверточных слоев различных уровней, что делает этот процесс инвариантным по отношению к исходному размеру изображения;
- обучение сверточной нейронной сети проходит с помощью метода обратного распространения ошибки (данный метод не исключает использования других методов обучения, что повышает качество работы).

К недостаткам сверточных нейронных сетей можно отнести: увеличение времени обучения с увеличением числа сверточных слоев; необходимость большого числа примеров для обучения нейронной сети; увеличение вероятности переобучения нейросети при недостаточном количестве обработанных примеров при обучении с учителем.

Рассмотрим работу другого типа нейронных сетей – генеративно-состязательных сетей. GAN определяют как модель машинного обучения, которая может имитировать заданное распределение данных [5]. Другими словами, такие нейросети позволяют генерировать различные типы данных (музыка, речь, изображение, тексты и другое) и включают в себя преобразование стиля входного изображения в соответствии с заданными стилями или стилем.

Генеративно-состязательные нейронные сети состоят из генератора и дискриминатора, которые являются отдельными нейронными сетями со своими алгоритмами работы и архитектурой (рис. 3).

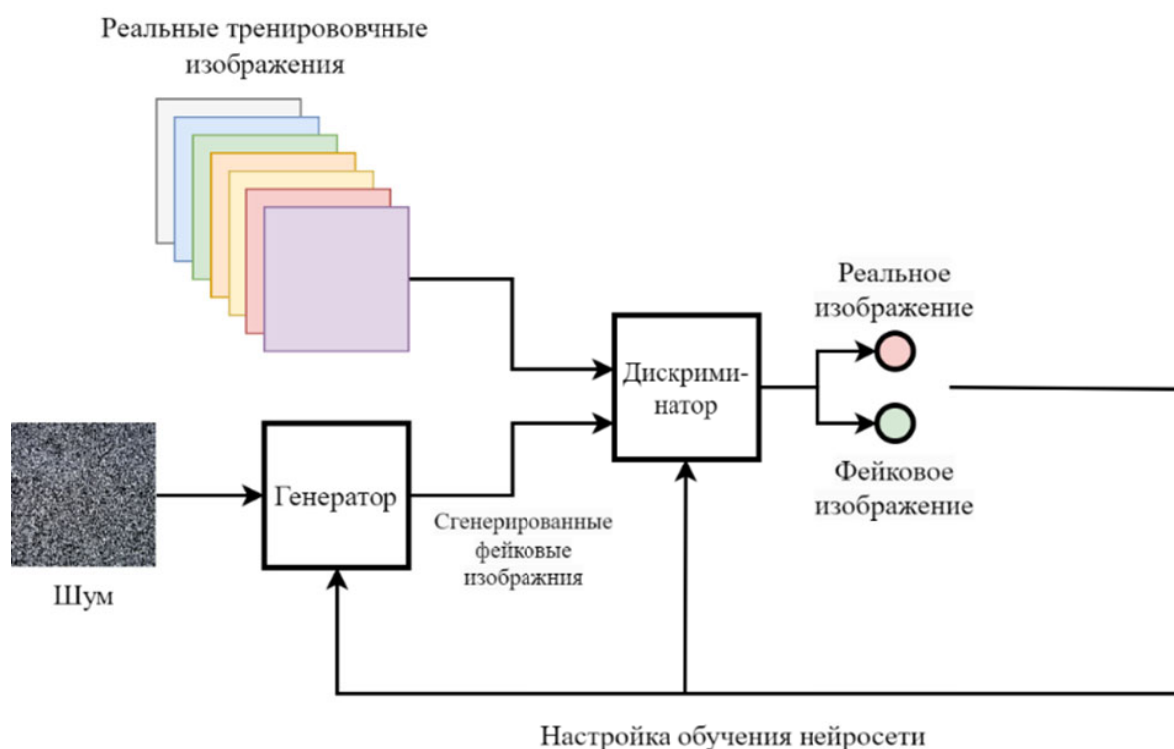


Рис. 3. Архитектура генеративно-состязательной нейронной сети

Роль генератора состоит в том, чтобы сгенерировать на основе входных данных и реальной выборки изображений некоторый набор данных, сопоставимый с реальными. В противовес ему дискриминатор оценивает вероятность того, что полученный набор соответствует реальным данным или объектам. Такая вероятностная оценка может осуществляться с помощью построения сверточных слоев, описанных выше.

Генератор и дискриминатор находятся в постоянной соревновательной связи друг с другом. Генератор, обучаясь, генерирует наборы данных, обладающие как можно большим числом признаков необходимого класса, тем самым пытаясь «обмануть» дискриминатор и заставить его принять их за реальные.

Дискриминатор, в свою очередь, обучается различать между настоящими данными и данными, сгенерированными генератором. Его задача – определить, является ли входное изображение реальным или сгенерированным (классифицировать).

Генератор стремится создавать все более реалистичные данные, в то время как дискриминатор улучшает свои способности отличать фальшивые данные от реальных. Этот процесс обучения приводит к совершенствованию обеих сетей и созданию высококачественных сгенерированных данных.

Таким образом, соревнование между генератором и дискриминатором в GAN является ключевым механизмом, который обеспечивает генерацию высококачественных и реалистичных данных в различных областях, таких как синтез изображений, анимации, стилей и многое другое.

Структура генератора может быть любой, например, сверточной многослойной. Роль дискриминатора заключается в оценке вероятности того, что входные данные принадлежат реальному набору данных (обучение выполняется таким образом, чтобы дискриминатор выдавал 1, получая реальный образец, и 0 – для сгенерированного набора).

Аналогично генератору структура нейросети дискриминатора может быть любой. Исходя из описанного, входные данные могут быть многомерными, тогда как выходные данные представляют собой скаляр – значения 1 и 0.

На рис. 4 представлен пример того, как генеративно-состязательные нейронные сети могут создавать уникальный контент, имитирующий реальность.



Рис. 4. Результат работы нейросети по текстовому запросу «Обложка журнала с женщиной»

Благодаря развитию глубокого обучения генеративно-состязательные нейросети позволяют создавать удивительные произведения искусства, которые могут варьироваться от портретов и пейзажей до абстрактных композиций.

Методы анализа изображений, основанные на нейронных сетях, позволяют автоматически изучать характеристики объектов на изображениях и обучаться на базе получаемых датасетов для последующей генерации и/или распознавания образов. Нейронные сети могут обучаться на больших объемах данных и постепенно улучшать свою точность, эти методы обеспечивают высокую надежность и эффективность в таких задачах, как распознавание лиц, что делает их значимым инструментом в современных системах безопасности и видеонаблюдения [6].

Сверточные нейронные сети, благодаря своей способности выделять значимые признаки из изображений, хорошо подходят для задач классификации и сегментации изображений. Однако они могут быть менее эффективны в задачах генерации новых изображений, так как не обладают прямой способностью создавать новые образы из ничего.

Генеративно-состязательные сети, с другой стороны, способны создавать новые, ранее не существовавшие изображения, благодаря использованию генератора и дискриминатора в своей архитектуре. Однако пока их применение может быть ограничено меньшими возможностями по выделению значимых признаков из изображений и, как следствие, менее высокой точностью классификации и сегментации.

В целом при решении конкретной задачи выбор между различными типологиями нейронных сетей зависит от поставленной цели и требований к точности и функциональности системы обработки изображений.

Объединение этих двух технологий позволяет создавать инновационные решения в сфере компьютерного зрения, такие как улучшение качества изображений, генерация реалистичных фотографий лиц, а также решение задач стилизации и улучшения изображений. Комбинация сверточных и генеративно-состязательных нейронных сетей открывает широкие возможности для развития современных технологий обработки изображений.

Список использованных источников и литературы

1. Бредихин, А. И. Алгоритмы обучения сверточных нейронных сетей // Вестник Югорского государственного университета. – 2019. – № 1 (52). – С. 41–54. – DOI 10.17816/byusu20190141-54.
2. Solving the Handwriting Recognition Problem Using Convolutional Neural Networks / N. A. Ivanova, O. V. Kubanskikh, V. A. Bednag [et al.] // 2nd International Conference on Computer Applications for Management and Sustainable Development of Production and Industry (CMSD-II-2022), Dushanbe, 21–23 декабря 2022 года. – Washington: SPIE-SOC PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS, 2023. – P. 1256409. – DOI 10.1117/12.2669089.
3. Иванова, Н. А. Использование сверточных нейронных сетей для распознавания рукописных символов / Н. А. Иванова, О. В. Кубанских, В. А. Беднаж // Математическое моделирование : тез. II Междунар. конф., Москва, 21–22 июля 2021 г. – Москва : Перо, 2021. – С. 61–62.
4. Бычков, А. Г. Использование сверточных нейросетей для классификации изображений / А. Г. Бычков, Т. В. Киселева, Е. В. Маслова // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2023. – № 1 (43). – С. 39–49. – DOI 10.57070/2304-4497-2023-1(43)-39-49.
5. Гуркина, А. О. Генеративно-сопоставительные нейросети и их применение в области обработки изображений // Цифровые, компьютерные и информационные технологии в науке и образовании : сб. ст. Межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Брянск, 01–02 нояб. 2023 г. – Брянск : Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, 2023. – С. 331–335.
6. Применение технологий нейронных сетей для организации контроля доступа лиц с разным уровнем допуска / Н. А. Иванова, О. В. Кубанских, Д. А. Погонишева [и др.] // Интеллектуальный пункт пропуска в России и мире: компетентностный подход к созданию: сб. докл. Междунар. практ. конф., Санкт-Петербург, 16–17 февр. 2023 г. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2023. – С. 158–160.

A. O. Gurkina, Master's Degree Student
N. A. Ivanova, PhD in Engineering, Associate Professor
O. V. Kubanskikh, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor
Department of Computer Science and Applied Mathematics
Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky

Image transformation technologies using neural networks

This article provides a detailed description of the architecture and principles of operation of convolutional and generative-adversarial neural networks for image transformation. Two approaches are compared in terms of parameters such as classification accuracy, generalization, noise resistance, and image generation. The research is aimed at identifying the advantages and features of each of the architectures, in order to understand their effectiveness and prospects in the field of image processing and creation.

Keywords: convolutional neural networks, generative-adversarial neural networks, deep learning, artificial intelligence.

D. A. Devyatov, Post-graduate
Department of Thermal Engines and Installations
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Application of neural networks in the design of mechanisms

The article is an overview of modern methods of using artificial neural networks in the process of developing and improving mechanical systems. The paper considers such aspects as optimization of structures using generative neural networks (GANs) and inverse neural network models, analysis of loads and strength characteristics using deep learning, as well as the creation of innovative solutions using advanced optimization algorithms based on neural networks and combining them with other machine learning methods.

The author of the article demonstrates how neural networks can be used to automate the design process, increase its efficiency and accelerate the introduction of new products to the market. They provide examples of successful applications of these methods in various industries such as automotive, aviation and robotics.

Keywords: neural networks, saving time and resources, analysis of loads and strength characteristics, optimization of structures.

Creating innovative solutions with advanced optimization algorithms based on neural networks and combining them with other machine learning methods [1], such as genetic algorithms and optimization techniques, opens up broad possibilities for developing new mechanisms with unique characteristics, such as increased strength or efficiency.

Neural networks, mimicking the functioning of the human brain, can be utilized as powerful optimization tools capable of finding the best solutions in complex multidimensional spaces. Their ability to learn from data and recognize complex patterns makes them extremely valuable for solving optimization problems.

Combining neural networks with other machine learning methods, such as genetic algorithms and metaheuristic optimization methods, can enhance the accuracy, reliability, and speed of finding optimal solutions. Such hybrid approaches allow leveraging the strengths of different methods and compensating for their weaknesses, leading to more effective and robust results.

These advanced algorithmic approaches pave the way for creating innovative mechanisms and structures that were previously impossible or too complex to develop using traditional methods. They can lead to significant breakthroughs in various fields, such as the automotive industry, aviation, construction, and many others, where stronger, more energy-efficient, and optimized designs are required.

Using neural networks in mechanism design can offer the following benefits:

- 1) Improved Performance: Neural networks enable faster and more accurate optimization of designs, reducing the time and resources required for design.
- 2) Innovative Solutions: Applying neural networks contributes to the emergence of new, ideal designs that may be challenging to discover using traditional methods.
- 3) Time and Resource Savings: Automating the design process using neural networks helps reduce the time needed to develop new mechanisms and lowers the costs associated with their creation and testing.

Examples of neural networks and their capabilities:

1. Pattern Recognition and Computer Vision

Neural networks, such as Convolutional Neural Networks (CNNs) [2], are successfully employed for object recognition, face detection, text recognition, and other pattern recognition tasks

in images and videos. This finds applications in security systems, autonomous vehicles, medical diagnostics, and many other areas.

2. Natural Language Processing

Recurrent Neural Networks (RNNs) [3] and transformer-based models like BERT and GPT enable the creation of systems for understanding and generating natural language text. This is used in virtual assistants, machine translation, sentiment analysis, and other NLP tasks.

3. Recommendation Systems

Collaborative filtering algorithms and matrix factorization, often combined with neural networks, are applied to create personalized recommendations in e-commerce, streaming services, and other domains.

4. Optimization and Decision Making

Neural networks and reinforcement learning methods can be used to solve optimization and decision-making tasks in areas such as resource management, logistics, finance, and gaming strategies.

5. Generative Models

Generative Adversarial Networks (GANs) and other generative models based on neural networks enable the creation of realistic synthetic data, such as images, audio, and text. This finds applications in content generation, design, and other creative domains.

To achieve the best results, a combination of multiple machine learning methods is often used, along with integrating them with traditional algorithms and expert knowledge in the respective field. For example, in computer vision systems, neural networks can be combined with image processing algorithms and geometric methods.

Optimizing designs using generative neural networks (GANs) and inverse neural network models is a powerful approach for developing and researching new mechanisms and structures. Both of these methods have the potential to significantly improve the process of design optimization, making it more innovative, fast, and efficient.

Generative Adversarial Networks (GANs):

Working Principle: GANs consist of two main components: the generator and the discriminator. The generator creates new data samples that resemble the training data, while the discriminator tries to distinguish between real samples and those generated by the generator. GANs are trained by alternating the training of the generator and the discriminator until equilibrium is reached. Применение в оптимизации конструкций:

1. Aerodynamic Shape Optimization:

GANs can be utilized to generate new aerodynamic shapes, such as aircraft wings, turbine blades, or car bodies. The network is trained on existing efficient shapes and then generates new variations, which can be validated using computational fluid dynamics (CFD) or physical modeling.

2. Structural Construction Optimization:

GANs can be applied to optimize structural constructions, such as beams, frames, or nodes. The network is trained on existing efficient constructions and then generates new variants, which can be validated using finite element methods or other structural analysis techniques.

3. Material Topology Optimization:

GANs can be used to generate new material topologies with specified properties such as high strength, lightweight, or specific electrical or thermal characteristics. The network is trained on existing efficient materials and then generates new topologies, which can be analyzed and manufactured using additive technologies (3D printing).

4. Shape Optimization for Biomedical Applications:

GANs can be employed to generate new shapes for biomedical devices such as prosthetics, implants, or medical instruments. The network is trained on existing efficient shapes, taking into account requirements for biocompatibility, functionality, and ergonomics.

Advantages: This approach enables rapid and efficient exploration of a large space of potential configurations, which may lead to the discovery of new, previously impossible constructions.

Backward Neural Network Models:

Working Principle: Backward neural network models are trained to predict the optimal parameters of a structure based on desired characteristics and operating conditions. These models take input such as desired structural characteristics (e.g., strength, weight, dimensions) and operating conditions (e.g., loads, temperature, vibration) and predict the parameters of the structure that best meet these requirements. This process involves the following stages:

1. **Data Collection and Preparation:** The first step involves gathering data about existing structures, their parameters, and corresponding characteristics. This data is used to train the neural network.

2. **Neural Network Training:** The collected data is utilized to train a neural network, which serves as the backward model. The network is trained to predict the parameters of the structure based on the required characteristics.

3. **Optimization:** After training, the neural network can be used to search for optimal structure parameters that satisfy the specified requirements. This process may involve various optimization methods such as genetic algorithms or gradient descent.

Application in Structural Optimization: Backward neural network models can be used to create optimal structures considering the required characteristics and operating conditions. This allows engineers to quickly obtain predictions of which structure parameters will be optimal for given conditions.

Examples of using this method could include:

Aircraft Wing Profile Optimization: In this example, the neural network can be trained on data regarding existing wing profiles and their aerodynamic characteristics. Then, the backward model can be used to search for the optimal wing profile that provides maximum lift and minimum drag under given constraints.

Bridge Structure Optimization: In this case, the neural network can be trained on data about various bridge structures, their parameters, and load-bearing capacity. The backward model can then be used to search for the optimal bridge structure that meets strength and cost requirements under given constraints.

Advantages: This approach allows for considering multiple different factors in structure optimization, making the design process more efficient. It provides a high-speed search for optimal solutions, the ability to account for complex relationships between parameters and characteristics, and the potential to discover new, unconventional solutions.

Deep Learning [4] for Load Analysis and Strength Characteristics:

The analysis of loads and strength characteristics using deep learning can be employed to train models capable of predicting the behavior of mechanisms and structures under various conditions. For example, neural networks can be trained based on data about loads, deformations, and strength characteristics to predict the behavior of structures under different loads or in different environments.

Advantages of Deep Learning Methods:

Complex Pattern Extraction: Deep learning methods can extract complex patterns from data.

Automatic Feature Learning: They can automatically learn features without the need for manual definition.

Handling Large Volumes of Information: Deep learning techniques can process large volumes of information efficiently.

These advantages make deep learning an effective tool for analyzing loads and strength characteristics, providing insights into the behavior of structures in diverse conditions.

The use of computer vision in the analysis of loads and structural characteristics can be employed to determine deformations and damages in real-time. Examples of computer vision applications include:

1. Analysis of images obtained from sensors or cameras to determine stresses, deformations, and other material or structural characteristics.

2. Monitoring the condition of equipment or infrastructure based on video or image data to detect damages, cracks, wear, and other anomalies.

These methods allow for the rapid detection and analysis of changes in the structure or behavior of objects, which is important for ensuring the safety and reliability of constructions and equipment. Examples of such usage include:

1. Analysis of deformations and stresses in structures: Computer vision systems can track deformations and movements of structural elements (bridges, buildings, machines, etc.) under load in real-time, aiding in identifying critical areas and preventing failures.

2. Quality control and defect detection in materials: Computer vision cameras can detect cracks, dents, corrosion, and other defects on the surface of various materials (metals, composites, concrete, etc.), crucial for ensuring the quality of critical components and structures in aviation, shipbuilding, automotive industries, and other sectors.

3. Testing for failure and fatigue strength: Computer vision systems are used to observe and analyze material failure processes during tests for tension, compression, bending, and fatigue. High-speed cameras enable detailed study of crack initiation and propagation processes, as well as determining critical loads and deformations.

4. Monitoring of manufacturing processes: In material processing processes (casting, forging, stamping, etc.), computer vision is used for controlling the shape, dimensions, and surface quality of products, allowing for timely detection of defects and adjustment of technological parameters to ensure the required strength characteristics.

5. Non-destructive testing: Computer vision methods are applied for non-destructive quality control of welded joints, cast and composite parts, pipelines, and other structures, enabling the detection of internal defects, cracks, and structural irregularities without damaging the materials.

Thus, computer vision is a valuable tool for analyzing loads and structural characteristics, contributing to the enhancement of safety, quality, and efficiency in various constructions and technological processes.

The article "Application of Neural Networks in Mechanism Design" provides an overview of various methods of using neural networks to optimize the processes of mechanism design. Overall, the article demonstrates that the application of neural networks in mechanism design opens up wide possibilities for optimizing the development processes and creating more efficient and reliable products. Combining different machine learning methods and utilizing advanced optimization algorithms enables significant progress in this field.

References

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. Cambridge, MA : MIT Press.
2. Mao, Xudong, et al. "Shufflenet: An efficient convolutional neural network for mobile devices." Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV). 2018.
3. Olah, Chris, Alexander Mordvintsev, and Ludwig Schubert. "Feature visualization." Distill 2.11 (2017): e7.
4. Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction (2nd ed.). New York : Springer.

Д. А. Девятков, аспирант

Кафедра «Тепловые двигатели и установки»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Применение нейросетей в проектировании механизмов

Статья представляет собой обзор современных методов использования искусственных нейронных сетей в процессе разработки и улучшения механических систем. В работе рассматриваются такие аспекты, как оптимизация конструкций с использованием генеративных нейронных сетей (GANs) и обратных моделей нейросетей, анализ нагрузок и прочностных характеристик с помощью глубокого обучения, а также создание инновационных решений с помощью передовых алгоритмов

оптимизации на основе нейронных сетей и комбинирования их с другими методами машинного обучения.

Автор статьи демонстрирует, как нейросети могут использоваться для автоматизации процесса проектирования, повышения его эффективности и ускорения вывода новых продуктов на рынок. Приводятся примеры успешного применения этих методов в различных отраслях промышленности, таких как автомобилестроение, авиация и робототехника.

Ключевые слова: нейронные сети, экономия времени и ресурсов, анализ нагрузок и прочностных характеристик, оптимизация конструкций.

А. М. Емельянов, ассистент
Кафедра корпоративных информационных систем
МИРЭА – Российский технологический университет

**Использование метода анализа оптического потока Фарнебака
для автоматизации создания датасета паттернов движения и обучения нейронной сети
в контексте распознавания движений на видеозаписях
с анализом других методов анализа видеопотока**

Рассмотрены общие принципы анализа видеопотока, особенности, проведено сравнение различных алгоритмов. Предложен алгоритм для обработки видеопотока с целью выделения паттернов движения объектов. Приведена аргументация их применения в обучении нейронных сетей.

Ключевые слова: анализ видеопотока, алгоритм Фарнебака, датасет, анализ данных.

Анализ видеопотока – достаточно популярная область в современных исследованиях машинного зрения, алгоритмов искусственного интеллекта и автоматизации. Покадровый анализ видео позволяет выделять различные объекты интереса и действовать в соответствии с заданным алгоритмом. На данный момент популярностью пользуются такие алгоритмы, как: выделение точек интереса, детектирование объектов на основе глубокого обучения, анализ движений, каскады Хаара и прочие [1]. Они различаются в основном подходом к требуемой задаче, точностью определения и скоростью работы.

Создание датасета для обучения нейронной сети требует достаточно много времени и труда. Процесс можно оптимизировать, задав алгоритмом нужные требования для разбиения видео на отдельные кадры.

Разберем для примера три алгоритма:

- Алгоритм Лукаса – Канаде – метод анализа оптического потока, основанный на методе наименьших квадратов. Он работает с окрестностями пикселей, а не с каждым пикселем по отдельности, а также решает систему линейных уравнений для каждой окрестности пикселей и находит оптимальное перемещение, минимизируя ошибку между ожидаемыми и фактическими значениями интенсивности пикселей. [2]

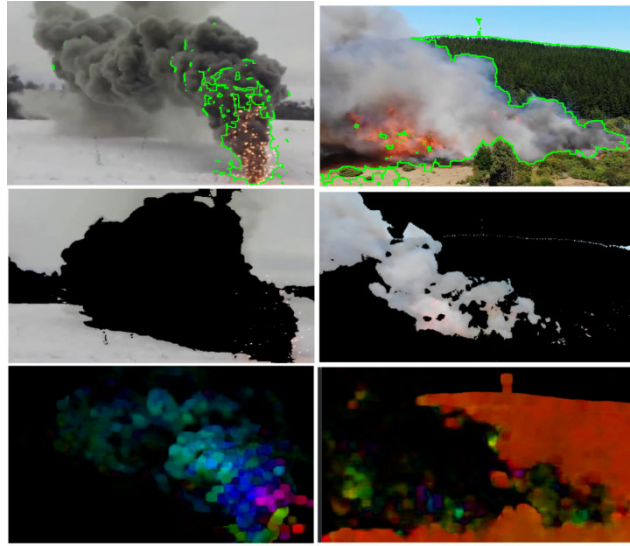
- Метод наложения маски – используется для обнаружения и отслеживания объектов путем наложения маски на интересующие области изображения.

- Метод Фарнебака – нахождение движения точек (функции интенсивности) между двумя последовательными кадрами [3].

Благодаря методу Лукаса – Канаде удалось эффективно выделить задымление на большинстве кадров. Однако стоит отметить, что этот метод имеет свои ограничения, особенно в случае однотонных изображений, таких как снеговые пейзажи. Проблема заключается в том, что метод наложения маски не всегда работает достаточно точно на таких изображениях, что может привести к неправильной интерпретации данных.

Метод Фарнебака открывает новые перспективы в анализе видеопотока. Он не только позволяет выделить область интереса, но и улавливает паттерн движения дыма. Это обеспечивает не только возможность обнаружения задымления с помощью нейронных сетей, но и дополнительную информацию о происходящем, такую как направление ветра, близость к очагу возгорания и оценку площади, охваченной дымом.

Именно эта дополнительная информация делает метод Фарнебака более привлекательным для использования в системах мониторинга и систем противопожарного наблюдения. С его помощью можно не только быстро обнаруживать пожары, но и проводить анализ и прогнозирование их дальнейшего развития, что позволит эффективнее бороться с возможными последствиями.



Алгоритмы: Лукаса – Канаде, метод наложения Маски, метод Фарнебака

Оптический поток Фарнебака представляет собой метод оценки движения объектов на видео. Он вычисляется путем анализа яркостных изменений пикселей между последовательными кадрами. Математически этот метод может быть представлен следующим образом.

Пусть $I(x, y, t)$ – яркость пикселя в координатах (x, y) и времени t . Тогда оптический поток v в точке (x, y) может быть определен как

$$v = \left(\frac{du}{dt}, \frac{dv}{dt} \right), \quad (1)$$

где u и v – компоненты оптического потока в направлении x и y соответственно. Они могут быть выражены через производные яркости I по пространству x и y и времени t :

$$u = \frac{\partial I}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial I}{\partial y} \frac{dy}{dt}, \quad (2)$$

$$v = \frac{\partial I}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial I}{\partial y} \frac{dy}{dt}, \quad (3)$$

где $\frac{dx}{dt}$ и $\frac{dy}{dt}$ обозначают скорости изменения координат x и y соответственно, а $\frac{\partial I}{\partial x}$ и $\frac{\partial I}{\partial y}$ представляют производные яркости I по координатам x и y . Для вычисления этих производных применяются операторы свертки, такие как операторы Собеля [4].

Они состоят из двух ядер G_x и G_y , которые применяются к изображению для вычисления производных по соответствующим направлениям.

Оператор Собеля для производной по x выглядит следующим образом:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Он применяется к изображению для вычисления приближенной производной по x , усиливая вертикальные изменения яркости.

Аналогично оператор Собеля для производной по y имеет следующий вид:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Этот оператор используется для вычисления приближенной производной по y , усиливая горизонтальные изменения яркости.

Применение этих операторов к изображению позволяет вычислить производные яркости по координатам x и y , которые затем используются в формулах оптического потока Фарнебака для расчета компонент u и v оптического потока.

После вычисления компонент оптического потока u и v для каждой точки изображения получаем векторное поле, которое показывает направление и величину движения объектов на видео в каждой точке.

Это векторное поле оптического потока может быть дальше использовано для различных задач, таких как отслеживание объектов, анализ движения, обнаружение объектов и т. д.

Применение оптического потока Фарнебака и операторов Собеля в алгоритмах компьютерного зрения и машинного обучения позволяет эффективно анализировать и интерпретировать динамические изменения на видео, что находит широкое применение в робототехнике, мониторинге безопасности, автономных транспортных средствах и других областях.

Для достижения лучшей производительности и точности в анализе движения на видео оптический поток Фарнебака может быть интегрирован в обучение нейронных сетей. Путем обучения нейронной сети на основе оптического потока можно достичь более точного и устойчивого распознавания паттернов движения.

Этот подход позволяет извлечь более высокоуровневые признаки из оптического потока, которые могут быть трудно обнаруживаемы с помощью классических методов анализа движения. Кроме того, нейронные сети обладают способностью автоматического изучения и выявления сложных зависимостей в данных, что делает их мощным инструментом для обработки видео и анализа движения [5].

Использование нейронных сетей в сочетании с оптическим потоком Фарнебака может привести к созданию более эффективных и интеллектуальных систем анализа видео, что открывает новые возможности для различных приложений, включая автоматическое распознавание жестов, навигацию роботов, мониторинг движения транспорта и многое другое.

Таким образом, интеграция оптического потока Фарнебака с обучением нейронных сетей представляет собой многообещающий подход к анализу движения на видео, который продолжает привлекать внимание исследователей в области компьютерного зрения и машинного обучения.

Для обучения нейронной сети на основе оптического потока Фарнебака используется алгоритм обратного распространения ошибки (backpropagation), который позволяет корректировать параметры сети таким образом, чтобы минимизировать ошибку между предсказанными значениями и истинными метками классов движения.

После завершения процесса обучения проводится тестирование нейронной сети на отдельном тестовом наборе видео для оценки ее производительности. Для этого нейронная сеть принимает входные данные в виде оптического потока Фарнебака для каждой пары кадров из тестового набора и делает прогнозы относительно классов движения. Затем производится сравнение предсказанных значений с истинными метками классов для оценки точности классификации.

Полученные результаты анализируются с целью оценки эффективности метода и выявления его преимуществ и ограничений. Дополнительно проводится сравнение производительности нейронной сети, обученной на оптическом потоке Фарнебака, с другими методами распознавания паттернов движения на видео для подтверждения преимуществ данного подхода.

Таким образом, описанная методика позволяет эффективно использовать оптический поток Фарнебака для обучения нейронной сети в задаче распознавания паттернов движения

на видео, что может найти применение в машинном зрении, системах противопожарной безопасности, видеонаблюдении, защите и охране природных ресурсов. В качестве примера можно привести задачу обнаружения и локализации пожара в лесных массивах.

Список использованных источников и литературы

1. Горячкин, Б. С. Компьютерное зрение / Б. С. Горячкин, М. А. Китов // E-Scio. – 2020. – Вып. 9 (48). – С. 317–345.
2. Сакович, И. О. Применение метода Лукаса – Канаде для вычисления оптического потока / И. О. Сакович, Ю. С. Белов // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2014. – Вып. 7 (31). – С. 9.
3. OpenCV – The Gunnar-Farneback Optical Flow // GeeksforGeeks. – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/opencv-the-gunnar-farneback-optical-flow/> (дата обращения: 15.03.2024).
4. Высокопроизводительный метод обнаружения границ на медицинских изображениях / Е. С. Сойникова и др. // Научный результат. Сер. Информационные технологии. – 2016. – Т. 1, вып. 3. – С. 4–9.
5. Хроль, Е. В. Распознавание изображений с помощью искусственного интеллекта / Е. В. Хроль, К. С. Шаронова // Современные инновации, системы и технологии – Modern Innovations, Systems and Technologies. – 2023. – Т. 3, вып. 4. – С. 0311–0321. – DOI.org (Crossref). – URL: <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2023-3-4-0311-0321> (дата обращения: 15.03.2024).

A. M. Emelyanov, Master's Degree Student
Department of Corporate Information Systems
MIREA – Russian University of Technology

Using the Farneback optical flow analysis method to automate the creation of a motion pattern dataset and training a neural network in the context of motion recognition in video recordings, with the analysis of other methods of video stream analysis

The general principles of video stream analysis, peculiarities, and a comparison of various algorithms have been discussed. An algorithm for processing video streams aimed at extracting motion patterns of objects has been proposed. The rationale for their application in neural network training has been provided.

Keywords: video stream analysis, Farneback algorithm, dataset, data analysis

А. Г. Злобина, кандидат технических наук, научный сотрудник

Е. А. Рублева, кандидат географических наук, ведущий математик, доцент

Кафедра «География, картография и геоинформатика»

И. В. Журбин, доктор исторических наук, кандидат технических наук, главный научный сотрудник

Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН

Удмуртский государственный университет, Ижевск

Способ корректировки искажений снимков тепловизионной аэрофотосъемки, вызванных температурным дрейфом камеры

В статье представлен алгоритм уменьшения влияния температурного дрейфа на тепловизионных снимках, основанный на использовании фильтра нижних частот. Его применение позволило выявить слабоконтрастные тепловые аномалии в пределах археологического памятника.

Ключевые слова: тепловизионная съемка, температурный дрейф, фильтр низких частот, археологический памятник.

Введение

Тепловизионная съемка с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – быстрый и эффективный инструмент неразрушающих исследований, применяемый в археологии [1–4]. Потенциал ее использования во многом определяется различием в теплофизических свойствах между погребенными в грунт объектами и окружающей их средой. Тепловизионная камера преобразует энергию теплового излучения в видимое изображение (256 градаций серого) и позволяет на качественном уровне оценить тенденцию распределения температуры поверхности Земли, что косвенно характеризует особенности структуры и толщины культурного слоя на археологическом памятнике.

В большинстве тепловизионных камер для БПЛА используются неохлаждаемые сердечники болометров [2], что приводит к появлению температурного дрейфа. Для уменьшения его влияния рекомендуется перед полетом дать возможность камере адаптироваться к температуре окружающей среды (минимум час [5]). Но в условиях реальной съемки, к сожалению, невозможно обеспечить постоянство погодных условий, особенно после захода солнца, когда температура воздуха резко снижается.

Влияние температурного дрейфа наиболее ощутимо при детальном обследовании больших территорий. В этом случае съемка проводится по прямолинейным взаимно параллельным маршрутам. Очевидно, что для получения смежных снимков, соответствующих разным маршрутам съемки, требуется значительный промежуток времени. Поэтому изображения будут существенно отличаться по тону (темнее / светлее). Кроме того, температурный дрейф имеет тенденцию маскировать часть области съемки, тем самым «скрывая» слабоконтрастные тепловые аномалии. Этим обусловлена необходимость предварительной обработки снимков для их дальнейшего анализа.

Цель исследования заключается в повышении качества тепловизионных изображений, полученных в результате съемки участка местности, на котором расположен археологический памятник. Решается задача уменьшения влияния температурного дрейфа для обеспечения более контрастного проявления тепловых аномалий, связанных с археологическими объектами.

Исходные данные

Кушманское III селище (Ярский район, Удмуртская Республика), датируемое IX–XII вв. н. э., расположено на высоком берегу р. Чепцы (рис. 1). Границы селища ограничены с вос-

тока, запада и юга естественными рубежами – глубокими оврагами и обрывистым склоном. Территория долгое время распахивалась, а в настоящее время используется под покосы.

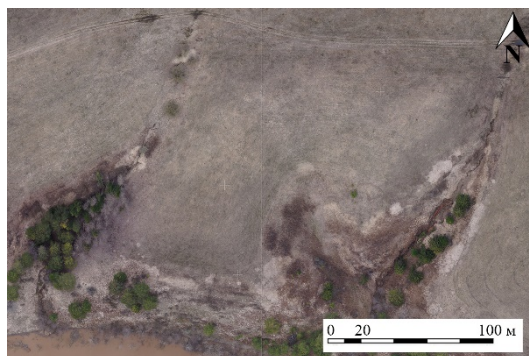


Рис. 1. Ортофотоплан Кушманского III селища

Тепловизионная съемка осуществлялась с БПЛА самолетного типа Supercam S350-F при высоте полета 500 м над средним уровнем рельефа местности (ООО «Финко»). Сшивка полученных снимков (рис. 2, а) выполнена в геоинформационной системе MapInfo 12.5 (MapInfo Corp., USA). Коррекция цветовых уровней проведена таким образом, чтобы границы «склейки» в пределах поселения были незаметны (рис. 2, б).

Влияние температурного дрейфа наиболее ярко проявляется на нижних снимках, соответствующих одному маршруту съемки. Наблюдается явное затемнение изображений с юга на север, в результате чего археологический памятник характеризуется достаточно равномерным распределением температуры Земли. Визуально проявляется только одна тепловая аномалия – темная область в центральной части поселения. Для выявления слабоконтрастных тепловых аномалий необходимо уменьшить влияние температурного дрейфа на исходных снимках.

Обработка тепловизионных данных

Для уменьшения влияния температурного дрейфа каждый тепловизионный снимок (рис. 3, а) был обработан следующим образом. Вначале использовался фильтр низких частот, чтобы выявить основную тенденцию изменения температуры. Для этого применен фильтр скользящего среднего с выбором окна 101×101 (рис. 3, б). Затем выполнена операция попиксельного вычитания полученного изображения из исходного снимка (рис. 3, в). В результате такой обработки сохраняется локальный контраст и устраняется видимый температурный дрейф.

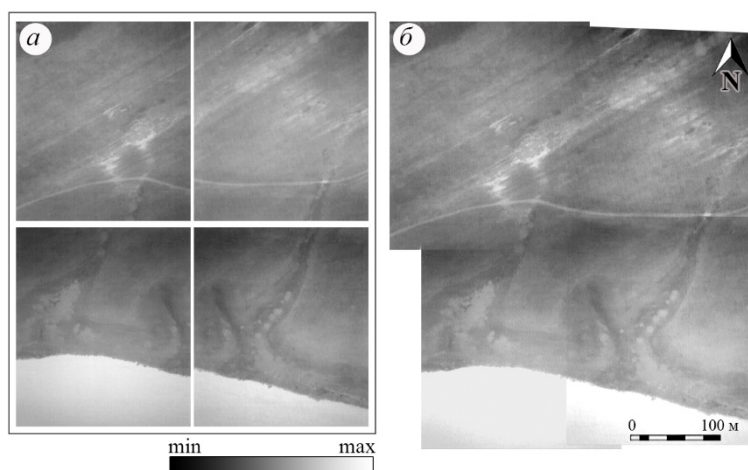


Рис. 2. Тепловизионная съемка: исходные снимки (а) и обработанные в MapInfo (б)

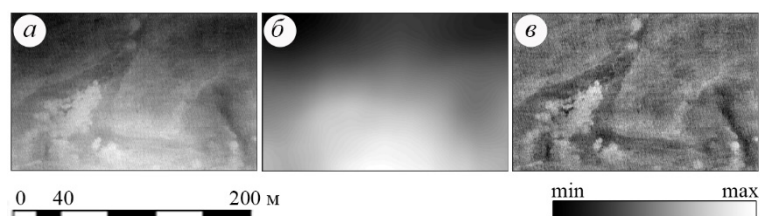


Рис. 3. Пример обработки: тепловизионный снимок (а), применение фильтра низких частот (б) и результат его попиксельного вычитания из исходных данных (в)

На рис. 4, а представлен результат сшивки обработанных тепловизионных снимков. Изображения выравнены по тону и границы «склейки» незаметны. По сравнению с исходными данными (рис. 2, б), в пределах участка поселения видны особенности распределения температуры, связанные с изменением толщины культурного слоя. Увеличение яркости полученного изображения (рис. 4, б) дает возможность более контрастно подчеркнуть эти особенности, что упрощает дальнейший визуальный анализ.

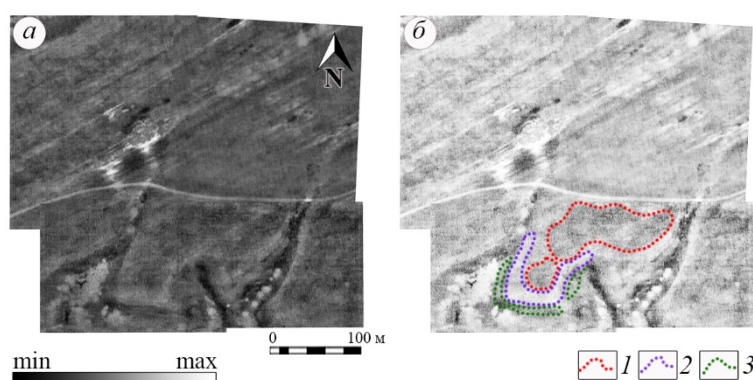


Рис. 4. Сшивка обработанных снимков (а) и увеличение яркости полученного изображения (б): 1 – поверхностно-трансформированный слой, 2 – замещенный слой, 3 – переотложенный слой

Обсуждение результатов

В центральной части поселения выявлены «холодные» аномалии, соответствующие темным областям на тепловизионных снимках и обусловленные наличием культурного слоя значительной толщины. С точки зрения сохранности – это поверхностно-трансформированный слой, у которого верхняя часть разрушена распахкой, а нижние горизонты сохранены *in situ*. Важно отметить, что поверхностно-трансформированный слой зафиксирован также в центре мысовой зоны, тепловая аномалия от которого была «скрыта» температурным дрейфом (ср. рис. 3, а и рис. 3, в). Такая интерпретация согласуется с данными геофизических исследований, на которых выявленные участки соответствуют аномалиям повышенного сопротивления [6].

В мысовой части вдоль склонов и оврагов преобладают «теплые» аномалии (светлые области), маркирующие участки замещенного слоя. Замещенный слой представляет собой пахотный горизонт на месте полностью разрушенного культурного слоя. Отсутствие культурного слоя подтверждается результатами почвенных бурений и раскопок [7]. На склонах мыса в виде «холодных» аномалий выявлен переотложенный слой – культурный слой, перемещенный эрозионными процессами.

Заключение

Интерпретация данных тепловизионной съемки Кушманского III селища показала необходимость предварительной обработки тепловизионных снимков. Уменьшение влияния температурного дрейфа позволило выявить слабоконтрастные тепловые аномалии. Анализ тенденции распределения температуры в пределах поселения дал возможность оценить

структуру и толщину культурного слоя. Выявлены участки поверхностно-трансформированного, замещенного и переотложенного слоя. Интерпретация тепловизионных данных согласуется с результатами геофизических исследований, раскопок и почвенных бурений.

Список использованных источников и литературы

1. Archaeological aerial thermography in theory and practice / J. Casana, A. Wiewel, A. Cool [et al.] // *Advances in archaeological practice*. – 2017. – Vol. 5 (4). – Pp. 310–327. – DOI: 10.1017/aap.2017.23.
2. Hill, A. C. Archaeological remote sensing using multi-temporal, drone-acquired thermal and near infrared (NIR) imagery: a case study at the Enfield Shaker Village, New Hampshire / A. C. Hill, E. J. Laugier, J. Casana // *Remote sensing*. – 2020. – Vol. 12, 690. – DOI: 10.3390/rs12040690.
3. Detecting prehistoric landscape features using thermal, multispectral, and historical imagery analysis at Midewin National Tallgrass Prairie, Illinois / M. McLeester, J. Casana, M. R. Schurr [et al.] // *Journal of archaeological science: reports*. – 2018. – Vol. 21. – Pp. 450–459. – DOI: 10.1016/j.jasrep.2018.08.016.
4. In the heat of the night: comparative assessment of drone thermography at the archaeological sites of Acquarossa, Italy, and Siegerswoude, the Netherlands / J. Waagen, J. G. Sanchez, M. Heiden [et al.] // *Drones*. – 2022. – Vol. 6, 165. – DOI: <https://doi.org/10.3390/drones6070165>.
5. Thermal and narrowband multispectral remote sensing for vegetation monitoring from an unmanned aerial vehicle / J. A. J. Berni, P. J. Zarco-Tejada, L. Suarez, E. Fereres // *IEEE Transactions on geoscience and remote sensing*. – 2009. – Vol. 47 (3). – Pp. 722–738. – DOI: 10.1109/TGRS.2008.2010457
6. Комплексное использование методов дистанционного зондирования, геофизики и почвоведения при изучении поселений, разрушенных распахкой / И. В. Журбин, А. В. Борисов, А. И. Назмутдинова [и др.] // *Археология, этнография и антропология Евразии*. – 2019. – Т. 47 (2). – С. 103–111. – DOI: 10.17746/1563-0110.2019.47.2.103-111
7. Иванова, М. Г. Отчет об исследованиях на Кушманском городище Уччакар, Кушманском III селище и Кушманском II селище в Ярском районе Удмуртской Республики в 2016 г. Т. I // Научно-отраслевой архив УИИЯЛ УрО РАН. – 2016. – Ф. РФ. – Оп. 2. – Д. 1693. – CD 104.

A. G. Zlobina, PhD in Engineering, Researcher

E. A. Rubleva, PhD in Geographical Sciences, Leading mathematician, Associate Professor

Department of Geography, Cartography and Geoinformatics

I. V. Zhurbin, DSc in History, PhD in Engineering, Chief researcher

Udmurt Federal Research Centre Ural Branch RAS

Udmurt State University

A method for correcting distortions in thermal imaging aerial photography caused by camera temperature drift

The article presents an algorithm for reducing the influence of temperature drift on thermal imaging images based on the use of a low-pass filter. Its application made it possible to identify low contrast thermal anomalies within the archaeological site.

Keywords: thermal imaging, temperature drift, low-pass filter, archaeological site.

Т. Г. Злобина, специалист
Управление Минприроды УР

Информационный потенциал отражательной способности земной поверхности в оценке состояния природной среды

В статье рассматривается возможность использования отражательных свойств природных и искусственных объектов в видимом диапазоне в системе наблюдения за подстилающей поверхностью. Рассмотрен основной параметр спектральных свойств объектов наблюдения – индикатриса отражения как отношение яркости исследуемой поверхности в заданном направлении к яркости идеального (ламбертовского) рассеивателя.

Ключевые слова: отражательные свойства природных и искусственных объектов, спектральный коэффициент яркости, индикатриса отражения, альbedo.

Исходя из того, что исследуемые типы земной поверхности в действительности спектрально различимы, то возможно применение теории распознавания образов земной поверхности, полученных с помощью многоспектральных сканерных систем, для целей идентификации и картографирования различных признаков поверхности Земли. Опыт показал, что такое предположение часто является оправданным и что многие признаки поверхности Земли можно идентифицировать и картографировать на основе их спектральных характеристик. Целью исследования является анализ основных взаимодействий вещества и энергии, регулирующих и влияющих на спектральные характеристики признаков растительности, почвы воды и снега, а также временных и пространственных влияний на эти спектральные характеристики признаков поверхности Земли. Отражательные свойства природных и искусственных объектов, как правило, описываются с помощью спектральных коэффициентов отражения.

Для реализации модели распространения признаков оптического диапазона необходимо иметь представление о пространственном распределении признаков объектов наблюдения. Это распределение может быть получено путем построения индикатрис.

Отражательные спектральные свойства природных объектов принято выражать спектральным коэффициентом яркости (СКЯ). СКЯ $r\lambda(\theta, \Delta\phi, h_{\odot}, E\lambda)$ – это фотометрическая функция, характеризующая структуру отраженного поверхностью (объектом) излучения, как по длинам волн λ , так и по условиям наблюдения и освещения. Условия наблюдения (рис. 1) определяются надирным углом сканирования (наблюдения) θ' и азимутальным углом между вертикалями сканирования и источника освещения (Солнца) $\Delta\phi_{\odot}$, который отсчитывается от направления на источник. Условия освещения обычно определяются углом высоты Солнца $h_{\odot} = 90^\circ - Z_{\odot}$, где $\theta = Z_{\odot}$ – надирный угол освещения или зенитный угол Солнца, и спектральной освещенностью объекта $E\lambda = S\lambda + D\lambda$, где $S\lambda$ и $D\lambda$ – спектральные освещенности соответственно прямой и рассеянной солнечной радиацией, выраженные в Вт/м² мкм.

По определению, СКЯ есть отношение спектральной плотности энергетической яркости исследуемой поверхности $B\lambda(\theta, \phi, E\lambda)$ к спектральной плотности энергетической яркости идеально рассеивающей эталонной поверхности $B\lambda(\theta', \phi_{\odot})$, т. е.

$$r\lambda(\theta, \Delta\phi, E\lambda) = B\lambda(\theta, \phi_{\odot}, h_{\odot}, E\lambda) / B_0\lambda(E\lambda). \quad (1)$$

Яркость идеального эталона постоянна при любых значениях углов θ , $\phi_{\odot}$ и зависит только от освещенности $E(\lambda)$:

$$B\lambda_{ид.эт.} = E(\lambda) / \pi. \quad (2)$$

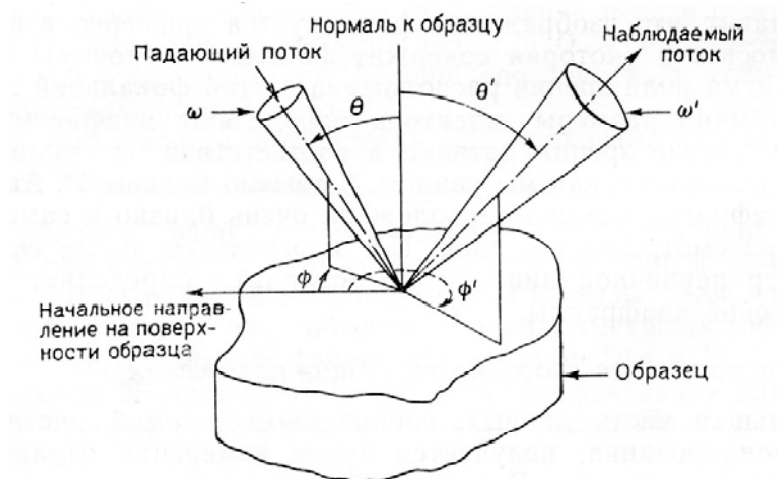


Рис 1. Геометрические параметры, описывающие отражение от поверхности [5]

Зная СКЯ реального объекта, можно найти его спектральную яркость через освещенность $E\lambda$:

$$B\lambda(\theta, \phi, h, E\lambda) = r\lambda(\theta, \Delta\phi, h, E\lambda) E\lambda / \pi. \quad (3)$$

Следует отметить, что как природные объекты, так и эталонные поверхности, применяемые при измерениях СКЯ (молочные стекла, работающие на отражение или пропускание, баритовая бумага), по своим отражательным свойствам отличаются от диффузных рассеивателей, а учет неортотропности эталонов является весьма сложной проблемой в теории и практике фотометрии. В дальнейшем будет показано, что только при определенных условиях отражательные свойства некоторых поверхностей можно принимать не зависящими от углов θ, ϕ .

Таким образом, особое значение имеет структура поверхности исследуемого природного образования, определяющая пространственное распределение отраженной поверхностью радиации. Условно можно выделить четыре типа поверхностей (рис. 2):

– **Ортотропные поверхности**, отражающие падающий на них поток диффузно, или равномерно, во всех направлениях. В видимой области ортотропными поверхностями являются пески, рыхлый снег. В СВЧ-области (например, при получении изображений с помощью РЛС бокового обзора) диффузно отражают большие каменные осыпи.

Зеркальные поверхности, отражающие падающий на них поток преимущественно в плоскости падающего луча и под углом, равным углу падения. В видимой области к таким поверхностям можно отнести чистый лед, сухие каменные поверхности, обнаженный скальный грунт. В радиодиапазоне зеркальное отражение характерно для глинистых почв, водных поверхностей. Необходимо иметь в виду, что по способу отражения падающей радиации эти поверхности отличаются от идеально отражающих.

Антизеркальные поверхности, отражающие максимально в направлении к источнику излучения. Такое отражение типично для сельскохозяйственных культур, лугов и другой растительности.

Комбинированные поверхности, обладающие двумя максимумами отражения – зеркальным и антизеркальным. Таким способом отражают рисовые поля, покрытые росой луга и т. д.

Способность поверхностей отражать упавшую на них радиацию характеризует индикатриса отражения.

Каждая из четырех типов отражающих поверхностей характеризуется своей индикатрисой отражения. Ортотропная поверхность имеет индикатрису, описываемую полусферой. Индикатрисы других типов отражающих поверхностей можно аппроксимировать комбинацией полусферы и части эллипсоида.

С учетом решения практических задач дистанционных исследований наибольший интерес представляют сведения о СКЯ поверхностей при наблюдении вертикально вниз, в надир. Надирные значения СКЯ объекта не зависят от азимутального угла $\phi_{\odot}$ и определяются только условиями освещения: высотой Солнца $h_{\odot}$ и освещенностью $E_{\lambda} = S_{\lambda} + D_{\lambda}$.

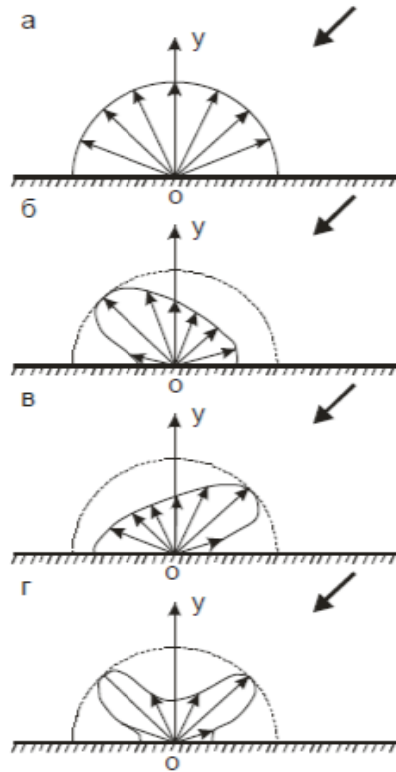


Рис. 2. Вид индикатрис различных типов поверхностей:
а – ортотропная; б – зеркальная; в – антизеркальная; г – комбинированная

Угловая структура яркости поверхностей описывается спектральными индикатрисами яркости $\gamma_{\lambda}(\theta, \Delta\phi, h_{\odot}, E_{\lambda}, z)$, которые удобно представлять как отношения сигналов, пропорциональных яркости в направлении θ, ϕ , к сигналам, пропорциональным яркости в надире:

$$\gamma_{\lambda}(\theta, \Delta\phi, h_{\odot}, E_{\lambda}, z) = B_{\lambda}(\theta, \Delta\phi, h_{\odot}, E_{\lambda}, z) / B_{\lambda}(\theta=0, h_{\odot}, E_{\lambda}, z), \quad (4)$$

где $z = (900 - \theta')$ – высота наблюдения; $\phi_{\lambda} \sim B_{\lambda}$ – ординаты сигналов измерительной аппаратуры, выраженные, например, в миллиметрах, на ленте регистратора.

Через спектральные индикатрисы яркости рассчитываются спектральные коэффициенты анизотропии поверхностей k_{λ} для фиксированных, $h_{\odot}, E_{\lambda}, z$:

$$k_{\lambda}^{\frac{A}{\lambda}} = \frac{1}{\pi} \int_{\theta=0}^{\frac{\pi}{2}} \int_{\phi_{\odot}=0}^{2\pi} \gamma_{\lambda}(\theta, \phi_{\odot}) \sin \theta \cos \theta d\theta d\phi_{\odot}. \quad (5)$$

Спектральный коэффициент анизотропии позволяет связать спектральное альbedo поверхности A_{λ} с ее СКЯ в надире:

$$k_{\lambda}^{\frac{A}{\lambda}} = A_{\lambda} / r_{\lambda}(\theta=0) \quad (6)$$

Под альbedo поверхности понимают отношение восходящего потока излучений $F_{\lambda}\uparrow$ к нисходящему $F_{\lambda}\downarrow$, то есть $A_{\lambda} = F_{\lambda}\uparrow / F_{\lambda}\downarrow$ выражается в Вт м⁻²мкм⁻¹. В случае ортотропных поверхностей $k_{\lambda}^{\frac{A}{\lambda}} = 1$, $F_{\lambda}\uparrow = \pi B_{\lambda}$ и $A_{\lambda} = r_{\lambda}$ [1].

Величина спектрального альбеда зависит от координат Солнца и ориентации объекта относительно падающего излучения. Отраженный и падающий поток измеряются во всей полусфере [2].

Сведения о спектральных индикатрисах и коэффициентах анизотропии определенных типов природных объектов позволяют использовать для оценок величин СКЯ поверхностей многочисленные данные о спектральном альбеде, измеренные аппаратурой с полусферическими полями зрения, и наоборот, по данным о СКЯ оценивать альбеда территорий.

Индикатрисы отражения поверхностей природных образований имеют сложный вид. Кроме того, они зависят от многих факторов – спектрального диапазона, сезона, погодных условий, высоты Солнца, азимута наблюдения и др. Это вызывает трудности при использовании экспериментально измеренных индикатрис отражения для теоретических оценок и получения результатов в аналитическом виде. Поэтому при проведении расчетов на практике используются простые модели индикатрис отражения земных поверхностей. Наиболее часто используются модели плоской ламбертовской поверхности и неровной поверхности с ламбертовской локальной индикатрисой отражения [3].

В оптическом диапазоне в зависимости от вида индикатрисы отражения, как уже выше описано, различают диффузное, зеркальное и смешанное отражение. Подавляющее большинство объектов имеет смешанную индикатрису отражения, и их с допустимой ошибкой принимают диффузно отражающими. При диффузном отражении коэффициент яркости равен коэффициенту отражения. При необходимости обнаружения важно учитывать не только яркость объекта в целом, но и его геометрические размеры и форму. Сложный объект можно рассматривать как совокупность простых объектов. При наблюдении сложного объекта важным параметром является интервал яркостей, т. е. соотношение максимальной яркости к минимальной. Индикатрису отражения используют при анализе возможности качественного восприятия всех деталей объекта. Сложный объект представляет собой случайное поле яркости, описываемое случайной функцией от прямоугольных координат. Экспериментальные исследования показывают, что, как правило, это нестационарная функция. Ее характеристики зависят от начала отсчета и ряда важных факторов: времени года, суток, метеоусловий и пр. Свойством стационарности при фиксированных условиях наблюдения обладают только протяженные природные образования: лес, степь, болото и пр. [4].

Поэтому одной из главных задач исследования оптических свойств природных объектов и растительного покрова, в частности, является определение эмпирических зависимостей коэффициентов яркости этих объектов от разных факторов, влияющих на их изменчивость. График спектральной кривой представляет собой графическое отображение связи между длиной волны и значениями коэффициентов отражения у анализируемого объекта. По оси X – значения длин волн, в которых проводились измерения коэффициентов отражения, как правило, указываются в микрометрах или нанометрах. По оси Y – значения коэффициентов отражения в рассматриваемых зонах спектра, измеряемых, как правило, в долях единицы.

Полные функциональные описания вариаций СКЯ природных объектов от различных влияющих факторов принято называть каталогами СКЯ. Спектральные библиотеки представляют собой наборы графиков-кривых спектральной отражательной способности объектов, полученные многоканальными спектрометрами в полевых или лабораторных условиях. Последний вариант создания библиотек встречается наиболее часто.

Исследования оптических свойств ландшафта и результаты практического использования многозональной съемки показали, что при составлении атласов и каталогов СКЯ необходимо учитывать особенности геофоклиматического районирования земного шара. Очевидно, что каталоги и атласы СКЯ поверхностей необходимы при создании аппаратуры дистанционных исследований Земли и атмосферы, при обработке данных многозональной съемки, при моделировании наблюдаемости объектов и при решении других научных и прикладных задач.

Прообразом современных спектральных библиотек можно считать атлас спектральных кривых отражения природных образований, составленный Л. Е. Криновым в 1938 г.

Опубликованная в 1947 г. работа содержит данные по спектральной отражательной способности лесных насаждений, кустарников, травяного покрова, мхов, полевых и огородных культур, грунтов и почв, искусственных материалов в разных природных зонах (Кринов Е. Л. Спектральная отражательная способность природных образований. М.-Л. : Изд-во АН СССР. 1947). На сегодняшний день существует несколько общедоступных спектральных библиотек: USGS Digital Spectral Library, JPL (Jet Propulsion Lab) spectral library, Johns Hopkins University Spectral Library, ASTER spectral library, IGCP264 Spectral Library.

Список использованных источников и литературы

1. Спектрометрирование ландшафтов / А. Е. Алтынов, В. А. Малинников, С. М. Попов, А. Ф. Стеценко. – Москва : Изд-во МИИ-ГАиК. УПП «Репрография», 2010. – 120 с.
2. Гнусарев, Н. В. Метод определения спектральных характеристик объектов при решении задач космического гиперспектрального наблюдения / Н. В. Гнусарев, Е. И. Шабakov, А. Н. Григорьев // Информация и космос. – 2008. – № 4. – С. 77–82.
3. Белов, М. Л. Рассеяние лазерного пучка на неровной земной поверхности / М. Л. Белов, В. А. Городничев, В. И. Козинцев // Вестник МГУ им. Н. Э. Баумана. – 2004. – № 3. – С. 79–90.
4. Привалов, А. А. Модель расчета энергетической доступности объектов наблюдения в видимом диапазоне с использованием геопространственной информации / А. А. Привалов, В. А. Колесов // Информация и космос. – 2020. – № 4. – С. 100–106.
5. Дистанционное зондирование: количественный подход / Ш. М. Дейвис, Д. А. Ландгребе, Т. Л. Филлипс [и др.] ; под ред. Ф. Свейна и Ш. Жейвис ; пер. с англ. – Москва : Недра, 1983. – 396 с.

T. G. Zlobina

Department of the Ministry of Natural Resources of UR

The information potential of the reflectivity of the Earth's surface in assessing the state of the natural environment

The information potential of the reflectivity of the Earth's surface in assessing the state of the natural environment the article considers the possibility of using the properties of the reflective properties of natural and artificial objects in the visible range in the observation system for the underlying surface. The main parameter of the spectral properties of the objects of observation, the reflection indicatrix, is considered as the ratio of the brightness of the studied surface in a given direction to the brightness of an ideal (Lambert) diffuser.

Keywords: reflective properties of natural and artificial objects, spectral brightness coefficient, reflection index, albedo.

М. С. Зюляев, магистрант

М. О. Еланцев, доцент

Кафедра «Программное обеспечение»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Сравнительный обзор моделей нейронных сетей для распознавания речи в задаче поиска видеоматериалов на основе их содержания

В статье приводится обзор и сравнительный анализ трех нейросетей для преобразования речи в текст: *Whisper*, *Vosk* и *DeepSpeech*. В рамках исследования рассматриваются основные характеристики каждой нейросети, их преимущества и ограничения, а также приводятся результаты сравнения по показателю точности распознавания речи, измеряемому с помощью показателя *WER* (Word Error Rate). Полученные результаты позволяют оценить эффективность и потенциал каждой нейросети в области обработки речевых данных и предоставляют важную информацию для выбора наиболее подходящего решения в контексте распознавания речи в видеоматериалах.

Ключевые слова: нейронная сеть, преобразование речи в текст, распознавание речи, сравнительный анализ, *WER*.

Технологии преобразования речи в текст стали неотъемлемой частью повседневной жизни. Многие компании стараются разрабатывать свои решения, включая в них технологии по преобразованию речи в текст. В наше время наилучшим способом преобразования речи в текст является применение нейронных сетей. Они позволяют с высокой точностью понимать произнесенные слова, а также предсказывать наиболее вероятное произнесенное слово, если оно не было корректно распознано.

Каждая нейросеть имеет свои преимущества и недостатки, и выбор определенной модели зависит от конкретных требований и задач. В данной статье проведен сравнительный анализ популярных нейросетей с открытым исходным кодом *Whisper*, *Vosk* и *DeepSpeech* в рамках задачи по поиску нейросети по распознаванию речи из видеоматериалов в текст с целью выявить нейронную сеть, обеспечивающую наилучшее качество и точность распознавания речи.

Обзор нейросетей

1. *Whisper* – это универсальная модель распознавания речи [1]. Она представляет собой нейросеть, основанную на технологии трансформера, которая изначально разрабатывалась для машинного перевода и других задач обработки текста. *Whisper* обеспечивает высокую точность распознавания речи за счет использования контекстуальных эмбеддингов слов и глубокого обучения.

Одним из ключевых преимуществ *Whisper* является его способность адаптироваться к различным языкам и акцентам, что делает его универсальным инструментом для разнообразных приложений. Это позволяет использовать *Whisper* не только в сфере информационных технологий, но и в медицине, образовании, аудиокнигах и других областях, где точность и надежность играют важную роль.

Однако следует отметить, что *Whisper* требует значительных вычислительных ресурсов и обширного объема обучающих данных для достижения высокой точности распознавания. Несмотря на это, *Whisper* представляет собой мощный инструмент для различных приложений, требующих точного и эффективного распознавания речи.

2. *Vosk* – это открытая библиотека для распознавания речи с открытым исходным кодом [2]. Эта библиотека предоставляет простой в использовании *API* для распознавания речи в реальном времени. *Vosk* базируется на глубоких нейронных сетях, что обеспечивает высокую точность распознавания речи.

Одним из главных преимуществ *Vosk* является его высокая скорость работы и низкие требования к вычислительным ресурсам. Это делает *Vosk* идеальным выбором для приложений, требующих быстрого и эффективного распознавания речи в реальном времени, таких как приложения распознавания речи на мобильных устройствах или системы распознавания команд голосового управления в устройствах умного дома.

Библиотека *Vosk* также поддерживает различные языки и диалекты, что делает ее универсальным инструментом для различных регионов и культурных контекстов. Однако следует отметить, что точность распознавания может немного снижаться при работе с шумными аудиозаписями или в условиях сложных акцентов.

3. *DeepSpeech* – это открытый проект, представляющий собой нейросеть для преобразования речи в текст [3]. *DeepSpeech* отличается высокой точностью распознавания речи, особенно при использовании больших обучающих наборов данных. Это делает его предпочтительным для приложений, где точность играет решающую роль.

Однако стоит отметить, что у *DeepSpeech* более высокие требования к вычислительным ресурсам по сравнению с некоторыми другими решениями, а также меньшая скорость работы.

Метод оценки качества преобразования речи в текст

Наиболее распространенным и надежным методом оценки качества преобразования речи в текст нейронной сетью является *WER* (*Word Error Rate*). *WER* измеряет степень различий между распознанным текстом и фактическим текстом путем подсчета количества вставок (*Insertions*), удалений (*Deletions*) и замен (*Substitutions*) слов, необходимых для того, чтобы преобразовать распознанный текст в фактический [4]. Эти операции обычно выполняются с использованием алгоритма динамического программирования, такого как алгоритм Левенштейна. Формула для вычисления *WER* выглядит следующим образом:

$$WER = \frac{S + D + I}{N},$$

где *S* – количество замен (*Substitutions*); *D* – количество удалений (*Deletions*); *I* – количество вставок (*Insertions*); *N* – общее количество слов в фактическом тексте.

Чем ниже значение показателя *WER*, тем выше точность системы распознавания речи. Идеальное значение *WER* составляет 0, что означает полное совпадение распознанного текста с фактическим.

Сравнение нейросетей

Сравнительный анализ моделей нейросетей производился с использованием публичного набора аудиоданных на русском языке – *Common Voice Delta Segment 17.0*. Этот набор данных содержит 10 часов аудиозаписей, из которых 3 часа проверены экспертами, количество голосов на аудиозаписях 80, все аудиозаписи представлены в формате *MP3*.

Условия тестирования нейросетей:

Whisper был протестирован с типоразмером модели «medium», *Vosk* использовал модель «vosk-model-ru-0.42» с предварительной конвертацией аудиоданных в формат *WAV*, а *DeepSpeech* тестировался с предобученной моделью «deepspeech-0.9.3».

Тестирование нейросетей проводилось на вычислительном оборудовании с графическим процессором *NVIDIA RTX 2060™* в операционной системе *Linux*. Конечное затраченное время тестирования может различаться в зависимости от используемого оборудования, а также от используемой операционной системы.

Перед расчетом показателя *WER* полученные тексты от нейросетей и целевой текст были приведены в нижний регистр, а также из них были удалены символы пунктуации.

Результаты сравнения нейросетей по усредненному (*avg*) и медианному (*me*) показателю *WER* на данном наборе аудиоданных сведены в табл. 1, также в ней приведено затраченное время нейросетью на обработку всего набора данных.

Таблица 1. Полученные результаты тестирования нейронных сетей

Показатель / Нейронная сеть	Whisper	Vosk	DeepSpeech
WER avg, %	6,9	26,33	11,4
WER me, %	6,1	26,01	9,8
Затраченное время, мин.	575	204	434

Далее в табл. 2 представлено сравнение отрывка транскрипции аудиофайла «common_voice_ru_39586648», позволяющее оценить, как нейросети, помимо преобразования речи в текст, справляются с расстановкой пунктуации в тексте. Целевой текст файла – «Узаконить ребенка, компрометировать меня и помешать разводу, — думал он.»

Таблица 2. Пример транскрипции аудиофайла

Нейросеть	Результат транскрипции аудиофайла	WER, %
Whisper	«Узаконить ребенка, компрометировать меня и помешать разводу, думал он.»	10
Vosk	«узаконить ребенка компрометировать меня и помешать разводу туман»	60
DeepSpeech	«Узаконить ребенка, компрометировать меня и помешать разводу придумал он.»	40

Нейронная сеть *Whisper* показала наилучшее значение показателя *WER* среди остальных представленных нейронных сетей. Достичь таких показателей ей удалось благодаря способности адаптироваться к различным языкам и акцентам, а также использованию контекстуальных эмбеддингов слов и глубокого обучения. При этом стоит отметить, что на прогон набора аудиоданных нейросетью *Whisper* было затрачено 575 минут.

Из-за того, что на данном наборе данных в аудиофайлах встречается много записей с речевыми дефектами, нейросеть *Vosk* иногда неправильно преобразовывает произнесенные слова в текст. Несмотря на это, время прогона набора аудиоданных с использованием нейросети *Vosk* составило 204 минуты, что является наименьшим значением среди рассмотренных моделей.

Нейронная сеть *DeepSpeech*, как видно на представленном отрывке тестирования, в некоторых ситуациях, когда ей не удастся правильно преобразовать фонемы, пытается угадать произнесенное слово, но не всегда правильно. При этом время прогона набора аудиоданных с использованием *DeepSpeech* составило 434 минуты, что является средним значением по сравнению с другими моделями.

Заключение

В статье приведены результаты тестирования нейронных сетей *Whisper*, *Vosk* и *DeepSpeech*. Сравнительный анализ нейросетей в контексте преобразования речи в текст выявил не только преимущества каждой модели, но и их ограничения.

Нейросеть *Whisper* продемонстрировала наилучшее значение показателя *WER* благодаря своей способности адаптироваться к различным языкам и акцентам. Однако стоит отметить, что время, затраченное на прогон набора аудиоданных с помощью *Whisper*, оказалось наибольшим среди всех рассмотренных моделей.

Нейросеть *Vosk* показала хорошие результаты, но точность при обработке записей с речевыми дефектами была самой низкой по сравнению с другими нейросетями. Время, за-

траченное на прогон набора аудиоданных с использованием *Vosk*, составило наименьшее значение.

Нейросеть *DeepSpeech* обладала средним показателем точности распознавания речи и времени прогона набора аудиоданных.

В целом результаты анализа подчеркивают важность развития и исследований в области нейронных сетей, включая их применение в распознавании и обработке речи. В результате сравнительного обзора было выявлено, что нейросеть *Whisper* является наилучшим вариантом для реализации задачи по поиску видеоматериалов на основе их содержания, обеспечивая высокую точность и качество распознавания речи.

Список использованных источников и литературы

1. Introducing Whisper. – URL: <https://openai.com/research/whisper> (дата обращения: 25.03.2024);
2. VOSK Offline Speech Recognition API. – URL: <https://alphacephei.com/vosk/> (дата обращения: 26.03.2024);
3. Project DeepSpeech. – URL: <https://github.com/mozilla/DeepSpeech> (дата обращения: 26.03.2024);
4. Оценка качества работы систем Speech to Text. – URL: <https://vc.ru/newtechaudit/721148-ocenka-kachestva-raboty-sistem-speech-to-text> (дата обращения: 28.03.2024).

M. S. Zyulyaev, Master's Degree Student
M. O. Elantcev, Associate Professor
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A comparative review of neural network models for speech recognition in the task of searching for video materials based on their content

The article provides an overview and comparative analysis of three neural networks for converting speech to text: Whisper, Vosk and DeepSpeech. The study examines the main characteristics of each neural network, their advantages and limitations, and also provides the results of a comparison in terms of speech recognition accuracy measured using the WER (Word Error Rate) indicator. The results obtained allow us to evaluate the effectiveness and potential of each neural network in the field of speech.

Keywords: neural network, speech to text conversion, speech recognition, comparative analysis, WER.

Д. В. Ившин, студент
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Подсистема обработки изображений для нейронной сети в интеллектуальной системе визуального контроля

Рассматривается разработка подсистемы обработки изображений для нейронной сети в интеллектуальной системе визуального контроля. Описывается процесс разработки и средства, используемые для реализации системы.

Ключевые слова: системы визуального контроля, обработка изображений, компьютерная графика, цифровые изображения, методы обработки.

Целью работы является разработка подсистемы обработки изображений для нейронной сети в интеллектуальной системе визуального контроля.

Системы визуального контроля предназначены для проверки качества продукции. Они используют камеры и обработку изображений для обнаружения дефектов. Их применяют в отраслях с высокими требованиями к точности и постоянству качества [1].

Обработка изображений относится к области компьютерной (машинной) графики. Компьютерная графика представляет собой набор методов, алгоритмов, программных и аппаратных средств для ввода, манипуляции и отображения графической информации.

Эта технология позволяет создавать, редактировать, анализировать и удалять изображения. Помимо этого, компьютерная графика позволяет управлять цветом и яркостью как целого изображения, так и его составных частей.

Для обработки изображения на ЭВМ необходимо произвести цифровизацию изображения. Для этого используются два преобразования:

1. Дискретизация.
2. Квантование.

Первое преобразование заменяет реальное непрерывное изображение набором чисел (отсчетов) в дискретные моменты времени. Второе – преобразует непрерывное множество значений сигнала изображения в множество квантованных значений. Это позволяет сжать поток и уменьшить размер файла, тем самым помогая устройствам, ограниченному количеством цветов, отображать изображение [2].

Цифровые изображения в основном делят на две категории: растровые и векторные. В таблице представлено сравнение характеристик растровой и векторной графики.

Сравнение характеристик растровой и векторной графики

	Растровая графика	Векторная графика
Плюсы	Естественность	Хорошая масштабируемость, небольшой размер файла, корректное отображение на устройствах вывода
Минусы	Большой размер файла, масштабируемость с искажениями	Сложное составление фотореалистичности
Применение	Рисунки с применением фильтров, снимки с фотокамер	Высококонтрастная графика, архитектурные чертежи

Растровые изображения состоят из совокупности отдельных точек (пикселей) различных цветов или оттенков. Пиксель – это минимальный дискретный элемент цифрового изображения или дисплея, его структурная единица. Растровый способ представления изобра-

жения является наиболее простым, так как наши глаза воспринимают информацию по этому принципу. Изображения этой категории характеризуются разрешением и глубиной цвета. Под глубиной цвета понимают количество бит на один пиксель, а под разрешением – количество пикселей на единицу площади.

Основным компонентом векторной графики считается геометрический объект, который может быть представлен в виде простой геометрической формы, например, точка, круг, прямоугольник. Для построения более сложных объектов используют принцип объединения примитивов. В векторном формате изображения сохраняются только основные данные объекта, такие как координаты вершин и математические формулы для построения фигур. По этой причине векторные изображения имеют маленький размер файла и спокойно масштабируются без потери качества [3].

Обработкой цифрового изображения считается изменение его данных, результатом обработки является новое цифровое изображение. Обработку производят в различных целях:

1. Изменение изображения для получения различных эффектов.
2. Преобразование для улучшения качества.
3. Преобразование, ориентированное на автоматизированный анализ.
4. Распознавание образов.

Для решения этих целей используют:

- дискретизацию, квантование и кодирование изображений,
- геометрические преобразования,
- логические и арифметические операции над изображениями,
- различные фильтрации,
- препарирование изображений.

Методы обработки изображений в основном заложены на интегральных преобразованиях, таких как свертка, преобразование Фурье. Их можно разделить на точечные, локальные и глобальные, исходя из количества пикселей, участвующих в преобразовании, на линейные и нелинейные, исходя из алгоритмов [4].

Разработка подсистемы велась в среде программного обеспечения Lazarus. В подсистеме были реализованы следующие методы:

1. Изменение яркости.
2. Изменение контрастности.
3. Выделение прямоугольной области.
4. Медианный фильтр.
5. Контурирование.

Яркость определяется как интенсивность пикселя по отношению к другому пикселю. Для увеличения яркости изображения увеличивают значения пикселей на определенный коэффициент, а для уменьшения яркости – наоборот, уменьшают их значения.

Контрастность – разница между максимальной и минимальной интенсивностью пикселей в изображении. Контраст изображения можно увеличить или уменьшить путем изменения разницы между самыми светлыми и самыми темными участками изображения, что позволяет лучше выделить объекты на изображении или, наоборот, сделать его менее резким.

Первым шагом для изменения контрастности является вычисление коэффициента коррекции контрастности:

$$F = 259 \cdot \frac{(255 + C)}{255 \cdot (259 - C)},$$

где C – желаемый уровень контрастности.

Для корректной работы требуется, чтобы переменная F была в виде числа с плавающей запятой. Чтобы произвести фактическую настройку, необходимо использовать формулу

$$G = F(G - 128) + 128,$$

где G' – измененный зеленый цвет; G – исходный зеленый цвет [5].

На рис. 1 представлено оригинальное изображение. На рис. 2–4 изображения с измененными яркостью или контрастностью, на рис. 5 – изображение с выделенными областями.



Рис. 1. Оригинальное изображение



Рис. 2. Изображение с пониженной яркостью



Рис. 3. Изображение с повышенной контрастностью



Рис. 4. Изображение с измененными яркостью и контрастностью

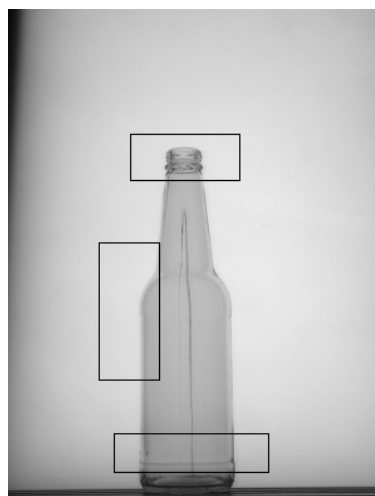


Рис. 5. Изображение с выделенными областями

Изменение яркости и контраста помогает сильнее выделить на изображении проблемные места, что помогает нейронным сетям обнаруживать дефекты более часто и правильно.

Выделение области на изображении необходимо для того, чтобы нейронные сети не считали продукт дефектным при обнаружении номерных знаков или гравировок.

Предобработанное изображение посылается на проверку в нейронную сеть. После проверки нейронная сеть посылает сведения, которые содержат информацию о наличии дефекта и о его местоположении. Сравнивая координаты, записанные в системе, и координаты, полученные с нейросети, делается вывод о наличии дефекта с последующей отрисовкой области для наглядного примера.

Исследование подсистемы обработки изображений для нейронной сети в интеллектуальной системе визуального контроля показало, что использование современных методов компьютерного зрения и правильно предобработанного изображения значительно улучшает качество детекции дефектов. Разработанная подсистема является автоматизированной и универсальной для различных задач в области визуального контроля.

Список использованных источников и литературы

1. What are Inspection Machines, and What Are Their Uses. – URL: <https://nycnewsly.com/what-are-inspection-machines-and-what-are-their-uses/> (дата обращения 15.03.2024).
2. Дёмин, А. Ю. Основы компьютерной графики: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2011. – 191 с.
3. Кудрина, М. А. Компьютерная графика: учеб. / М. А. Кудрина, К. Е. Климентьев. – Самара : Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. – 138 с.
4. Старовойтов, В. В. Получение и обработка изображений на ЭВМ : учебно-методическое пособие / В. В. Старовойтов, Ю. И. Голуб. – Минск : БНТУ, 2018. – 204 с. – ISBN 978-985-550-770-4.
5. Алгоритмы обработки изображений. Ч. 5. Регулировка контрастности. – URL: <https://www.dfstudios.co.uk/articles/programming/image-programming-algorithms/image-processing-algorithms-part-5-contrast-adjustment/> (дата обращения: 20.03.2024).

D. V. Ivshin, Student
Department of Information Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Image processing subsystem for a neural network in an intelligent visual control system

The development of an image processing subsystem for a neural network in an intelligent visual control system is considered. The development process and the tools used to implement the system are described.

Keywords: visual control systems, image processing, computer graphics, digital images, processing methods.

Т. В. Климанова, аспирант

Кафедра государственных закупок, менеджмента и государственного управления
Государственный университет просвещения, Москва

Риски применения алгоритмов искусственного интеллекта в сфере государственных закупок

Развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) – тренд текущего этапа цифровой трансформации, который напрямую касается сферы государственных закупок. В научном сообществе преобладают позитивные ожидания от активного внедрения в контур информационного обеспечения контрактной системы инструментов ИИ. Алгоритмы машинного обучения могут быть полезны для решения рабочих задач. Однако важно давать им оценку в парадигме риск-ориентированного подхода. В работе рассматриваются факторы риска применения ИИ в системе организации и управления закупочной деятельностью.

Ключевые слова: система управления государственными закупками, прокьюремент-менеджмент, риск-ориентированный подход, искусственный интеллект, цифровая трансформация.

Инструменты искусственного интеллекта (ИИ) становятся все более востребованными в каждой отрасли. Не исключение и сфера государственного управления, неотъемлемой частью которой является контрактная система как юрисдикция приобретения товаров, работ, услуг за счет бюджетных средств. Технологии ИИ в прокьюремент-менеджменте в текущей каденции являются инструментом «автоматизации типовых процессов» чиновников, которые передают ИИ «выполнение рутинных задач и поиск достоверных решений» [1].

Одним из принципов осуществления закупок экономическими операторами, деятельность которых финансируется из бюджетной системы Российской Федерации, является открытость и прозрачность [2, ст. 7].

Система управления государственными закупками может рассматриваться как триада организационного, методического, информационного компонентов. Ядром последнего является информационная система в сфере закупок (ЕИС) [3]. На старте эксплуатации эта площадка позволяла перевести в электронную форму некоторые из бизнес-процессов, заявленных как обязательные в рамках контрактного законодательства. Но со временем, развиваясь в парадигме диджитал-трансформации, ЕИС стала цифровой платформой; разработчики категорируют ее как экосистему [4]. В рамках стратегии цифровизации экономики ЕИС должна будет обеспечить гиперавтоматизацию, которую Правительство России расшифровывает как автоматизацию рабочих процессов посредством ИИ [1]. В секторе госзакупок эффект такого формата применения ИИ оценивается равным 20 % за счет оптимизации административных процессов и усиления конкуренции; 80 % – благодаря более грамотному тайм-менеджменту должностных лиц, задействованных в реализации закупочных задач [5].

В отдельных исследованиях заявляется, что текущий этап цифровизации прокьюремент-сферы сопряжен с применением на практике интеллектуальных возможностей в управлении контентом. За этим последует когнитивная автоматизация процессов и использование ИИ [6, с. 24].

В научной среде значительное внимание уделяется исследованию вопросов интеграции ИИ в закупочную деятельность, которая ведется в юрисдикции Федерального закона 44-ФЗ [2], и анализу кейсов использования ИИ в системе управления государственными закупками. К примеру, активно пропагандируется опыт Московской области, которая стала пионером внедрения умного контракта благодаря использованию блокчейн-технологии [7].

Анализируя отдельные хозяйственные операции, при реализации которых возможности ИИ могут быть применены, исследователи акцентируют внимание на формировании предмета закупки и ее исходной стоимости, на подготовке по шаблону документов, входящих в состав извещения о закупке (проекта контракта, описания объекта закупки), на возможности анализировать расходы, управлять рисками и пр. Можно сказать, что научное сообщество едино во мнении о перспективности применения ИИ в системе публичных закупок, что в целом коррелирует и со взглядами государства на развитие системы управления.

Тем более что доступные дайджесты о возможности путем привлечения ИИ генерировать тексты, создавать картины, музыкальные произведения, исполнять песни голосом известных артистов и во многих других сферах более чем соблазнительно звучат для менеджеров системы управления государственными закупками. ИИ дает возможность оптимизировать численность кадровых ресурсов, что является насущной задачей в условиях серьезного дефицита человеческого капитала в прокьюремент-сфере и в связи с ограниченностью фонда оплаты труда в бюджетных организациях. Кроме того, функционал ИИ создает предпосылки снижения риска обжалования действий заказчиков в контрольном органе.

В каких еще бизнес-процессах организации и ведения деятельности контрактных служб госзаказчиков ИИ может быть полезен?

На этапе формирования описания объекта закупки, когда необходимо преодолеть проблему «чистого листа». Перед заказчиком стоит задача сформировать техническое задание нестандартного или нерастиражированного объекта закупки. В отсутствие опыта подготовки содержания документов, на основании которых будет проводиться отбор участников конкурентных процедур, временные затраты на изучение вопроса у сотрудника учреждения-заказчика займут существенный отрезок времени. Подготовить тезисы будущего описания товара, работы, услуги, потребность в которых есть у заказчика, может генеративный интеллект.

ИИ решит задачу разъяснения терминологии, разработает структуру документа, который нужен заказчику, отреагирует на словосочетания, которые надзорные и контрольные органы относят к числу коррупциогенных факторов. Так ответственное за осуществление закупки должностное лицо сможет убедиться, что в документ внесены все положения и условия, а коррупционные риски или аффилированность при проведении торгов нивелированы.

Можно использовать навыки ИИ в рерайтинге: громоздкий или стилистически неграмотно подготовленный текст будет адаптирован под нужды заказчика.

Схожим может быть применение ИИ при создании проекта контракта, который в силу требований закона является неотъемлемой частью извещения о конкурентной закупке [2, ст. 42]. Основываясь на императивных нормах содержания госконтрактов, можно указать конкретные коммерческие условия соглашений, получить «рыбу» контракта, на основе которой доработать содержание документа.

Приведенные направления интеграции ИИ в рутинные операции подготовки процедур поиска контрагента в юрисдикции контрактного законодательства не являются исчерпывающим перечнем. ЕИС как депозитарий бесчисленного множества документов – неисчерпаемый информационный ресурс для машинного обучения, который может стать прологом новых управленческих форматов в системе государственных закупок, основой развития категорийного менеджмента в прокьюремент-сфере и кастомизированных закупок. Также на ИИ можно переложить бремя защиты данных о поставщиках и контрактах от потенциальных кибератак [8]. Хотя обратная сторона медали есть и у трека неизбежного скрещивания результатов деятельности разработчиков ИИ с классическими механизмами управления системой закупок. И сложно не согласиться с А. Родиным в том, что «ИИ – удобный лозунг, обозначающий все прогрессивное и передовое», который заказчики воспринимают как карт-бланш чрезмерного расходования бюджетных средств [9].

На фоне позитивных прогнозов о перспективах применения ИИ в системе прокьюремента нельзя считать достаточным то внимание, которое в работах исследователей уделено рискам внедрения ИИ. Чтобы исправить этот пробел, предлагаем оценить коллаборацию

сегмента государственных закупок и ИИ с позиций риск-ориентированного подхода к прокьюремент-управлению. К тому же «прорыв года» – ChatGPT, разработанный компанией OpenAI, – на вопрос о самом себе заявил, что сама технология очень полезна, повышает эффективность, производительность и удобство работы, но, как и любая мощная технология, взаимодействие с ней сопряжено с потенциальными проблемами и рисками, которые необходимо иметь в виду.

Исходя из имеющейся практики конвергенции потенциала должностных лиц контрактных служб с ИИ, можно сказать, что потенциальный источник угрозы – в неспособности ИИ решать задачи фактчекинга. Генеративному интеллекту не следует адресовать вопросы относительно фактов или их перепроверки. ИИ начинает придумывать ответы, предугадывая потребность пользователя. В сфере закупок придумывает названия, номера, даты законов, реквизиты решений ФАС, судебных органов и пр.

С учетом того, что документы закупки в контрактной системе неразрывно связаны с нормами законодательства, начиная от законодательных, нормативно-правовых актов, заканчивая локальными документами стандартизации (ГОСТами, СанПиНами и пр.), сделанная в документе закупки отсылка к несуществующему или утратившему силу документу может стать основанием обжалования действий заказчика в органах ФАС России. Правоприменительная практика показывает: разбирательства по претензиям, связанным с тем, что заказчики в техническом задании или проекте контракта указали неактуальный документ или некорректные реквизиты правового акта, завершаются не в пользу заказчика.

Вопросы, ответы на которые со временем меняются, также неразумно задавать ИИ. Разрыв между периодом, когда завершилось обучение ИИ и когда его возможности стали доступны аудитории, исчисляется месяцами. Законодательство о контрактной системе – одна из наиболее динамично меняющихся сфер правового регулирования. Велик риск получения от ИИ нерелевантного ответа в части норм законодательства. Это влияет на весь закупочный цикл, так как контрактное законодательство построено по процессному методу управления. В основе каждой хозяйственной операции – положение Федерального закона № 44-ФЗ [2] либо изданного в его развитие подзаконного акта (их количество исчисляется десятками).

В ситуации, когда у ИИ нет навыков отслеживать динамику источников, разделять новый массив данных и предшествовавшие ему сведения, рассчитывать на достоверность текстового ИИ-продукта нельзя.

Другой фактор риска – низкий уровень компетенций рядовых пользователей в сфере конструирования запросов для ИИ. От того, как сформулирован промт, зависит точность ответа по интересующей теме. Несущественные изменения в запросе могут привести к тому, что ИИ даст принципиально разные ответы. Ведь ИИ – ресурс, который на основе статистических данных реализует алгоритм «предугадывания» того, что хочет услышать пользователь. Исходя из этого и строится ответ. С учетом констатируемой на государственном уровне проблемы недостаточной цифровой зрелости кадров [1], которые не владеют опциями промт-инжиниринга, поиск достоверных решений с помощью ИИ может быть безуспешным. К тому же открытым является вопрос ответственности за формируемый «машиной» контент и/или принимаемые алгоритмом решения, особенно в случае возникновения ошибок или уязвимых ситуаций.

Также высокий потенциал риска у запросов сформировать начальную (максимальную) цену контракта. С учетом существующих требований к отбору ценовых источников [2, ст. 22] вряд ли стоит рассчитывать на то, что ИИ выберет те, что полностью корреспондируют с исходными данными. Кроме того, есть опасность монополизации рынка, когда ИИ будет обращаться за офертами к одним и тем же экономическим агентам, создавая предпосылки ограничения конкуренции, завышения либо занижения цен на приобретаемую продукцию.

В целом деловое сотрудничество с ИИ может привести к снижению прозрачности действий участников контрактной системы, когда принимаемые системой решения станут своего рода челленджем для пользователей. В результате это усложнит процесс проверки полученных данных.

С учетом охарактеризованных потенциальных рисков применения ИИ в контуре контрактной системы на сегодняшний день нельзя согласиться с тем, что профессия закупщика трансформируется в «интеллектуального оператора, применяющего экспертные знания для подтверждения или корректировки решения, предложенного системой» [10].

Гиперавтоматизации в сфере регламентированных закупок госсектора должны предшествовать мероприятия повышения уровня защиты информации и развития цифровых компетенций контрактных служб.

Список использованных источников и литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 16.03.2024 № 637-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации государственного управления» // СПС Консультант.Плюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_472443/ (дата обращения: 17.03.2024).
2. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» // СПС Консультант.Плюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624/ (дата обращения: 17.03.2024).
3. Единая информационная система в сфере закупок. – URL: <https://zakupki.gov.ru>. (дата обращения: 17.03.2024).
4. ГИС ЕИС ЗАКУПКИ – цифровая экосистема. – URL: https://t.me/gis_eiszakupki/989. (дата обращения: 17.03.2024).
5. Лю Нань. Особенности внедрения искусственного интеллекта в системе государственных закупок // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2021. – № 3 (75). – С. 29–35.
6. Каранатова, Л. Г. Инновационное развитие контрактной системы: переход к умным закупкам / Л. Г. Каранатова, А. Ю. Кулев // Управленческое консультирование. – 2020. – № 2. – С. 22–31.
7. Королихин, В. В. Комплексный подход к цифровизации. Опыт Московской области / В. В. Королихин, О. Г. Дьяченко // Бюджет. – 2021. – № 1 (217). – С. 37–41.
8. Гуделева, Н. Возможности ИИ в сфере госзакупок. – URL: <https://tenchat.ru/media/1314244-vozmozhnosti-ii-v-sfere-goszakupok?ysclid=lv13vud5cj53995366> (дата обращения: 17.03.2024).
9. Устинова, А. Госзакупки решений с ИИ в 2023 году выросли в несколько раз // Ведомости. – 29.02.2024. – URL: <https://vedomosti.ru/turbopages.org/turbo/vedomosti.ru/s/technology/articles/2024/02/29/1022866-goszakupki-reshenii-s-ii-virosli> (дата обращения: 17.03.2024).
10. Москвин, Д. Закупки без рук: российский и западный опыт // Новости цифровой трансформации, телекоммуникаций, вещания и ИТ. – 08.12.2022. – URL: <https://www.com-news.ru/content/223123/2022-12-08/2022-w49/zakupki-bez-ruk-rossiyskiy-i-zapadnyy-opyt> (дата обращения: 17.03.2024).

T. V. Klimanova, Post-graduate
Department of State Procurement, Management and Public Administration
State University of Education, Moscow

Risks of using artificial intelligence algorithms in public procurement

The development of artificial intelligence technologies is a current trend in the digital transformation era, which directly affects the sphere of government procurement. The scientific community has positive expectations for the active implementation of artificial intelligence tools in the contract system's information support framework. Machine learning algorithms can be useful for solving work tasks. However, it is important to assess them within a risk-oriented approach paradigm. The paper examines the risk factors associated with the application of AI in the organization and management of procurement activities.

Keywords: government procurement management system, procurement management, risk-oriented approach, artificial intelligence, digital transformation.

А. К. Коньчев, магистрант
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Оптимизация асинхронного кода веб-приложений на основе использования событийного цикла браузеров

Рассматриваются принципы работы событийного цикла браузеров. Описание работы асинхронности в браузере изложено с использованием примеров на языке JavaScript. Анализируются примеры синхронного, рекурсивного, асинхронного и асинхронного рекурсивного кода. Даны рекомендации по использованию синхронного и асинхронного кода для оптимизации производительности веб-приложений. Рассматриваются этапы подготовки кадров для отрисовки веб-страницы и взаимосвязь процесса подготовки кадров с событийным циклом браузера. Даны рекомендации для оптимизации скорости подготовки кадров веб-страницы.

Ключевые слова: асинхронность, JavaScript, событийный цикл браузера, веб-приложение, рекурсия, стек, очередь.

Работа с асинхронностью в браузере является ключевой при разработке масштабируемых веб-приложений. Использование асинхронных операций позволяет, во-первых, выполнять несколько задач одновременно, что улучшает отзывчивость веб-приложений и их общую производительность. Во-вторых, при загрузке данных с сервера и выполнении операций пользовательского ввода асинхронность позволяет избегать блокировок интерфейса пользователя, что обеспечивает высокий уровень пользовательского взаимодействия.

А. Д. Пересторонин в своей статье рассматривает проблему блокировки пользовательского интерфейса, предлагает решение на основе сравнительного анализа асинхронных операций и выявляет наиболее эффективные асинхронные операции для их последующего внедрения в разработку веб-приложений [1].

О. А. Ригин и В. И. Семенов подчеркивают важность приоритизации асинхронных задач для оптимального использования встроенных механизмов, обеспечивающих асинхронное выполнение кода, рекомендуют использовать встроенные API-браузеры, которые обеспечивают предсказуемое поведение программы [2].

В. Н. Князев и Н. П. Елисеев рассматривают работу событийного цикла браузера в контексте асинхронного программирования, исследуют синхронные и асинхронные вызовы, применение рекурсии и различных структур данных для эффективной обработки асинхронных операций, дают рекомендации по организации синхронного, асинхронного и рекурсивного кода [3].

В. К. Гулаков, А. О. Трубаков и Е. О. Трубаков рассматривают применение синхронных и асинхронных вызовов в контексте обработки данных для веб-приложений. Авторы исследуют различные структуры данных, включая очереди и стеки, их влияние на производительность программ, а также эффективные алгоритмы, лежащие в основе обработки асинхронного кода. Авторами предложены рекомендации по использованию определенных структур данных для структуризации асинхронного кода [4].

Д. Крокфорд анализирует механизмы обработки асинхронного кода в браузере и предлагает стратегии для оптимизации процесса отрисовки пользовательского интерфейса. Автор подчеркивает важность понимания и эффективного использования асинхронного программирования, особенно в контексте веб-разработки, где скорость и отзывчивость приложения играют решающую роль [5]. Он также выделяет ключевые аспекты языка JavaScript, включая возможности асинхронного программирования. Автор акцентирует внимание на

эффективном использовании асинхронных функций и обеспечении оптимальной производительности путем правильного написания и структурирования асинхронного кода [6].

Д. Фленаган обращает внимание на асинхронные концепции, асинхронные операции и способы оптимизации асинхронного кода для достижения высокой производительности и отзывчивости приложений [7]. Э. Фримен анализирует высокоуровневые концепции асинхронного программирования и их применение в контексте веб-разработки, представляя сложные аспекты в практических сценариях [8].

Д. Симпсон предлагает структурированный путь изучения языка *JavaScript*, включая важные концепции асинхронного программирования, с учетом особенностей устройства браузера и использования последних инноваций языка, таких как асинхронные функции и *Promise API* [9].

Т. Кармэн рассматривает важные концепции алгоритмов и структур данных, которые являются основой для написания эффективного асинхронного кода. С помощью рассматриваемых примеров и концепций, автор помогает разработчикам понять, как использовать алгоритмы и структуры данных для оптимизации асинхронного кода и улучшения производительности приложений [10].

Целью данной статьи является выработка рекомендаций для оптимизации асинхронного кода в веб-приложениях.

Веб-приложения используют *JavaScript* для взаимодействия с пользователем и выполнения задач на стороне клиента. Поэтому рассмотрение принципов работы асинхронности в браузере будет изложено с использованием примеров на языке *JavaScript*.

Согласно мнению Д. Крокфорда, язык *JavaScript* всегда выполняет код синхронно и ровно одну задачу в один момент времени [5]. Рассмотрим сценарий выполнения синхронного кода, представляющего собой n последовательных операторов. Каждый из данных операторов выполняется по очереди – сверху вниз по коду. Вторая строка может быть выполнена только после завершения первой строки, $(i+1)$ -я строка может быть выполнена только после завершения i -й строки.

Однако при использовании синхронного кода могут возникать следующие проблемы. Рассмотрим сценарий запуска синхронного кода, представленный Д. Фленаганом [6]. Предположим, что j -я строка получает данные от сервера, для этого требуется некоторое время, например k секунд.

Во время ожидания запроса веб-приложение больше не может выполнять никаких действий. С точки зрения пользователя страница браузера кажется застывшей на данные k секунд, пока выполняется запрос.

Рассмотрим следующий сценарий. На рис. 1 представлен *JavaScript*-код, содержащий два синхронных вызова функции «*console.log*» (строка № 1, строка № 7), один вызов функции «*console.log*» (строка № 4), помещенный внутри *callback*-функции, переданной первым аргументом встроенной асинхронной функции «*setTimeout*», которая выполняет указанный внутри *callback*-функции код через заданный интервал времени (k).

```
1 console.log(1);
2
3 setTimeout(() => {
4     console.log("Запрос завершен");
5 }, k)
6
7 console.log(2);
```

Рис. 1. Пример использования асинхронной функции «*setTimeout*» в синхронном *JavaScript*-коде

В результате выполнения данного кода в консоли появляется последовательный вывод чисел «1», «2», далее, спустя k секунд, появляется вывод строки «Запрос завершен». В течение k секунд ожидания интерпретатор *JavaScript* имеет доступ к вызову иных функций.

Рассмотрим детальнее механизм вызова функций в *JavaScript*.

Согласно мнению Т. Кармэна, стек — это абстрактный тип данных, представляющий собой список элементов, организованных по принципу *LIFO* (англ. *last in – first out*, «последним пришел – первым вышел») [10]. Стек вызовов (англ. *call stack*) является частью движка *JavaScript*.

Когда интерпретатор *JavaScript* вызывает какую-либо функцию, он помещает ее в стек вызовов, затем приступает к выполнению этой функции. Все функции, которые будут вызваны внутри тела данной функции, также будут добавлены в стек вызовов. Когда выполняемая в данный момент функция завершается, интерпретатор удаляет ее из стека.

Рассмотрим работу стека вызовов на примере синхронного кода, приведенного на рис. 2.

```
1  function welcome() {  
2      console.log("Всем привет!");  
3  }  
4  welcome();  
5  console.log("Зачем нужен Event Loop?");
```

Рис. 2. Пример синхронного JavaScript-кода

Когда интерпретатор *JavaScript* обнаруживает вызов функции «*welcome*» (строка № 4), он добавляет ее в стек вызовов. После добавления в стек вызовов функция вызывается. Внутри тела функции «*welcome*» интерпретатор *JavaScript* находит вызов функции «*console.log*» (строка № 2) и добавляет ее в стек вызовов. Данная функция «*console.log*» выполняется. Интерпретатор удаляет функцию «*console.log*» из стека вызовов. Тело функции «*welcome*» выполнено, следовательно, интерпретатор также удаляет данную функцию из стека вызовов. Интерпретатор *JavaScript* обнаруживает второй вызов «*console.log*» (строка № 5) и помещает его в стек вызовов. Функция «*console.log*» выполняется, интерпретатор удаляет ее из стека вызовов. Выполнение кода завершается.

Стек вызовов имеет максимальный размер. Количество одновременно вмещаемых функций может варьироваться в зависимости от производителя и версии браузера. Переполнение стека возникает, когда количество вызовов функций, добавленных в стек, превышает максимальный размер стека вызовов. Классическим примером, приводящим к такой ситуации, является рекурсия. Пример рекурсивного кода приведен на рис. 3.

```
1  function fun() {  
2      fun();  
3  }  
4  
5  fun();
```

Рис. 3. Пример рекурсивного JavaScript-кода

Если исполнить код, указанный на рис. 3, то интерпретатор выдаст ошибку переполнения стека вызовов – «*Maximum call stack size exceeded*».

На основании рассмотренного материала сформулируем рекомендации для работы с рекурсивным синхронным *JavaScript*-кодом:

1. Наличие условия выхода из рекурсии. Важно корректно определить условие завершения рекурсивной функции, чтобы избежать бесконечного цикла вызовов, приводящего к переполнению стека вызовов.

2. Оптимизация рекурсивных вызовов. Важно избегать лишних рекурсивных вызовов, чтобы уменьшить нагрузку на стек вызовов.

3. Использование мемоизации для кэширования результатов предыдущих вызовов функции с целью использования данных результатов при повторных вызовах с теми же аргументами.

4. Использование итеративных алгоритмов для повышения производительности.

Рассмотрим механизм, обеспечивающий взаимодействие с асинхронным кодом – событийный цикл (англ. *event loop*). Согласно мнению Д. Крокфорда, событийный цикл браузера – это механизм, который отвечает за обработку и управление событиями, происходящими во время работы веб-приложений [5].

Автор считает, что кроме событийного цикла браузеры также поддерживают три очереди. Очередь – это абстрактный тип данных, представляющий собой список элементов, организованных по принципу *FIFO* (англ. *first in – first out*, «первым пришел – первым вышел»).

Перечислим виды данных очередей:

- 1) очередь микрозадач (англ. *microtasks queue*);
- 2) очередь отрисовки (англ. *render queue*);
- 3) очередь макрозадач (англ. *tasks queue*).

Рассмотрим принцип работы событийного цикла и предназначения каждой очереди на примере *JavaScript*-кода, представленного на рис. 4.

```
1   setTimeout(() => {  
2     console.log(1);  
3   }, 0);  
4  
5   Promise.resolve().then(() => {  
6     console.log(2);  
7   });  
8  
9   console.log(3);
```

Рис. 4. Пример асинхронного JavaScript-кода

Первая строка содержит вызов встроенной функции «*setTimeout*», пятая строка – вызов встроенной функции «*Promise.resolve*», восьмая строка – вызов функции «*console.log*». В данном примере интерпретатор помещает вызов функции «*setTimeout*» (строка № 1) в стек вызовов.

В исходном коде движков *JavaScript* код, отвечающий за установку и выполнение таймеров, отправку и отслеживание выполнения *HTTP*-запросов, а также обработку пользовательского ввода, отсутствует. Данные операции выполняет *Web API*, который является встроенным механизмом браузеров, но не частью движка *JavaScript*. Таким образом, интерпретатор *JavaScript* использует *Web API* для исполнения функции «*setTimeout*». *Web API* получает информацию о данном таймере и запускает его.

В книге Эрика Фримена и Элизабет Робсон «*Head First JavaScript Programming*» описано разделение задач на макрозадачи и микрозадачи [8]. В очередь макрозадач попадают *callback*-функции, вызываемые после выполнения следующих функций и наступления следующих событий:

- 1) «*setTimeout*»;
- 2) «*setInterval*»;
- 3) «*setImmediate*»;
- 4) пользовательский ввод.

В очередь микрозадач попадают *callback*-функции, вызываемые после выполнения следующих функций:

- 1) «*then*»;
- 2) «*catch*»;
- 3) «*finally*»;
- 4) «*queueMicrotask*»;
- 5) все асинхронные функции (в объявлении содержат ключевое слово «*async*»).

Callback-функция, которая должна быть вызвана после выполнения функции «*setTimeout*», будет помещена в очередь макрозадач.

Интерпретатор помещает функцию «*Promise.resolve*» (строка № 5) в стек вызовов. *Callback*-функция, содержащаяся внутри функции «*then*» (строка № 6), будет помещена в очередь микрозадач после исполнения функции «*Promise.resolve*» (строка № 5).

Интерпретатор помещает функцию «*console.log*» (строка № 8) в стек вызовов. Данная функция выполняется мгновенно, после исполнения она будет удалена из стека вызовов. Каждый раз, когда стек вызовов пуст и не получает новых задач, выполняется следующий алгоритм:

1. Если в очереди микрозадач есть хотя бы одна микрозадача, то событийный цикл помещает первую задачу из данной очереди в стек вызовов. Выполнение алгоритма завершается.

2. Если очередь микрозадач пустая, то событийный цикл выполняет все задачи для отрисовки страницы.

3. После выполнения п. 2, в случае если в очереди макрозадач есть хотя бы одна макрозадача, событийный цикл помещает первую задачу из очереди в стек вызовов. Выполнение алгоритма завершается.

Итак, на данный момент стек вызовов пуст и не получает новых задач. Следовательно, событийный цикл проверяет очередь микрозадач, внутри которой находится одна *callback*-функция. Интерпретатор исполняет ее. Событийный цикл выполняет задачи на отрисовку страницы и переходит к очереди макрозадач, внутри которой находится также одна *callback*-функция. Интерпретатор исполняет ее. Выполнение кода завершается.

На основании вышеизложенного сформулируем рекомендации для работы с очередями браузера:

- 1) определить разницу между микрозадачами и макрозадачами для правильного использования каждой очереди в соответствии с задачей;

- 2) использовать *Promise API* для эффективной работы с очередями микрозадач в *JavaScript*, который позволяет создавать асинхронные операции и управлять выполнением задач с помощью очереди микрозадач, что способствует предсказуемому и плавному выполнению кода;

- 3) избегать блокировки очереди микрозадач путем использования асинхронных операций и обратных вызовов для предотвращения блокировки микрозадач и обеспечения плавной работы приложения;

- 4) объединять несколько обновлений интерфейса в одну макрозадачу для уменьшения нагрузки на браузер и повышения производительности.

Событийный цикл неразрывно связан с обновлением экрана. Д. Крокфорд рассматривает процессы отрисовки и подготовки кадров для обновления пользовательского интерфейса [7]. Большинство современных устройств поддерживают 60 кадров в секунду. Существует ряд ограничений, такие как частота обновления экрана устройства, а также настройки браузера. Для расчетов используем 60 кадров в секунду. Среднее время t_{cp} , отведенное на исполнение задачи, рассчитываем по формуле

$$t_{\text{cp}} = \frac{1000}{60} \approx 16,6 \text{ мс}.$$

Таким образом, событийный цикл в среднем отводит 16.6 мс на исполнение задач. Событийный цикл не умеет предсказывать количество времени, необходимого на выполне-

ние определенной задачи, поэтому, пока стек вызовов содержит хотя бы одну функцию, новые кадры не будут отображены пользователю.

Предположим, что интерпретатор JavaScript выполняет функцию, длительность выполнения которой равна t_{ϕ} . Таким образом, количество пропущенных кадров *lostFrames* рассчитываем по формуле

$$lostFrames = \frac{t_{\phi}}{t_{cp}}.$$

На основании вышеизложенного сформулируем рекомендации для уменьшения потерь кадров отрисовки:

- 1) оптимизировать анимации, предпочтительнее использовать CSS-анимации и трансформации вместо синхронного JavaScript-кода для повышения производительности;
- 2) снизить нагрузку на центральный процессор путем вынесения длительных вычислений из основного потока выполнения;
- 3) использовать встроенную функцию «*requestAnimationFrame*» для синхронизации обновлений интерфейса с частотой кадров браузера.

Рассмотрим этапы формирования одного кадра для отрисовки:

1) формирование дерева рендеринга (*Render tree*): браузеры объединяют заранее рассчитанные деревья *DOM* и *CSSOM* для создания дерева рендеринга, невидимые элементы не включаются в данное дерево, любые элементы с атрибутом *display*, установленным в значение *none*, также не будут добавлены в узлы дерева рендеринга;

2) *Layout/Reflow*: для создания первого кадра данный этап называется *Layout*, для создания последующих кадров – *Reflow*. На данном этапе браузер обходит дерево рендеринга начиная от корневого элемента дерева и определяет абсолютные координаты каждого элемента относительно размера веб-страницы. Результат выполнения – дерево *Layout Tree*;

3) *Paint/Repaint*: для создания первого кадра данный этап называется *Paint*, для создания последующих кадров – *Repaint*. На данном этапе браузер обходит дерево *Layout Tree* и определяет цвета пикселей для каждого элемента из *Layout Tree*. Он включает в себя рисование цветов, изображений и текста;

4) *Compositing*: задача данного этапа – совместить сгенерированные ранее слои, чтобы получить готовый для отрисовки кадр. Если все предыдущие этапы выполнялись на процессоре, то композиция – это единственная операция, которая выполняется при помощи графического процессора.

На основании рассмотренного материала сформулируем рекомендации для повышения скорости отрисовки кадра:

1) использовать CSS-свойства, вычисление которых выполняется с помощью графического процессора. Например, свойства «*transform*» и «*keyframes*», поскольку вычисление большинства CSS-свойств происходит с помощью центрального процессора;

2) использовать сжатые изображения и форматы изображений с поддержкой сжатия без потерь (например, *WebP*) для оптимизации скорости их загрузки.

Д. Симпсон рассматривает сценарии блокировок очередей, что может привести к замедлению работы событийного цикла браузера [9]. Например, длительные операции или блокирующий код могут вызвать задержки в обработке событий, что негативно отразится на пользовательском опыте.

Рассмотрим блокировку очередей на примере JavaScript-кода, указанного на рис. 5.

После вызова функции «*setTimeout*» (строка № 1) в очередь макрозадач будет добавлена *callback*-функция, переданная первым аргументом в «*setTimeout*». Затем происходит вызов функции «*fun*» и возврат метода «*Promise.resolve*». В результате *callback*-функция, содержащая вызов функции «*fun*», попадает в очередь микрозадач.

На данный момент стек вызовов пуст и не получает новых функций, следовательно, событийный цикл обращается к очереди микрозадач. Первой в очереди находится *callback*-

функция, которая вызывает функцию «*fun*», приводя к добавлению *callback*-функции, указанной внутри метода «*then*» в очередь микрозадач.

```
1   setTimeout(() => {
2       console.log(1);
3   }, 0);
4
5   const fun = () => {
6       return Promise.resolve().then(fun);
7   };
8
9   fun();
```

Рис. 5. Пример JavaScript-кода, вызывающего блокировку очередей

Вызов функции «*fun*» является рекурсивным, что приводит к потере доступа к странице. Вызов *callback*-функции, переданной в качестве первого аргумента функции «*setTimeout*», не происходит из-за невозможности достижения очереди отрисовки и очереди макрозадач. Данные две очереди заблокированы.

Рассмотрим код, указанный на рис. 6. Данный код не вызывает блокировок очередей. На строке № 7 мы используем вызов метода «*setTimeout*» вместо «*Promise.resolve*». Вызов функции «*fun*» также является рекурсивным, однако блокировки очередей отрисовки и микрозадач не возникает.

```
1   setTimeout(() => {
2       console.log(1);
3   }, 0);
4
5   const fun = () => {
6       setTimeout(fun);
7   };
8
9   fun();
```

Рис. 6. Пример JavaScript-кода, не вызывающего блокировку очередей

В данной работе проанализированы примеры синхронного, рекурсивного, асинхронного и асинхронного рекурсивного кода. Даны рекомендации по использованию синхронного и асинхронного кода для оптимизации производительности веб-приложений. Рассмотрены этапы подготовки кадров для отрисовки веб-страницы и взаимосвязь процесса подготовки кадров с событийным циклом браузера. Даны рекомендации для оптимизации скорости подготовки кадров веб-страницы.

На основании вышеизложенных рекомендаций эффективное использование событийного цикла браузера в сочетании с асинхронными операциями и оптимизацией процесса отрисовки кадра играет важную роль в создании быстрых, отзывчивых и производительных веб-приложений, обеспечивая плавное и приятное пользовательское взаимодействие.

Список использованных источников и литературы

1. Пересторонин, А. Д. Асинхронность как основной подход к разработке высоконагруженных приложений // ВУЗ и реальный бизнес. – 2023. – Т. 1. – С. 219–224. – EDN BWJOXR.
2. Ригин, О. А. Основы работы и применение event loop в асинхронном программировании / О. А. Ригин, В. И. Семенов // Неделя науки – 2023 : сб. тез. XIII науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (с междунар. участием) в рамках мероприятий 2023 г. по проведению в Российской

Федерации Десятилетия науки и технологий, Санкт-Петербург, 11–13 апр. 2023 г. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), 2023. – С. 351. – EDN MJPLOG.

3. Князев, В. Н. Событийно-ориентированная неблокирующая модель ввода-вывода Node.js / В. Н. Князев, Н. П. Елисеев // Лучшая студенческая статья 2019 : сб. ст. XIX Междунар. науч.-исследоват. конкурса, Пенза, 25 февр. 2019 г. – Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. – С. 62–65. – EDN YYNGPZ.

4. Гулаков, В. К. Структуры и алгоритмы обработки данных: Оценка сложности алгоритмов, линейные и иерархические структуры данных : практикум / В. К. Гулаков, А. О. Трубаков, Е. О. Трубаков. – Брянск : Брянский государственный технический университет, 2021. – 170 с. – ISBN 978-5-907570-24-5. – EDN DYGUEG.

5. Douglas Crockford. How JavaScript works / Douglas Crockford. – Virgule-Solidus, 38 North Almaden Unit 900 San Jose, CA 95110 USA – 2018.

6. David Flanagan. JavaScript: The Definitive Guide: Master the World's Most-Used Programming Language / David Flanagan. – O'Reilly Media, 1005 Gravenstein Highway North Sebastopol, CA 95472 – 2020.

7. Douglas Crockford. JavaScript: The Good Parts / Douglas Crockford – Oreilly & Associates Inc, 1005 Gravenstein Highway North Sebastopol, CA 95472 USA – 2008.

8. Eric Freeman. Head First JavaScript Programming: A Brain-Friendly Guide; O'Reilly Media / Eric Freeman, Elisabeth Robson – Oreilly & Associates Inc, 1005 Gravenstein Highway North Sebastopol, CA 95472 USA – 2014.

9. Jonathon Simpson. Academy of JavaScript: From Complete Beginner to JavaScript Expert / Jonathon Simpson, Nicholas Wilson – Apress Media, LLC One New York Plaza, Suite 4600 New York, NY 10004-1562 USA – 2023.

10. Thomas Cormen. Introduction to Algorithms / Thomas Cormen – The MIT Press, 314 Main Street Cambridge, MA 02142 – 2022.

A. K. Konychev, Master's Degree Student
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Optimization of asynchronous code of web applications based on the use of browsers' event loop

The principles of the event loop of browsers are discussed. Mechanism of asynchrony in the browser is described using examples in the language of JavaScript. Examples of synchronous, recursive, asynchronous and asynchronous recursive code are analyzed. Recommendations on how to use synchronous and asynchronous code to optimize the performance of web applications are given. The stages of preparing frames for rendering a web page and the relationship between the process of their preparation and the browser event cycle are provided. Recommendations for optimizing the speed of web page frame preparation are given.

Keywords: asynchrony, JavaScript, browser event loop, web application, recursion, stack, queue.

А. А. Красильников, магистрант
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка новостного блога на платформе IOS

В статье рассмотрим процесс разработки новостного блога для компании «Банки.ру». Рассмотрим этапы его создания и заострим внимание на сложных моментах разработки.

Ключевые слова: swift; swiftUI; IOS; разработка, новости.

При разработке блога новостей на платформе iOS важно учитывать несколько основных принципов:

1. **Интуитивный интерфейс:** интерфейс должен быть интуитивно понятным для пользователя.

2. **Привлекательный дизайн:** у Apple есть свои стандарты качества интерфейсов (Human Interface Guidelines[1]), которые следует соблюдать, ведь они лучше всего адаптированы под их устройства.

3. **Быстрая загрузка и производительность:** никто не будет читать новостной блог, если он не будет оптимизирован. Следует позаботиться о кэшировании изображений и асинхронной загрузке данных.

4. **Поддержка различных устройств:** следует учесть разные размеры экранов iPhone и iPad, а также ориентации устройств (горизонтальную и вертикальную). Дизайн должен одинаково хорошо выглядеть и на больших, и на маленьких экранах.

Будем использовать язык программирования Swift. Данные будут приходить с сервера в формате json.

Начнем с этапа планирования, обговорим с командой, что именно должен собой представлять блог. Это должна быть текстовая статья с визуальными элементами (таблицы, графики, изображения).

Продумаем дизайн будущей статьи. Статья должна быть на весь экран устройства.

Для создания интерфейсов приложений под IOS используются два фреймворка: UIKit и SwiftUI. Первый более старый и проверен временем. Второй считается новой ветвью развития создания интерфейсов мобильных приложений. Его активно продвигает сама компания Apple.

Хочется верить в то, что в конце этого десятилетия SwiftUI станет новым золотым стандартом для IOS-разработчика, а UIKit отойдет на второй план. В этой работе мы использовали именно SwiftUI.

Плюсы SwiftUI:

1. **Декларативный подход SwiftUI:** предлагает декларативный подход к созданию интерфейсов, что означает, что вы описываете, как должен выглядеть ваш интерфейс, а не как его создать шаг за шагом. Это делает код более понятным и легко поддерживаемым. А также скорость разработки увеличивается в разы.

2. **Автоматическая синхронизация данных и представлений:** SwiftUI обеспечивает автоматическую синхронизацию данных и представлений, что позволяет создавать динамические пользовательские интерфейсы, которые обновляются автоматически при изменении данных.

3. **Динамические адаптивные интерфейсы:** SwiftUI предоставляет инструменты для создания динамических адаптивных интерфейсов, которые могут автоматически адаптиро-

ваться к различным размерам экранов и ориентациям устройств. Именно этот плюс заставляет переходить с UIKit на SwiftUI.

Однако не все так хорошо, за простоту и скорость разработки придется платить. Далее мы столкнемся с основным недостатком SwiftUI. SwiftUI относительно новый фреймворк, и он содержит не все стандартные примитивы UIKit. Привычные таблицы и текст нам придется реализовывать самостоятельно.

Дизайн составим в Figma. Учтем все пожелания выше. Составленный в ходе разработки дизайн на рис. 1.

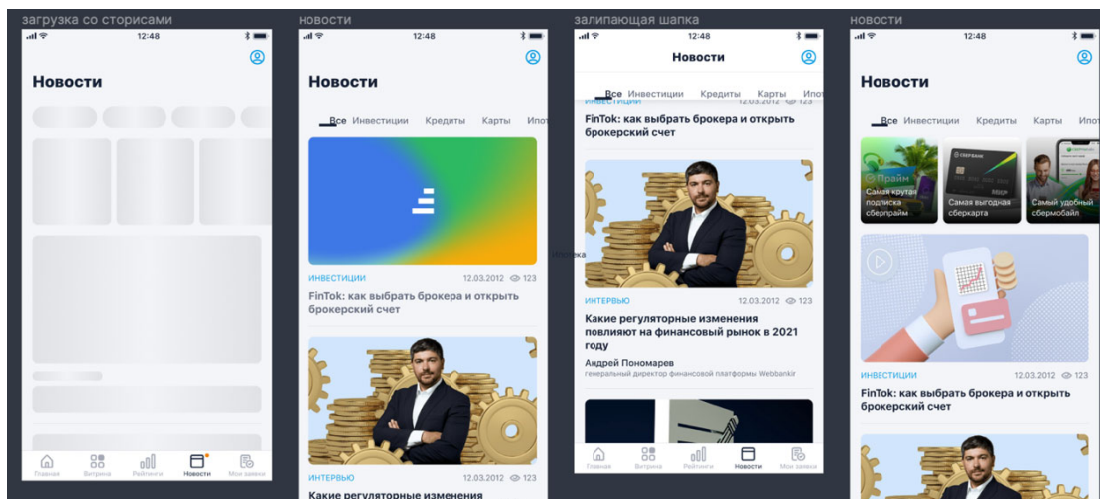


Рис. 1. Разработанный дизайн

Далее декомпозируем задачу на несколько подзадач, чтобы разработка шла поэтапно и мы могли отследить свой прогресс. По итогу декомпозирования задача была разделена на 14 подзадач. Основные этапы разработки:

1) Создание модуля NewsArticle (главный модуль) и его подмодулей, настройка связей между ними.

2) Создание сетевого слоя (NewsNetworkService).

3) Создание блоков статьи:

а) Заголовок (HeaderBlock). Содержит заголовок и краткое описание статьи.

б) Нижний блок (FooterBlock). Содержит информацию об авторе статьи.

в) Текстовый блок. Должен поддерживать форматирование, т. к. в ответе на запрос приходит html. Текст должен адаптироваться под размер экрана.

г) Изображения.

д) Факт. Блок с какой-то особо важной информацией.

е) Цитата. Блок с цитатой и ее автор.

ж) Блок ссылок и их источники, все ссылки должны быть кликабельны.

з) Таблица с адаптивным размером ячеек.

Все это важные элементы интерфейса, требующие настройки, и их следует сделать отдельными компонентами.

4) Создание диплинков. В качестве навигации в приложении будем использовать «глубокие ссылки». Диплинк (Deep Link) – это ссылка, которая направляет пользователя на определенный экран в приложении. По такой ссылке мы можем, например, перейти из браузера в приложение.

5) Маршрутизация ссылок, процесс настройки навигации.

На рис. 2 представлен полный список задач, сформированный в Jira.

В качестве архитектуры использовалась модифицированная VIPER-архитектура.



Рис. 2. Задачи в Jira

В процессе разработки наибольшее время было потрачено на этапе создания сетевого слоя (задача № 1 NewsNetworkService), текстового блока (задача № 3 NewsArticleTextBlock), маршрутизации ссылок (задача №4), создания таблиц (задача № 14 NewsArticleTableBlock).

Поскольку мы будем стараться писать чистый и «SOLIDный код», то сетевой слой был разделен на несколько классов, базовый класс NetworkService и его наследник NewsNetworkServiceImpl, который был покрыт протоколом NewsNetworkService. Для асинхронного обмена данными используем фреймворк Combine [2]. Для наблюдения за сетевыми запросами будем использовать Postman (рис. 3).

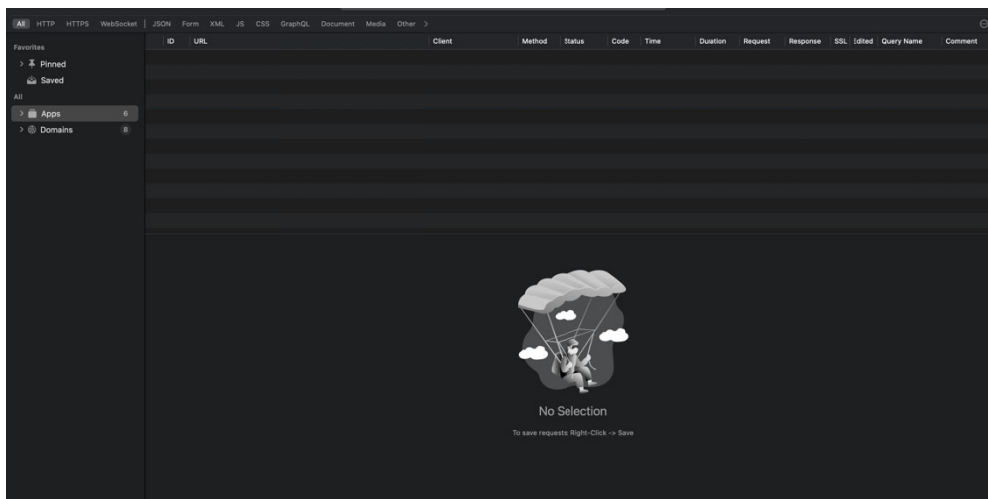


Рис. 3. Окно Postman

Не забываем про обработку ошибок, а их может быть огромное множество (ошибки ответа сервера, ошибка декодирования данных). Отдельной частью работы с сетевым слоем стало декодирование данных. Так как данные приходят в формате json, их требуется преобразовать в типичные структуры данных. В IOS этим занимается класс JSONDecoder.

Сложность в создании, казалось бы, такого простого блока, как текст, привела к тому, что в ответе с сервера приходил текст в формате html. Все стили этого текста требовалось

сохранить. Для этого было написано расширение, которое преобразовывает строку с html-атрибутами в строку, сохраняя стили. Создадим инициализатор для NSAttributedString, который парсит html.

В этой же задаче для текста была создана собственная структура (HTMLTextView), в ней же мы создадим объект UITextView. Таким образом, эта «матрешка» сможет посчитать размеры, занимаемые текстом, вручную. В swift есть объект UIViewRepresentable, он позволяет встраивать объекты на UIKit в SwiftUI. Таким образом, мы решим проблему недостатка кастомизации элементов в SwiftUI. На рис. 4 изображена идея интеграции UIKit в SwiftUI.

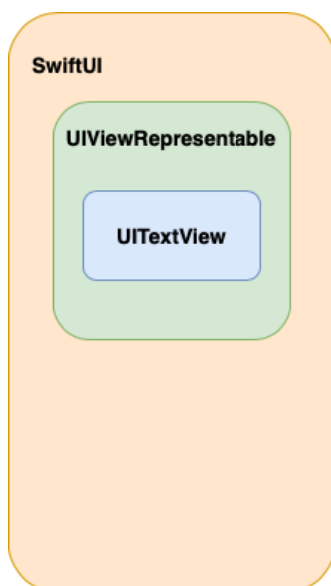


Рис. 4. Интеграция UIKit в SwiftUI

Сложность в создании таблиц возникла из-за выбора фреймворка SwiftUI. Дело в том, что на проекте актуальной версией операционной системы является IOS 14. А таблицы в SwiftUI появились лишь в IOS 16 и работают пока еще нестабильно. Поэтому было реализовано свое решение.

Был взят минимально допустимый размер многострочного текста (константа). Посчитан максимальный размер текста в каждом столбце таблицы так, как если бы текст был в одну строчку. Далее этот размер сравнивается с размером экрана устройства. Если текст меньше размера экрана, то этот столбец имеет актуальный размер. При превышении размера экрана текст был умножен на коэффициент (отношение размера экрана к размеру всей таблицы, если бы ячейки формировались в одну строку), если полученное произведение меньше минимально допустимого размера многострочного текста, то за ширину столбца берется минимальный размер, иначе полученное произведение и есть актуальный размер текста. На рис. 5 представлен алгоритм расчета ширины столбца (диаграмма деятельности [3]).

Маршрутизация ссылок сама по себе нетривиальная задача. Было принято решение преобразовывать любую ссылку в «диплинк», который открывает экран приложения «нативно». Если это невозможно, то такая ссылка будет открываться в браузере.

Результат работы показан на рис. 6.

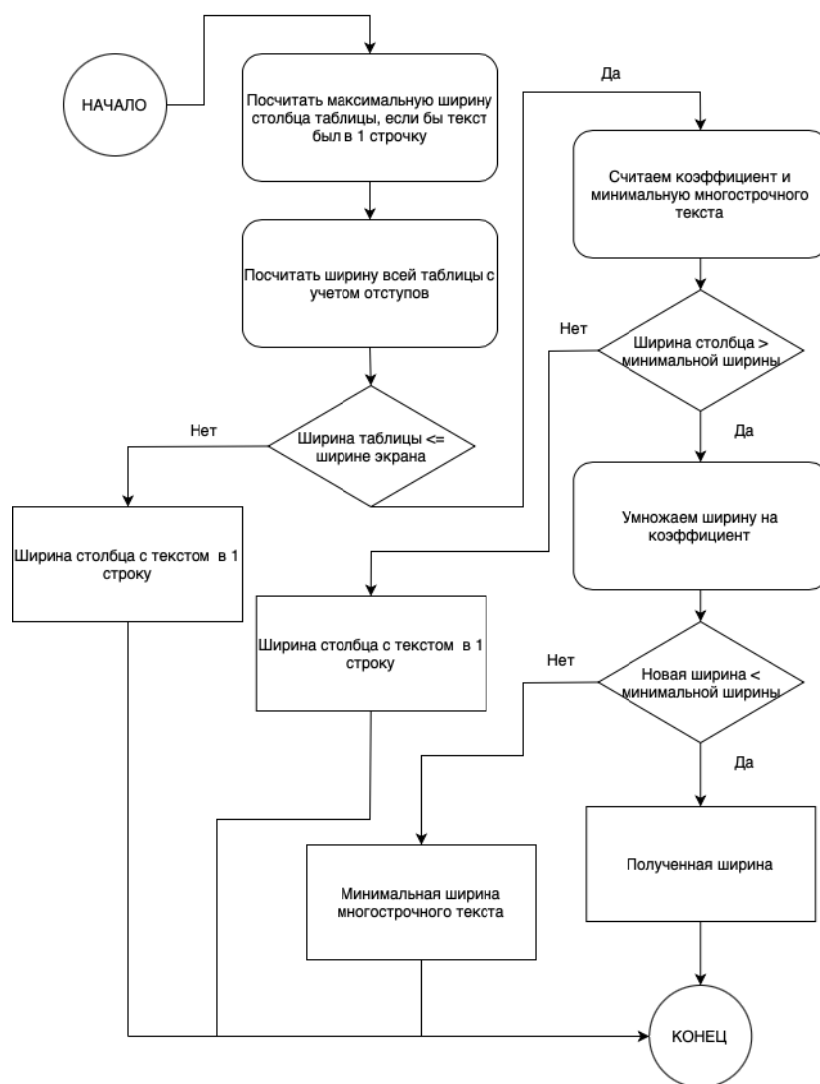


Рис. 5. Алгоритм расчета ширины столбца таблицы

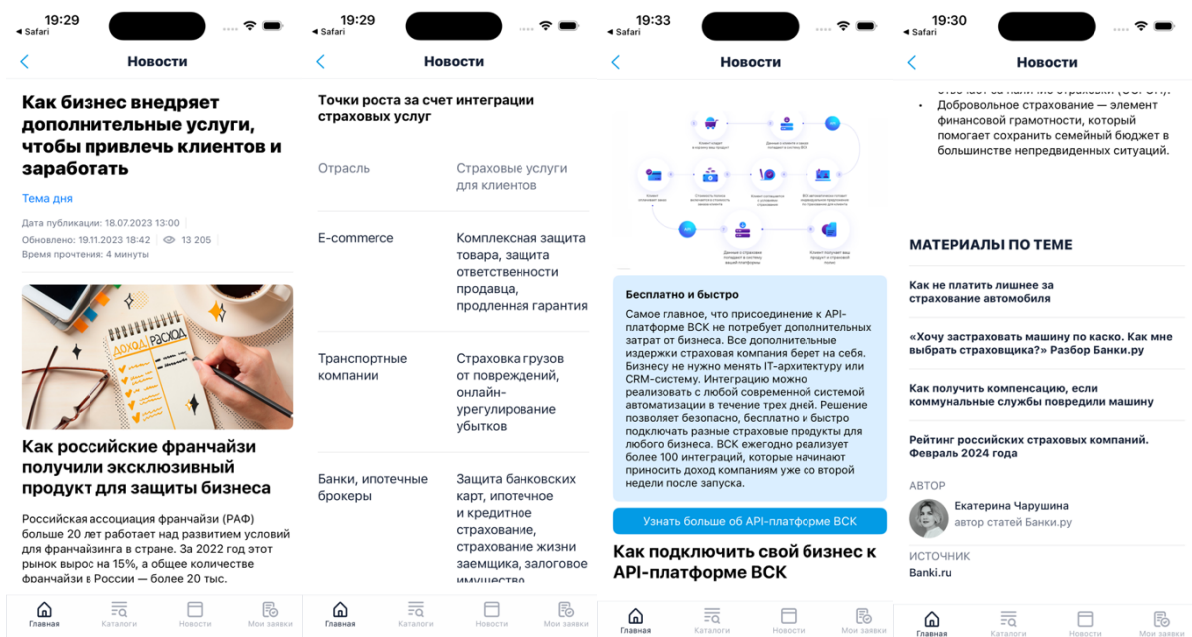


Рис. 6. Блог статей

Результатом выполненной работы стал блог статей, который будет доступен или уже доступен в приложении «Банки.ру» для IOS.

Список использованных источников и литературы

1. Human Interface Guidelines. – URL: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines> (дата обращения: 05.03.2024).
2. Основы табличного представления // Coderlessons. – URL: <https://coderlessons.com/articles/mobilnaia-razrabotka-articles/ios-s-nulia-s-swift-osnovy-tablichnogo-predstavleniia/> (дата обращения: 12.03.2024).
3. SimbirSoft | Combine: часть 1. Погружение в реактивное программирование // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/companies/simbirsoft/articles/712332/> (дата обращения: 05.04.2024).
4. Стасьшина, Т. Л. Диаграммы деятельности // ИГТУ НЭТИ. – URL: https://ciu.nstu.ru/kaf/persons/1914/page47048/diagramm_deyatelnosti (дата обращения: 20.03.2024)
5. Noguev, A. Архитектура VIPER для IOS приложений // Medium – URL: <https://medium.com/maddevs-io/arhitektura-viper-dlya-ios-prilozhenij-9691a653b8d7> (дата обращения: 10.04.2024).

A. A. Krasilnikov, Master's Degree Student
Department of Software Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of a news blog on the IOS platform

In this article we will look at the process of developing a news blog for the Banks.ru company. Let's look at the stages of its creation and focus on the difficult aspects of development.

Keywords: swift; swiftUI; IOS; development, news.

D. N. Krylova, Master's Degree Student
Department of Information Systems
Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov

Analysis of the advantages and limitations of using digital doubles to account for work in progress at the enterprise

The study evaluates the potential of using digital doubles to account for work-in-progress in enterprises. The article examines the definition and role of digital twins, as well as the importance of work in progress for enterprises. The advantages of using digital twins are analyzed, including improving the efficiency of accounting and management decisions, as well as the limitations and problems of their application. The study offers development prospects and directions for further study.

Keywords: digital twin, work in progress, Internet of things, resource allocation efficiency, inventory, automation, integration.

With the advent of digital technologies and the concept of digital transformation, many enterprises have begun to actively introduce digital tools into their production processes. One of these tools is digital twins, which allow you to create virtual models of real objects or processes. The use of digital twins to account for work-in-progress in an enterprise can significantly simplify and improve the accounting and production planning processes. However, there are certain limitations and problems associated with the use of digital doubles that require careful analysis and evaluation. In this paper, an analysis of the advantages and limitations of using digital doubles to account for work-in-progress at an enterprise will be carried out in order to identify their effectiveness and possible risks.

A digital twin is a virtual model of an object or process that displays its real state and behavior in real time. A digital twin is usually created using Internet of Things (IoT) technologies, cloud computing, data analytics, and machine learning. It can be used to monitor, analyze and optimize production processes in an enterprise. Work in progress is a stage of the production process at which the product has not yet been completed, but already has a potential value.

Accounting for work in progress is of great importance for the enterprise, the digital twin of production allows the enterprise to track and manage production processes in real time, which provides more accurate accounting of work in progress. Thanks to the digital twin of production, an enterprise can manage inventory more efficiently, optimize production processes, and improve planning and forecasting of production volumes. This allows you to reduce production costs, speed up processes and improve product quality.

Traditional methods of accounting for work in progress (WIP) in an enterprise include methods of full and incomplete accounting.

1. The method of full accounting for WIP involves accounting for all production costs, including materials, labor and overhead costs associated with the production of unfinished products. This method requires more detailed analysis and cost accounting, which can be difficult and time-consuming.

2. The method of incomplete accounting of WIP, in turn, assumes accounting only for certain production costs, such as materials and labor, without taking into account overhead costs. This method is easier to implement, but may be less accurate and does not take into account all production costs.

Each of these methods has its own characteristics and can be applied depending on the specifics of the production process.

The following indicators and results can be used to understand the success of implementing a digital production twin and accounting for work in progress:

1. Increase production efficiency: reduce production cycle time, improve product quality, reduce production costs.
2. Improvement of production planning: accuracy of demand forecasting, optimization of stocks and supply management, minimizing losses due to shortage or excess of stocks.
3. Cost reduction: reducing the cost of equipment, labor and energy consumption, optimizing the use of materials.
4. Improved decision-making: access to real data on production and consumer demand, the ability to analyze data for rapid response to changes in market conditions.
5. Increasing the level of automation: integration of production management systems, automation of monitoring and control processes.
6. Personnel training and development: professional development of employees to work with digital production management systems.
7. Improvement of the company's overall financial results: increased revenue, improved profitability and asset efficiency.

These indicators will allow us to assess the success of the implementation of the digital twin of production and accounting for work-in-progress at the enterprise.

Challenges and solutions after the introduction of the digital twin of production:

1. Challenge: Integration of existing systems and equipment with the digital twin of production processes. Solution: It is necessary to integrate the digital twin with existing production planning, inventory management and monitoring systems for production equipment.
2. Challenge: Training employees to work with a digital double and understanding its potential. Solution: Conducting training programs and trainings for staff, developing manuals and instructions, step-by-step implementation of new processes and technologies.
3. Challenge: Ensuring data security and protection from cyber threats. Solution: Implementation of modern information security systems, data encryption, monitoring of security systems, training of employees in the rules of working with confidential information.
4. Challenge: Maintaining and updating the digital twin in accordance with changing production processes. Solution: Regular updating and analysis of the digital twin, continuous improvement of production operations based on the data obtained, implementation of automated monitoring and updating systems of the digital twin.
5. Challenge: Changing the corporate culture and introducing new working methods. Solution: Development and implementation of programs for changing corporate culture, training employees in new working methods, motivation and support of staff in the process of change.

Let's move on to considering the advantages of digital doubles:

1. Optimization of accounting processes: digital twins allow you to automate the processes of accounting for work in progress, which speeds up and simplifies accounting.
2. Data accuracy: With digital doubles, work-in-progress data can be more accurate and reliable as the risk of human error is reduced.
3. Analytics and Reporting: Digital twins make it easier and faster to generate reports and analyze work-in-progress data, which helps to manage production processes more effectively.
4. Integration with other systems: Digital twins can be easily integrated with other accounting and production management systems, which increases the efficiency of the entire enterprise.
5. Optimization of inventory management: thanks to digital twins, it is possible to more accurately determine the volume of work in the production process and optimize inventory management of raw materials and semi-finished products.

Limitations and disadvantages of digital doubles in accounting for work in progress:

1. The need for accurate and accurate data recording: Digital doubles require accurate and accurate data recording, and any error or omission can lead to incorrect results.
2. Possibility of data loss: Electronic systems may be vulnerable to failures and data loss, which may cause problems considering work in progress.

3. Unavailability for some enterprises: not all enterprises have access to high-tech digital systems, which can create problems with the introduction of digital counterparts in the accounting of work in progress.

4. The need for staff training: The use of digital doubles requires staff training so that they can work properly with these systems.

5. Dependence on technical support: digital twins require constant technical support, and their absence can lead to problems in accounting for work in progress.

Recommendations for the successful implementation of digital twins:

1. Data identification and authentication assessment: Make sure that the data in the digital double is authentic and identical to the original data. This will help ensure the accuracy and reliability of the digital twin.

2. Using reliable technologies: Choose technologies that ensure data protection and confidentiality. This includes protection against unauthorized access to data and protection against information leaks.

3. Data Management Strategy: Determine how the digital twin will be managed and updated. This may include data update processes, data monitoring and analysis, and change management.

4. Employee Training: Provide employee training on the use of digital doubles and data security rules. This will help to avoid errors in data processing and transmission.

5. Using Distributed Registries: Offload centralized data management systems and use distributed registries to create decentralized digital counterparts. This will increase the stability and reliability of the data.

6. Security Audit: Regularly check the security of digital doubles to identify and fix vulnerabilities and risks.

7. Ensuring compatibility and integrations: Make sure that the digital twin can be integrated with existing systems and technologies in the enterprise.

8. Develop an incident response plan: Provide an action plan in case of data security incidents such as leakage or unauthorized access to digital doubles.

9. Control and monitoring: Create control and monitoring mechanisms for digital twins to promptly identify and respond to any problems or threats to data security.

According to the results of the analysis, it becomes clear that digital twins represent a significant potential for accounting for work-in-progress at the enterprise. They make it possible to improve the efficiency of accounting processes, provide more accurate and up-to-date information on the status of work in progress, as well as increase transparency and efficiency of management decision-making. However, in the course of the study, some limitations and problems were also identified when using digital doubles to account for work in progress. Among them, we can highlight the need for highly qualified personnel involved in the process of implementing and using digital twins, as well as the complexity of integrating new technology into existing enterprise information systems.

The prospects for development in this area include the possibility of further improvement of digital twin technologies and their adaptation to specific accounting needs. It is also important to pay attention to personnel training and the development of methodologies for the successful implementation and use of digital twins in enterprises. Further research in these areas will allow us to more fully unlock the potential of digital twins for accounting for work-in-progress at the enterprise and develop practical recommendations for their successful implementation.

References

1. Павлов, Ю. А. Основы автоматизации производства : учеб. пособие – Москва : Нац. исследоват. технолог. ун-т «МИСиС», 2017. – 280 с.
2. Схиртладзе, А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств : учеб. пособие / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. – Саратов : Вузовское образование, 2015. – 459 с.
3. Кулагин, В. Digital@Scale: настольная книга по цифровизации бизнеса / В. Кулагин, А. Сухаревски, Ю. Мефферт. – Москва, 2019. – 296 с.

4. Баранов, А. Инструменты бережливого производства : пер. с англ. / А. Баранов, Э. Башкардин, С. Турко. – 9-е изд. – Москва : Альпина Паблишер, 2024. – 125 с.

5. Шидловский, С. В. Автоматизация технологических процессов и производств : учеб. пособие. – Томск, 2005. – 100 с.

Д. Н. Крылова, магистрант

Кафедра «Информационные системы»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Анализ преимуществ и ограничений применения цифровых двойников для учета незавершенного производства на предприятии

Исследование оценивает потенциал применения цифровых двойников для учета незавершенного производства на предприятиях. В статье рассматривается определение и роль цифровых двойников, а также значение незавершенного производства для предприятий. Проанализированы преимущества использования цифровых двойников, включая повышение эффективности учета и управленческих решений, а также ограничения и проблемы их применения. Исследование предлагает перспективы развития и направления для дальнейшего изучения.

Ключевые слова: цифровой двойник, незавершенное производство, интернет вещей, эффективность распределения ресурсов, запасы, автоматизация, интеграция.

К. А. Куликов, магистрант
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Проблемы управления зависимостями в программном обеспечении и способы их решения

В статье проводится краткий обзор проблем, возникающих при управлении библиотечными зависимостями в программном обеспечении. Рассматриваются несколько подходов к управлению зависимостями, выявляются преимущества и недостатки этих подходов и то, какие проблемы они решают.

Ключевые слова: управление зависимостями в программном обеспечении, менеджер пакетов, вендоринг, библиотека, пакет.

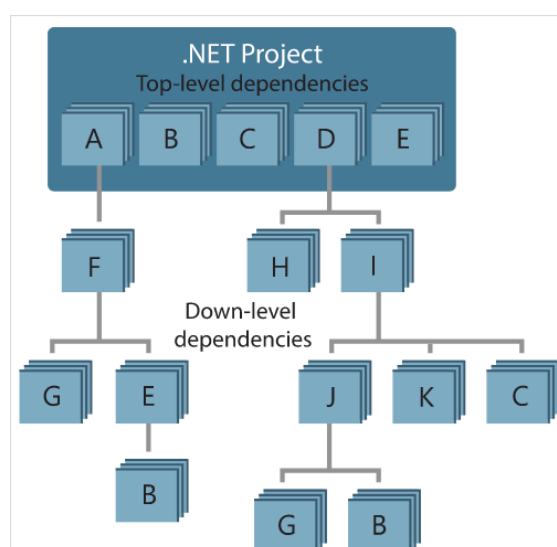
Введение

Практически любой современный программный продукт зависит от различных пакетов и библиотек. Это упрощает и ускоряет разработку ПО за счет повторного использования кода, возможности сосредоточиться на основном функционале разрабатываемой системы, а не на низкоуровневых компонентах, которые уже когда-то изобрели другие разработчики. Однако с ростом числа зависимостей в проектах появляется ряд проблем, обобщенно называемых адом зависимостей (англ. *Dependency hell*) [1]. Для того чтобы управлять зависимостями программ, а также бороться с проблемами *Dependency hell*, существует несколько подходов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки, а значит выбор подхода должен зависеть от специфики конкретного продукта.

Виды зависимостей

Различают два типа зависимостей: прямые и транзитивные. На прямую зависимость разрабатываемый проект ссылается явно. Транзитивные – это те, на которые ссылаются прямые зависимости. Проект может не содержать явных ссылок на транзитивную зависимость, но фактически будет от нее зависеть [2].

На рисунке наглядно изображена схема того, как выглядят зависимости у проекта.



Пример зависимостей проекта

Здесь прямые зависимости обозначены как Top-level dependencies, а транзитивные – как Down-level dependencies. На этом примере также можно увидеть, что на одну и ту же зависимость может быть несколько ссылок, например, на зависимость *B* есть одна прямая ссылка и две транзитивные [3].

Основные проблемы

У работы с зависимостями можно выделить следующие категории проблем:

- Конфликт версий – ситуация, когда два пакета, от которых зависит разрабатываемый продукт, транзитивно ссылаются на один и тот же пакет разных версий. Это особенно плохо, если между версиями сломана обратная совместимость, ведь если в проект добавить только одну из версий, то код, ссылающийся на другую, может просто не работать.

- Баги и уязвимости. Различные версии одного и того же пакета могут содержать в себе различные проблемы с безопасностью, а также обычные баги. Поэтому после обновления какой-либо из зависимостей в идеале нужно еще протестировать работу системы хотя бы на самые очевидные баги и уязвимости. Из-за этого некоторые разработчики могут долго не обновлять зависимости в своих проектах, что, в свою очередь, тоже в какой-то степени является проблемой, особенно если разработчикам необновляемых пакетов приходится из-за этого поддерживать очень старые версии своих пакетов.

- Проблема лицензий. Необходимо отслеживать совместимость лицензий всех зависимостей, включая транзитивные.

Подходы к управлению зависимостями

Выделим три основных подхода к управлению зависимостями:

- использование менеджера пакетов;
- вендоринг;
- гибридный подход.

Рассмотрим по отдельности каждый из них.

Использование менеджера пакетов

Наиболее простой и распространенный подход. Практически вся работа по управлению зависимостями возложена на специальный инструмент для управления зависимостями – менеджер пакетов. Обычно менеджеры пакетов интегрированы в платформу разработки. Среди самых популярных можно отметить Npm, Yarn, Nuget, Pip, Maven, Gradle и др.

Основные принципы работы менеджера пакетов:

- Библиотеки (и другие инструменты) упаковываются в пакеты.
- Каждый пакет, помимо самого содержимого (библиотеки) включает также метаданные, в которых содержатся уникальный идентификатор, версия пакета, ссылки на другие пакеты (транзитивные зависимости).

- Чаще всего пакеты размещаются в едином хранилище (репозитории пакетов), которые могут быть глобальными или только в рамках предприятия.

- Проекты, которым требуются зависимости, просто указывают нужный пакет (по его идентификатору) и, возможно, допустимую версию.

Менеджер пакетов обрабатывает информацию по тому, какие пакеты каким проектам нужны, какие у них есть транзитивные зависимости, выкачивает требуемые пакеты и устанавливает (делает доступными коду проекта).

Преимущества использования:

- так как чаще всего пакеты публикуют библиотеки в виде готовых, скомпилированных артефактов, то на стороне потребителя не нужны никакие ухищрения для сборки (например, библиотеке может требоваться специализированная версия компилятора);

- разделение ответственности (обновлять версии пакетов будет автор или специальный maintainer), а не потребители;

- уменьшение размера кода в репозитории;

- простота использования, практически весь нужный функционал работает «из коробки»;
- у некоторых менеджеров пакетов есть механизмы по обнаружению уязвимостей;
- легко управлять версиями: чтобы проверить новую версию какого-нибудь пакета, достаточно указать в зависимостях проекта, другую версию и пересобрать проект и, если что-то пошло не так, достаточно просто вернуться к ранее указанной версии.

Недостатки:

- не всегда есть возможность стандартными средствами разрешить конфликты транзитивных зависимостей;
- почти невозможно контролировать код, из которого фактически будет состоять программа, т. к. пакеты устанавливаются напрямую в скомпилированном виде;
- «закрепление» версий зависимостей обычно приводит к тому, что разработчики годами не обновляют пакеты, даже если выходят какие-нибудь важные обновления безопасности.

Основная проблема этого подхода в том, что если зависимостью является какая-то библиотека, разрабатываемая соседней командой, то возрастают затраты на поддержку актуальности. То есть если есть необходимость в постоянной актуальности зависимостей от других команд, то затраты на публикацию версий начинают сильно расти, но при этом нужна только последняя версия. Так мы плавно подошли к рассмотрению следующего подхода.

Вендоринг

Вендоринг – это способ управления зависимостями, при котором исходный код всех сторонних библиотек хранится вместе с исходниками самого продукта [4]. Благодаря этому проблемы по конфликту версий сходят на нет – весь код и так лежит в одном месте, и если есть несовместимости, то их можно исправить прямо в коде. Однако держать в своей кодовой базе большое количество зависимостей очень ресурсозатратно, поэтому для того чтобы использовать вендоринг, нужны веские причины.

Преимущества:

- позволяет избежать конфликтов зависимостей;
- позволяет быстро делать фиксы и улучшения функциональности в зависимостях;
- сборка работает одинаково на разных машинах разработчиков.

Недостатки:

- отсутствие готовых инструментов, таких как менеджеры пакетов, для простого управления зависимостями при таком подходе;
- долгая сборка проекта;
- большой размер репозитория;
- зависимость от средств сборки вендорных библиотек;
- быстро устаревающие зависимости от сторонних библиотек.

Некоторые из недостатков можно нивелировать, немного усложнив подход. Например, необязательно все хранить в монорепозитории, а можно разбить его на несколько. Чтобы сократить время сборки, можно ввести кэш для модулей, в которых изменения не происходят или происходят редко. Но нужно помнить, что любое усложнение будет требовать еще больших ресурсов на поддержку.

Гибридный подход

Гибридный подход сочетает в себе черты обоих предыдущих подходов. Основная его идея в том, чтобы держать в репозитории или репозиториях только такие библиотеки, которые разрабатываются разными командами одного и того же большого продукта. Остальные же сторонние зависимости в этом подходе управляются с помощью менеджера пакетов. Таким образом можно решить проблему обновления критично важных библиотек – в любой сборке будут всегда актуальные библиотеки, написанные другими командами.

Преимущества:

- удобное управление сторонними зависимостями с помощью менеджера пакетов;
- всегда актуальные версии вендорных зависимостей.

Недостатки:

- непростая реализация подхода;
- остаются возможными конфликты зависимостей, установленных менеджером пакетов.

Плюсы и минусы, которые вбирает в себя подход от двух предыдущих, здесь не указаны, акцент делается именно на индивидуальных качествах. Важно, чтобы у команд, чьи зависимости устанавливаются вендорно, были быстрые коммуникации. Это нужно для оперативного реагирования в случае, когда одна команда может сломать сборку/занести критичный баг другой команде.

Заключение

Итак, мы рассмотрели проблемы управления зависимостями в программных проектах, а также три популярных способа управления с их преимуществами и недостатками. Разумеется, невозможно найти «серебряную пулю» для всех проблем, всегда придется с чем-то мириться. Поэтому к выбору подхода управления зависимостями стоит относиться с умом и принимать взвешенное решение, обоснованное фактами. В большинстве случаев стоит применять менеджеры пакетов из-за простоты их использования, а также богатого инструментария, который они предоставляют. Вендоринг и гибридный подход тоже имеют место быть, но они больше подходят для довольно больших корпораций с большой кодовой базой при их готовности вкладываться в собственную инфраструктуру управления зависимостями.

Список использованных источников и литературы

1. Boldare. – URL: <https://www.boldare.com/blog/software-dependency-hell-what-is-it-and-how-to-avoid-it/#what-is-software-dependency?-what-is-dependency-hell?-definiton> (дата обращения: 07.04.2024);
2. Mend.io. – URL: https://www.mend.io/blog/dependency-management-a-guide-and-3-tips-to-keep-you-sane/#Dependency_management_defined (дата обращения: 07.04.2024);
3. Learn.microsoft.com. – URL: <https://learn.microsoft.com/en-US/nuget/what-is-nuget> (дата обращения: 17.04.2024)
4. Activestate.com. – URL: <https://www.activestate.com/blog/outsourced-dependency-vendoring/> (дата обращения: 15.04.2024);

K .A. Kulikov, Master's Degree Student
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Dependency management problems in software and ways to solve them

The article provides a brief overview of the problems encountered in managing library dependencies in software. Several approaches to dependency management are considered, the advantages and disadvantages of these approaches are identified and what problems they solve.

Keywords: software dependency management, package manager, vendoring, library, package.

П. М. Кургузкин, аспирант

Г. А. Благодатский, доктор технических наук, профессор

М. М. Горохов, доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой

Кафедра «Информационные системы»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Структура и возможности информационно-аналитической системы оценки экологического состояния природно-технических систем

Переход на модель устойчивого развития на национальном и региональном уровнях приводит к необходимости экологического регулирования хозяйственной и иной деятельности на соответствующих территориях. Речь идет не только об ограничении техногенного воздействия на окружающую среду, но и об экологической безопасности в комплексном понимании этого термина: создание комфортных условий проживания населения, с одной стороны, и сохранение возможности самовосстановления исходных экосистем – с другой. Достижение экологически безопасного состояния территорий связано с планированием и реализацией административных, организационных, технических и технологических мероприятий природоохранной направленности, объединяемых понятием «экологическое регулирование». Эффективность указанных мероприятий в значительной степени зависит от полноты и достоверности информации о ретроспективном и текущем состоянии окружающей среды. Отсюда следует, что экологический мониторинг является важнейшей составляющей экологической безопасности и играет роль информационной основы экологического регулирования.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, экологический мониторинг, природно-техническая система.

Переход на модель устойчивого развития на национальном и региональном уровнях приводит к необходимости экологического регулирования хозяйственной и иной деятельности на соответствующих территориях. Речь идет не только об ограничении техногенного воздействия на окружающую среду, но и об экологической безопасности в комплексном понимании этого термина: создание комфортных условий проживания населения, с одной стороны, и сохранения возможности самовосстановления исходных экосистем – с другой. Достижение экологически безопасного состояния территорий связано с планированием и реализацией административных, организационных, технических и технологических мероприятий природоохранной направленности, объединяемых понятием экологическое регулирование. Эффективность указанных мероприятий в значительной степени зависит от полноты и достоверности информации о ретроспективном и текущем состоянии окружающей среды. Отсюда следует, что экологический мониторинг является важнейшей составляющей экологической безопасности и играет роль информационной основы экологического регулирования.

В качестве объекта экологического регулирования рассматривается природно-техническая система (ПТС) [1–3]. В соответствии с определением ПТС включает в себя природную и техногенную составляющие, то есть исходные биогеоценозы и размещенные на их территориях объекты хозяйственной и иной деятельности.

Сложность природно-технической системы как объекта определяется разнообразием происходящих в ней процессов, множественностью связей между ее элементами. Техногенная составляющая ПТС является ведущей по уровню воздействия, как правило, негативного, на остальные элементы системы. Уровень этого воздействия в большинстве случаев превышает компенсаторные возможности природной среды. Поэтому анализ взаимодействия техногенного объекта и окружающей среды в составе ПТС является важнейшим этапом создания механизмов экологического регулирования. С учетом изложенного объектом исследова-

ния в настоящей работе является природно-техническая система в контексте взаимодействия ее техногенных и природных элементов.

В рамках такого подхода мониторинг окружающей среды играет роль специально организованного канала обратной связи (рис.1) для информации о последствиях техногенного воздействия на объекты живой и неживой природной среды.



Рис. 1. Экологический мониторинг как канал обратной связи

Оценка экологического состояния ПТС строится на результатах анализа количественных показателей техногенных объектов и объектов окружающей среды. Сложности подобного анализа связаны с множественностью и разнообразием таких показателей, различием их размерности, а также с наличием качественных показателей, не имеющих размерности. Характерной особенностью информационных массивов является также их разреженность, связанная с ограниченной чувствительностью используемых приборов и методов количественного анализа и возможным изменением количества пунктов пробоотбора и его периодичности.

Получение полной и достоверной оценки экологического состояния ПТС связано с обработкой многомерных массивов данных мониторинга. В процессе такой обработки, получившей название разведочного анализа данных (exploratory data analysis) [4, 5], выявляются внутренние связи ПТС, определяются основные факторы, влияющие на состояние окружающей среды, формируются адекватные критерии оценки этого состояния.

Решение указанных задач возможно только на основе использования современных информационных технологий хранения, обработки и оперативного анализа данных. В последние годы подобные технологии интенсивно развиваются, о чем свидетельствует рост публикаций и предложений в области информационных платформ и систем принятия решений на основе анализа данных экологического мониторинга [6–8]. Вместе с тем примеры практического внедрения и использования современных информационных технологий в текущей деятельности государственных и муниципальных природоохранных органов, а также специализированных организаций в сфере мониторинга окружающей среды не столь многочисленны.

Достаточно указать, что результаты экологического мониторинга объектов по уничтожению химического оружия на территории Удмуртской Республики формируются и хранятся в виде массивов данных в формате Excel, которые используются для выявления точек с максимальными концентрациями загрязнителей. При этом оценка уровня загрязнения природных сред осуществляется путем сравнения концентраций отдельных (маркерных) веществ с их предельно допустимыми концентрациями. Подобный подход ограничивает использование информационного потенциала массивов данных экологического мониторинга и затрудняет проведение комплексного разведочного анализа.

Таким образом, предметом настоящего исследования является проблемно ориентированные программно-инструментальные средства анализа данных и информационной поддержки экологического регулирования ПТС. Цель исследования состоит в разработке научно обоснованного подхода к информационному обеспечению экологического регулирования ПТС.

Структура данных, необходимых для анализа отдельной природно-технической системы, показана на рис. 2. Под данными здесь и далее понимаются характеристики техногенного объекта в контексте его воздействия на окружающую среду и показатели состояния окружающей среды, включая уровень ее загрязнения и состояние биоты как результат этого воздействия.



Рис. 2. Экологические показатели природно-технической системы

Приведенные на рис. 2 показатели привязаны к координатам источников загрязнения и пунктов мониторинга (точкам пробоотбора и биологическим площадкам). Кроме координат в базу данных включаются также климатические характеристики территории, справочные данные в виде характеристик почвенного покрова, перечней предельно-допустимых концентраций загрязнителей, а также другая необходимая информация.

С учетом длительности функционирования техногенных объектов и непрерывного характера мониторинговой деятельности информационные массивы характеризуются не только разнообразием показателей, но и постоянно возрастающими объемами. С учетом изложенного достижение сформулированной выше цели исследований требует решения следующих задач:

1. Создание системы хранения и оперативного анализа данных экологического мониторинга природно-технической системы.
2. Разработка алгоритмов построения интегральных показателей экологического состояния ПТС.
3. Оценка и прогноз экологического состояния ПТС при заданных уровнях техногенной нагрузки.
4. Оценка связи между показателями загрязнения природных сред и показателями состояния растительного и животного мира.
5. Определение критических показателей загрязнения природных сред по уровню негативных изменений в экосистемах.

Список использованных источников и литературы

1. Бондарик, Г. К. Экологическая проблема и природно-технические системы. – Москва : Икар, 2004. – 152 с.
2. Экологическая энциклопедия : в 6 т. / редкол. : В. И. Данилов-Данильян, К. С. Лосев и др. – Т. 5. П-С. – Москва : Энциклопедия, 2011. – 448с.
3. Суздалева, А. Л. Создание управляемых природно-технических систем. – Москва : Энергия, 2016. – 160 с.
4. Маунт, Дж. Погружение в аналитику данных : пер. с англ. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. – 224 с.

5. Грас, Д. Data Science. Наука о данных с нуля : пер с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. – 416 с.
6. Соколова, О. Д. Аналитический обзор современных информационных технологий в области сбора, обработки и анализа данных, применяемых для мониторинга атмосферного воздуха / О. Д. Соколова, А. В. Матерухин // Проблемы информатики. – 2020. – № 1. – С. 25–34.
7. Облачная платформа управления данными биомониторинга проекта Комиссии ООН по воздуху Европы / Н. А. Кутовский, А. В. Нечаевский, Г. А. Ососков, А. В. Ужинский, М. В. Фронтасьева // Геоинформатика. – 2017. – № 2. – С. 11–16.
8. Ужинский, А. В. Интеллектуальная платформа экологического мониторинга // Открытые системы. – СУБД. – 2021. – №2. – С. 21–23.

P. M. Kurguzkin, Post-graduate
G. A. Blagodatsky, DSc in Engineering, Professor
M. M. Gorokhov, DSc in Physics and Mathematics, Professor, Head of the Department
Department of Information Systems
Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov

Structure and capabilities of the information and analytical system for assessing the ecological state of natural engineering systems

The transition to a model of sustainable development at the national and regional levels leads to the need for environmental regulation of economic and other activities in the respective territories. We are talking not only about limiting the technogenic impact on the environment, but also about environmental safety in the integrated understanding of this term: creating comfortable living conditions for the population, on the one hand, and preserving the possibility of self-restoration of the original ecosystems, on the other. The achievement of an environmentally friendly state of the territories is associated with the planning and implementation of administrative, organizational, technical and technological environmental measures, united by the concept of environmental regulation. The effectiveness of these measures largely depends on the completeness and reliability of information about the retrospective and current state of the environment. It follows that environmental monitoring is an essential component of environmental safety and plays the role of an information basis for environmental regulation.

Keywords: information and analytical system, environmental monitoring, natural and technical system.

П. П. Лугачев, старший преподаватель
Кафедра «Программное обеспечение»
Е. В. Шулакова, старший преподаватель
Кафедра «Менеджмент»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Методика планирования с применением статистики, влияния факторов, путевогодителя по семантике определений принятия решений в стратегиях

В статье ставится цель кратко описать планирование на основе мониторинга, статистики, путевогодителя по семантике понятий принятия решений в стратегиях. Этот комплекс поможет по-новому посмотреть на, казалось бы, известные факты. Путеводитель также поможет более точно и верно описать процесс выявления факторов создания комплекса деревьев причинно-следственных связей факторов, деревьев решений, деревьев целей как основы стратегического плана.

Ключевые слова: путеводитель по понятиям планирования, сочетание факторов, дерево причинно-следственных связей факторов, дерево решений, дерево целей, стратегический план, система показателей реализации стратегии, комплексный стратегический контроллинг, сценарии.

Организации при создании плана необходимо сформулировать цели. Для создания целей нам необходимо найти факторы, которые помогут начать создание дерева причинно-следственных связей

Влияние факторов. Найти и сформулировать факторы, их явную зависимость, влияние в настоящем и возможном будущем – это главная цель, задача собственно самого процесса планирования. Пример, классика жанра – рост объемов продаж продуктов питания в декабре, явно выраженная сезонность. Еще пример – обладание технологией, которая является уникальной и которую сложно или невозможно создать конкурентам в ближайшие годы. Это также фактор, описывается термином, так называемое защищенное конкурентное преимущество. Оно, собственно, и позволит долго и успешно существовать компании, это и есть основа стратегического плана, его главный фактор. Логическим следствием, продолжением дерева причинно-следственных связей является *дерево решений*. Мы делаем акцент на том, что *SWOT* или *СС А-В У*, где *S* – сильные стороны, *W* – слабые стороны, *O* – альтернативные возможности, *T* – угрозы или риски, не просто матрица сравнений и специальная таблица решений. Она, таблица *SWOT*, по определению изначально методически дает нам альтернативные возможности, мы изначально в таблице начинаем формировать дерево решений. Возможна не только классификация факторов по *N-PEST*, где *N* – природа и климат, *P* – политика, *S* – социальные факторы, *T* – технологические факторы.

Дополнительные к *N-PEST*-факторам такие группы факторов, как:

- факторы соотношения альтернативных целей плана и их фактическая основа, мониторинг, собственная статистика в условиях неполноты информации;
- факторы влияния тех или иных отделов организации, ЛПР, учета мнения заинтересованных сторон, коллективность при создании дерева решений, учет инициативности любого сотрудника;
- факторы уникальных особенностей нашей среды, климата – порядка 16 климатических областей, нашего рынка, их учет в страновых рисках;
- фактор степени формализации деятельности персонала, следования регламентам, что ярко видно на примерах стран юго-восточной Азии, нашего опыта;
- фактор соотношения индукции информации из фактов и концепций, теорий;

- факторы синхронности изменений, многокритериальности, а значит, системы зависимых формул и показателей при целях, наглядности формул для ЛПР;
- классические факторы, контролируемые и неконтролируемые: объемы производства и продаж, виды издержек, наличие собственных технологий, управление качеством, страновые риски в целом, инфляция, дисконтирование, BERI.

Сгруппируем факторы в единое целое, покажем их возможность стать смысловыми измерениями на осях (рис. 2). Сгруппировать нам поможет *путеводитель по семантике определений, понятий планирования организаций*. Соединенные факторы дополняют имитационную модель на рис. 1. Примеры деревьев причинно-следственных связей экономических проблем компании и *дерева решений* смотрите у М. В. Грачевой [1]. Они часть путеводителя.

Путеводитель. Сам путеводитель – это набор, перечень классификации определений, понятий и моделей указанных далее авторов в области планирования с добавлением понятий и определений авторов данной публикации. Путеводитель – не только стандартные знания, декларативные и процедуральные, а более важные знания, вносящие понимание и устраняющие путаницу на данном этапе накопления человеческих знаний. Знания именно путеводителя не формализованы в компьютерные модели знаний, но понятно, что часть знаний конечно же уже имеет компьютерные модели.

Основы такого путеводителя изложены в книгах А. Ф. Кочнева (цели – основа плана, в книге «Системный менеджмент» – отличие бизнес-плана проекта от стратегии), А. Н. Романова, Б. Е. Одинцова (у них есть определение факторного анализа [7]), Н. Д. Стрекаловой («Бизнес-планирование», а также в работе [9] таблица классификации бизнес-планов, определение стратегического плана, бизнес-плана – предпринимательской стратегии, бизнес-плана инвестиционного проекта, их сходство и различие), В. Трофимова (определения дерева целей и задач, детерминированного факторного анализа), М. В. Грачевой [1] (определение сценария и рисков, деревьев решений и деревьев причинно-следственных связей, коэффициентов эластичности главных показателей проекта).

Путеводитель по семантическим понятиям планирования организаций имеет и другое определение, менее строгое – путеводитель по «семантическим джунглям». Словосочетание «семантические джунгли понятий» применяет профессор Н. Д. Стрекалова в книге «Бизнес-планирование» на стр. 19, авторы данной публикации немного переформулировали и дополнили словосочетание Н. Д. Стрекаловой. Работы вышеуказанных авторов, особенно М. В. Грачевой, А. Ф. Кочнева, Н. Д. Стрекаловой, помогают внести ясность в понятия и определения, зачастую очень отличающиеся у тех или иных авторов. Девиз путеводителя – известное высказывание: «В слове, факте содержится больше информации, чем хотят сказать, и больше, чем желают услышать». Возможны добавления, в том числе авторов данной публикации.

Факторы соединяются и дают известное сочетание логики намерений и логики обстоятельств. Факторы *N-PEST* – это не столько циклы соответствия глобальным циклам технологических укладов, циклов цивилизаций или циклов Ф. Броделя, сколько сочетание факторов, описывающее длительный, стратегический цикл производства – лесное хозяйство, судостроение, его группы проектов или производство тепловозов, зависящее от строительства железных дорог, больших мостов, это годы и десятки лет. По известному высказыванию, «каждый исторический период можно оценивать как встроенный в длинную историю» – существования экономики и цивилизации. Пример исторической производственной закономерности и длительности действия фактора – судостроение в г. Охотске в прошлом и сейчас на Дальнем Востоке.

Сценарии и имитационная модель.

Итак, приходим от сочетания факторов – до *SWOT* и *N-PEST*-анализа – к сочетанию описывающих зависимости факторов показателей инвест-проекта, стратегии, а значит, сценариев по М. В. Грачевой.



Рис. 1. Свойства, особенности имитационной модели в предметной области стратегического планирования и принятия решений



Рис 2. Дерево решений H_{so} – аналог дерева К. Омаэ с коэффициентами эластичности в сочетании с измерениями на осях

Далее дерево решений со сценариями и, возможно, другими инвест-проектами, это имитационная модель. Имитационная модель – более общий метод при сопоставлении со специфическим понятием бизнес-модели по Н. Д. Стрекаловой.

Детализируем имитационную модель. На основе вычисления имитационной модели создаем дерево решений Hso – аналог дерева К. Омаэ [3] с коэффициентами эластичности [1] в сочетании с измерениями на осях как часть имитационной модели. Основа выявления факторов – собственная статистка, мониторинг.

В дереве – аналоге Омаэ преобладают расчетные показатели на основе статистики, мониторинга, а также экспертные, качественные. Расчеты – это результаты имитационного моделирования в программах бизнес-приложений. Классический принцип сценарного планирования – оптимистический, пессимистический и реалистический сценарии также учитываются, вычисления основываются на более пессимистическом варианте, учитываем риски. Коэффициенты эластичности могут быть посчитаны при синхронном изменении входных показателей и их влиянии на главные показатели проекта. В имитационной модели надо учитывать и такие особенности, как возможность недостоверности исходных данных по М. В. Грачевой, а также большая длительность проекта и связанного с этим периода моделирования по М. В. Грачевой [1].

Синхронность. Синхронность при изменении входных показателей в расчетах стратегии показана в предыдущих публикациях авторов [5] и у Н. Д. Стрекаловой. Блок-схема на рис. 3 выглядит просто, но в реальности получить информацию в компании не просто сложно, а очень сложно.

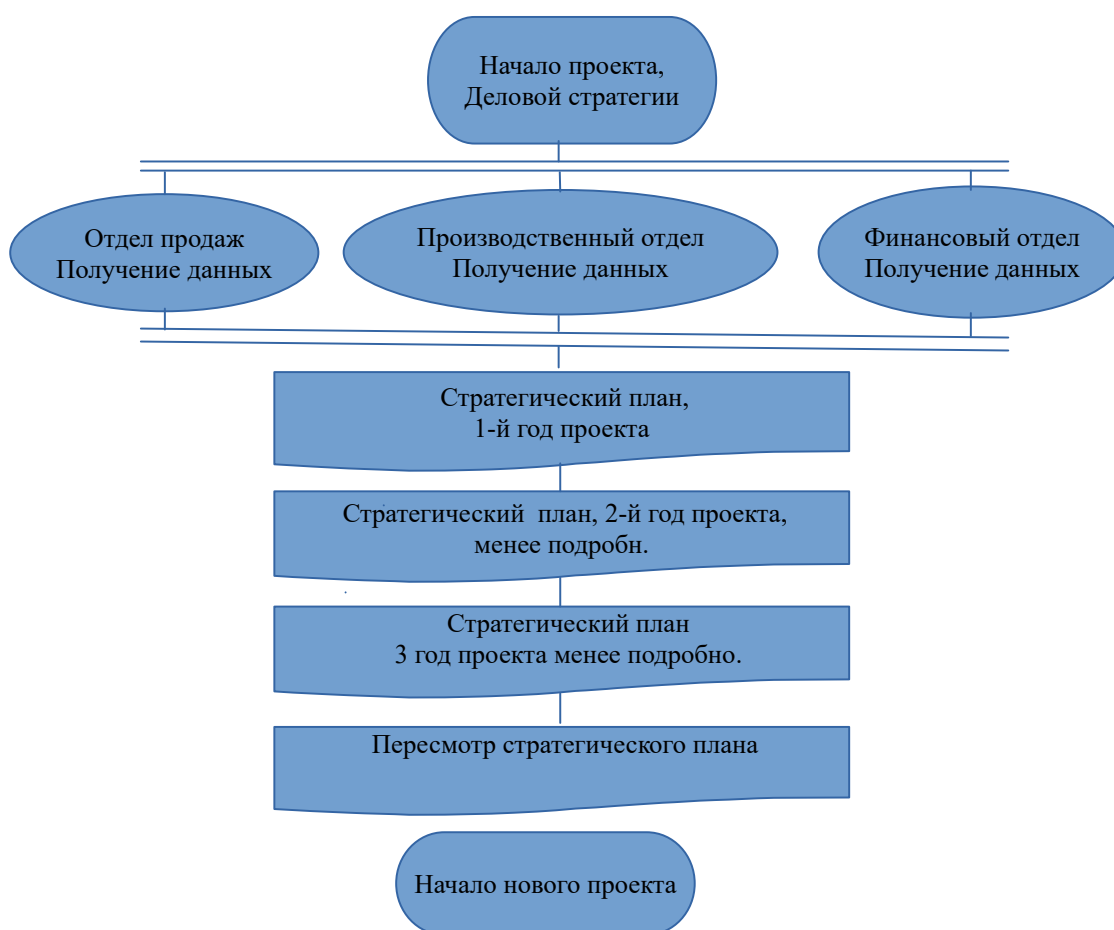


Рис. 3. Синхронность при планировании

Эта сложность получения информации известна из многолетнего опыта создания инвест-проектов и стратегий, в частности стратегических планов технологической модернизации компаний в России, включая технологический аудит. Блок-схема рис. 3 может быть детализирована,

промоделирована с помощью сетей Петри [5]. Если определяется, создается стратегический план, то необходим скользящий горизонт планирования, пересмотр плана каждый год.

Выявление зависимостей

Первый шаг в выявлении зависимостей: зависимость и анализ влияния факторов являются на основе статистики, мониторинга, а затем имитационного моделирования.

Явную зависимость факторов можно описывать теми или иными способами, моделями (смотрите рис. 1 и 2):

- анализом влияния факторов по В. Трофимову, А. Н. Романову, Б. Е. Одинцову, созданием аналога дерева Ишикавы;

- деревом решений как итогом анализа факторов – аналогом дерева К. Омаэ на основе статистики с коэффициентами эластичности по М. В. Грачевой, но модернизированными (рис. 2), с синхронным изменением нескольких входных показателей, учесть синхронность процессов планирования и реальной ситуации можно с помощью сетей К. Петри [5]. Дерево решений задает *систему сложных формул*;

- подбором методик под задачу, например, учитывающих производственные факторы. Их можно адекватно описать с помощью методик планирования в зависимости от того, какое производство – единичное, серийное или массовое.

Выбор методики создания инвестиционного проекта либо деловой стратегии, либо стратегического плана можно сделать с помощью путеводителя по семантике понятий планирования, в частности книги Н. Д. Стрекаловой «Бизнес-планирование».

Детальнее опишем сложные формулы.

Дерево решений задает *группу, множество сложных формул*. Здесь термин «сложный» не означает отсутствие наглядности, он означает следующее: каждая *формула имеет входные показатели, которые, в свою очередь, зависят от других факторов*. Сама по себе формула с виду должна быть именно простой и наглядной, иначе она не применима в реальном управлении.

Например, маржинальная прибыль по проекту, по товарной группе:

$$\Pi_m = V(\Pi - \text{Пер. изд.}), \quad (1)$$

где Π_m – маржинальная прибыль по проекту, по товарной группе; Π – цена с н.д.с. по товарной группе; V – объем продаж за проект ($V(x_1, x_2, \dots, x_n)$), который зависит от сезонности; Пер. изд. – переменные издержки.

Сама по себе формула должна быть простой и наглядной, но формул с возможными зависимостями друг от друга порядка 25, формулы – это показатели при целях. Их не так много, поскольку главного не может быть много при принятии решений. Формулы задаются в процессе создания дерева решений (рис. 2). Это следует из логики управления, реальности. Зависимость факторов указывается только явная. Количество формул при целях определяется далее по определению – количеством целей (см. формулу (2)).

Итак, зависимость формул, показателей преимущественно вычисляется в процессе имитационного моделирования. Возможны и явные, аналитические зависимости. Моделирование осуществляется на основе смыслов путеводителя, анализа влияния факторов и собственной статистики, скользящего, синхронного планирования, а также сетей Петри, коэффициентов эластичности и деревьев решений – аналогов схемы К. Омаэ, методов принятия решений – например согласование критериев, задание важности альтернатив. Возможно и применение сети решений. Зависимости – смысловое наполнение дерева решений.

К дереву решений H_{so} прикладывается таблица влияния факторов по М. В. Грачевой.

Результат решения – дерево целей H_s как часть дерева решений. Оно может быть модернизировано в сетевую модель решений. По А. Ф. Кочневу, количество главных целей не должно быть слишком много.

$$15 \leq C_s \leq 25, \quad (2)$$

где C_s – количество главных целей стратегического плана.

Дерево целей может быть названо деревом целей и задач по В. Трофимову. Дерево целей может быть определено как базовый сценарий в системе сценариев.

Вывод

Имитационная модель, основанная на статистике и влиянии факторов и процессов синхронности, помощи путеводителя позволяет наглядно и в соответствии с реальностью формулировать цели, стратегические планы и отслеживать их исполнение.

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. Кленйнер, Г. Б. Сущность и структура стратегии предприятия. – Москва : Синергия, 2008.
3. Кузнецова, С. А. Современный стратегический анализ : учеб.-метод. пособие / Министерство науки и высшего образования РФ, Новосибирский государственный университет, Экономический факультет. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2020 .
4. Кузнецова, Е. Ю. Современный стратегический анализ. – Екатеринбург : Изд-во Уральского федерального университета. 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. Стрекалова, Н. Д. Модель компетенций государственных служащих – участников проектной деятельности в условиях цифровизации экономики // Менеджмент XXI века : формирование уверенной системы образования России : материалы XXII Междунар. науч.-практ. конф. РГПУ им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург, 2024. – С. 32–37 .

P. P. Lugachev, Senior Lecturer
Department of Software
E. V. Shulakova, Senior Lecturer
Department of Management
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Planning methodology using statistics, the influence of factors, a guide to the semantics of decision-making definitions in strategies.

The article aims to briefly describe planning based on monitoring, statistics, and a guide to the semantics of decision-making in strategies. This complex will help to take a fresh look at the seemingly well-known facts. The guide will also help to more accurately and correctly describe the process of identifying factors, creating a complex of trees of causal relationships of factors, decision trees, goal trees as the basis of a strategic plan.

Keywords: the guide to planning concepts, 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»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова
Е. В. Шулакова, старший преподаватель
Кафедра «Менеджмент»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Методики планирования и принятия решений на основе мониторинга, статистики, влияния факторов, путеводаителя, их применение в создаваемом и стандартном программном обеспечении

В статье ставится цель кратко описать применение планирования на основе мониторинга, статистики, путеводаителя по семантике понятий планирования в комплексе ПО. Этот комплекс поможет повысить эффективность планирования. Путеводитель является основой системы.

Ключевые слова: путеводитель по понятиям планирования, сочетание факторов, дерево причинно-следственных связей факторов, дерево решений, дерево целей, стратегический план, система показателей реализации стратегии, комплексный стратегический контроллинг, сценарии.

Методы, методики и алгоритмы планирования и принятия решений на основе мониторинга, статистики, влияния факторов, путеводаителя частично описаны, например, в публикации [5], в данной статье более подробно об их применении в известном программном обеспечении, ПО и собственных дополнениях к нему. Путеводитель по семантике понятий планирования – основа информационной базы для предлагаемого комплекса, информационной системы управления, состоящей из следующих элементов: Project – Expert с приложениями, в частности модуля «Что будет, если», ВРЕ24, Elma KPI, «Elma: Управление проектами», других модулей Elma – «Elma: Управление процессами», собственного ПО, базы данных и знаний, персонала [7]. Основы путеводаителя – в книге М. В. Грачевой [1] и др.

Применение статистики, данных мониторинга является основой для планирования. Конечно, статистику и вероятность можно получить не всегда, и они не дают абсолютно точных прогнозов, гарантий на будущее. Однако тенденции выявить позволяют. Пример – прогнозирование объемов сбыта. Пример стохастической сети и ее применения в стратегическом планировании – стохастическая сеть и ПО Института экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск [3].

Авторы данной публикации предлагают несколько иные, менее масштабные подходы, чем у Института экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук, они предназначены для малых и средних компаний. Особенности предлагаемых имитационных моделей для предметной области планирования и принятия решений смотрите в книгах М. В. Грачевой [1] и у авторов данной публикации.

По предлагаемой методике результат решения – *дерево целей* H_s [2], *базовый сценарий*.

Количество главных целей может быть и немного меньше или больше 25, но именно немного – несколько, главного не может быть много по логике планирования и управления и здравого смысла.

Дерево целей может иметь и альтернативы, сценарии в отличие от известной методики системы сбалансированных показателей (ССП, в английском варианте – BSC). Еще одно определение по В. Трофимову – *дерево целей и задач*.

Оно может быть создано с помощью ПО имитационного моделирования в бизнес-приложениях для стратегического планирования, инвестиционного проектирования, ком-

плексного контроллинга, более сложных – CPM-системах (corporate performance management), системах управления эффективностью бизнеса, в том числе с помощью внутренних языков систем.

Реализация методики в готовых системах.

Например, аналог схемы К. Омаэ, дерево целей и задач, может быть создано в модуле *Elma KPI* и известной системе *Project – Expert*. Методики и модели выбираются с помощью путеводителя по «семантическим джунглям» понятий планирования.

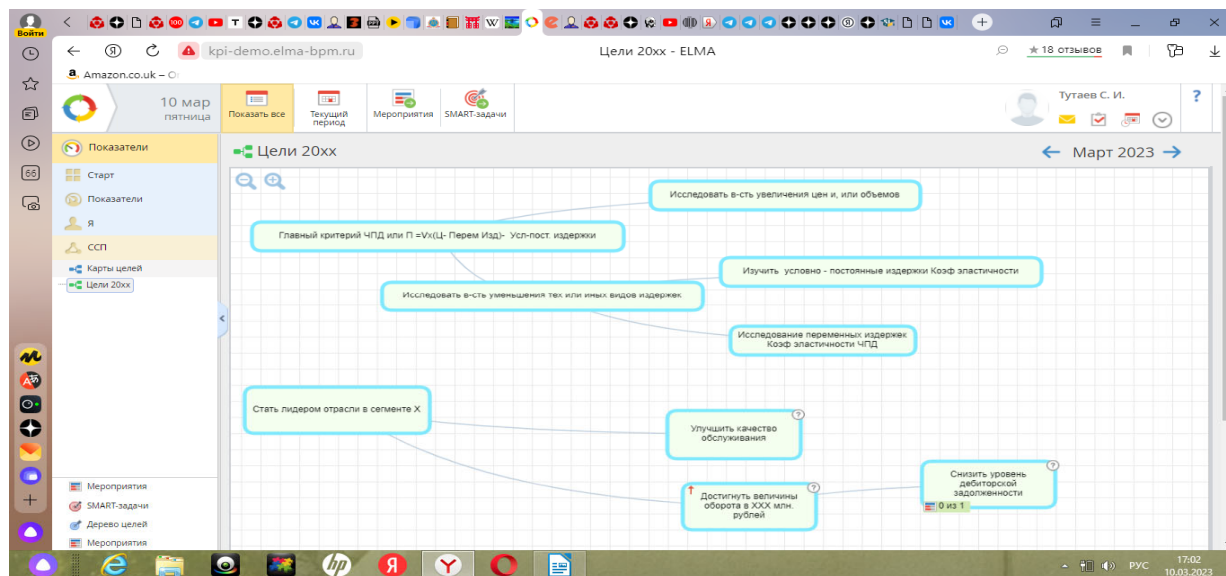


Рис. 1. Применение модуля Elma KPI

Для обоснования целей, вычисления целей можно применять известный программный продукт *Project – Expert*, в том числе приложение к нему – модуль «Что будет, если». Но само дерево целей там не создается. Можно применить и более простой веб-сервис *BPE 24*. В *BPE 24* нет модуля «Что будет, если», но есть шаблон бизнес-модели как дополнение к *Project – Expert*.

Инвестиционные проекты, деловые стратегии соответствуют целям дерева решений, дереву целей и задач по В. Трофимову, мероприятиям, базовому сценарию.

Каждая цель, инвест-проект, мероприятие имеет своего ответственного за проект из персонала управления компании, что задается в системе *Elma KPI*. То есть дерево целей связывается в системе *Elma KPI* с организационной структурой матричного типа и ответственными из этой структуры, а не просто создается для наглядности.

После создания дерева целей и задач в *Elma KPI* и *Project – Expert* возможно применение модуля «Elma: Управление проектами» с применением матричной системы, структуры управления компанией. Ленточная или ленточно-сетевая модель передается из *Project – Expert* или *ProjectLibre* в модуль «Elma: Управление проектами» в известном формате *MS Project* [7, 8]. Можно создать сетевую и ленточную модель проекта и непосредственно в модуле «Elma: Управление проектами».

Реализация на внутренних языках управленческих систем и в ОЛАП.

То, чего нет в вышеуказанных продуктах, дописывается на языках высокого уровня, внутренних языках систем, макросов в системах на основе ОЛАП-технологий. ОЛАП – онлайн-анализ процессов.

Применение гиперкубов рассматривает А. Ф. Кочнев, таблицы сопоставления изменений коэффициентов эластичности при решениях, таблицы влияния факторов по М. В. Грачевой можно найти в [1].

Методы и системы искусственного интеллекта пока применяются и предлагается применять и далее в задачах диагностики инвестиционных проектов, поиска типовых оши-

бок, например модуль «Экспертное заключение» *Project – Expert*, а также свои дополнения к этому модулю на внутреннем языке *Project – Expert*. Человек, лицо, принимающее решение, ЛПР считается главным, а система искусственного интеллекта применяется как дополнение к управленцу.

Реализация плана осуществляется с помощью российских методов реализации стратегии, методов начавших применяться еще в период существования КЕПС – комиссии по естественным производительным силам, частично это ССП, стандартного и вновь создаваемого, дополнительного ПО.



Рис. 2. Реализация методик

Ленточно-сетевая модель:

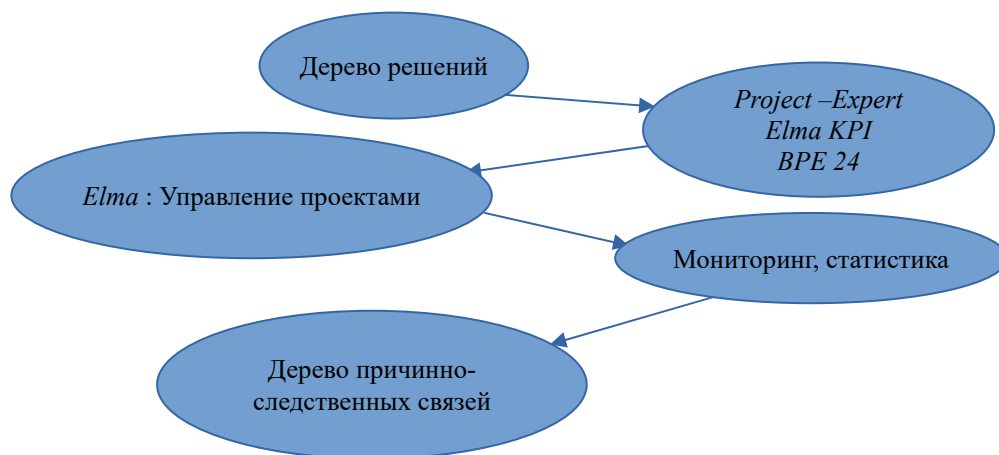


Рис. 3. Обмен данными

Технология *YandexGPT* пока только начала проверяться авторами данной публикации, язык *Prolog* представляется не во всем удобным для решения задач планирования.

Вывод

Создание собственных методов и алгоритмов как модернизации и дополнения существующих (в том числе имитационных) для планирования и управления позволяет учесть частные задачи и особенности конкретной компании. Их реализация в собственном ПО, дополнение, настройка известного ПО добавляет возможности и создает комплекс управленческого ПО: *Project – Expert*, *BPE 24*, *Elma KPI*, «*Elma: Управление проектами*», собственное ПО, что повышает эффективность планирования и 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. Кленйнер, Г. Б. Сущность и структура стратегии предприятия. – Москва : Синергия, 2008.

3. Кузнецова, С. А. Современный стратегический анализ : учеб.-метод. пособие / Министерство науки и высшего образования РФ, Новосибирский государственный университет, экономический факультет. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2020 .
4. Кузнецова, Е. Ю. Современный стратегический анализ. – Екатеринбург : Изда-во Уральского федерального университета. 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.

P. P. Lugachev, Senior Lecturer
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
E. V. Shulakova, Senior Lecturer
Department of Management
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Methods of planning and decision-making based on monitoring, statistics, the influence of factors, a guidebook, their application in the created and standard software

The article aims to briefly describe the application of planning based on monitoring, statistics, a guide to the semantics of planning concepts in a software package. This complex will help to increase the efficiency of planning. The guidebook is the basis of the system.

Keywords: the guide to planning concepts, 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.

А. М. Мазитов, магистрант
А. Г. Русских, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Оптимизация потребления памяти при изменении массива в РНР

Рассматривается метод оптимизации потребления памяти при изменении массива в РНР. Необходимость в этом методе вызвана особенностями поведения оптимизатора ядра РНР.

Ключевые слова: РНР, потребление памяти, массивы, оптимизация.

Массивы в РНР (как и в некоторых других языках программирования, применяемых для разработки веб-приложений) часто занимают довольно много памяти, в частности при выборке данных из базы данных. Потому особенно актуально рассмотреть некоторые особенности оптимизации потребления памяти во время их обработки ядром РНР.

В данной статье весь код выполнялся на РНР версии 7, т. к. эта версия наиболее популярна, хотя последняя доступная версия – РНР 8 (рис. 1).

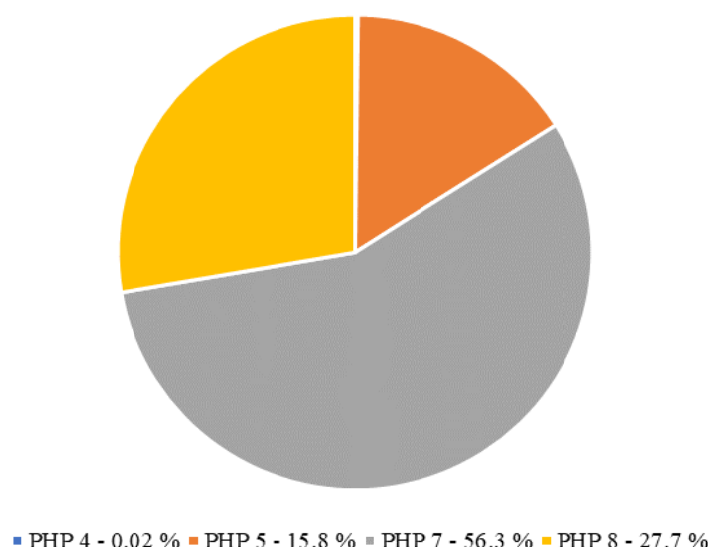


Рис. 1. Популярность используемых версий РНР

Прежде чем переходить непосредственно к методу оптимизации потребления памяти при изменении массива в РНР, стоит кратко рассмотреть механизм распределения памяти.

Переменная РНР хранится в контейнере, который называют `zval`. Этот контейнер хранит значение и тип переменной, а также 2 дополнительных бита информации. Один из них (`is_ref`) хранит булево значение, с помощью которого можно понять, это обычная переменная или ссылка.

Второй бит называется `refcount`, его значение указывает число имен переменных, ссылающихся на этот контейнер `zval`. Подобная информация крайне важна ввиду того, что в РНР можно самому создавать ссылки (используя оператор `&`) [2].

Код ниже выведет информацию о контейнере zval, созданном переменной:

```
<?php
    $var = "example";
    xdebug_debug_zval('var');
?>
```

Вывод кода, приведенного выше, выглядит следующим образом:

```
var: (refcount=1, is_ref=0)=example'
```

С составными типами данных (массивы и объекты) все несколько сложнее, они хранят свойства в своих таблицах имен. Код, приведенный ниже, создаст четыре контейнера zval:

```
<?php
    $arr = array( 'name' => 'Sharik', 'age' => 8, 'is_dog' => true);
    xdebug_debug_zval( 'arr' );
?>
```

Вывод приведенного кода будет примерно таким:

```
arr: (refcount=1, is_ref=0)=array (
    'name' => (refcount=1, is_ref=0)='Sharik',
    'age' => (refcount=1, is_ref=0)=8,
    'is_dog' => (refcount=1, is_ref=0)=true
```

На рис. 2 можно увидеть 4 контейнера (*arr*, *name*, *age* и *is_dog*). Пунктирной линией выделена таблица имен.

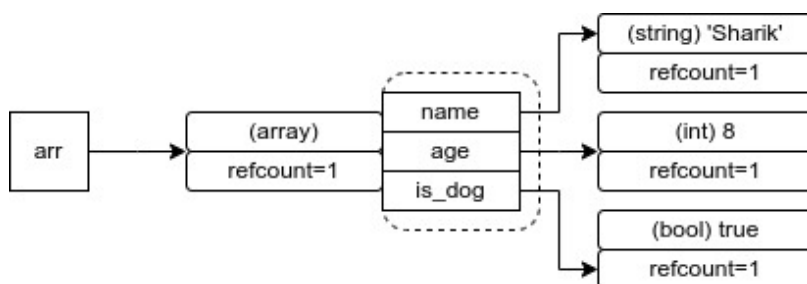


Рис. 2. Графическое представление хранения данных массива в PHP

Рассмотрев основные принципы устройства хранения данных о переменных и массивах в PHP, перейдем к причине необходимости оптимизации потребления памяти при изменении массивов.

В приведенном ниже коде происходит перебор элементов массива в цикле и их изменение. В нем функция `hash()`, которая генерирует хеш-код, используется для получения строки большого объема.

```
<?php
function getLongString() {
    return (hash('sha512','string'));
}
$a = array(getLongString(), getLongString(), getLongString(), getLongString());

foreach ($a as $k=>$v) {
    $a[$k] = getLongString();
    unset($k, $v);
}

unset($a);
?>
```

Глядя на этот код, разумно предположить, что объем занятой памяти в процессе выполнения цикла не изменится, но результаты потребления памяти говорят об обратном (рис. 3).

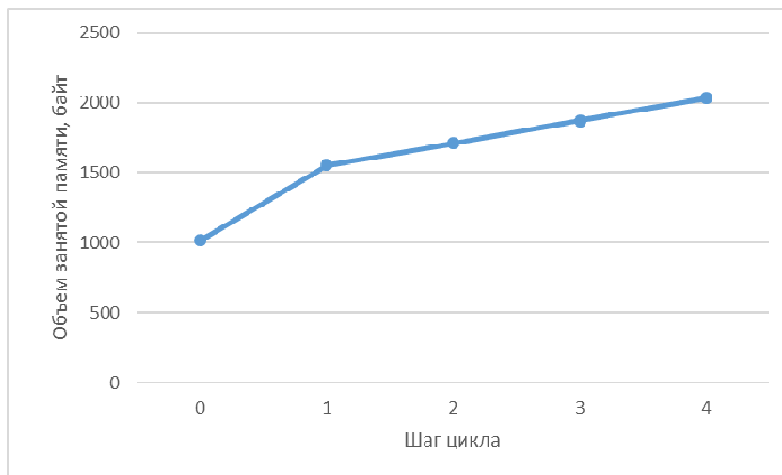


Рис. 3. Потребление памяти при изменении массива в цикле

В PHP неочевидным образом происходит изменение массива при переборе его в цикле. А именно по принципу Copy-on-Write, когда при чтении используется общая копия, а при изменении создается новая копия. После выполнения цикла новая копия заменит исходный массив. Дублирование элемента при попытке его изменения не происходит, только если сам элемент является ссылкой (`is_ref=1`) или если на этот элемент никто больше не ссылается, кроме него самого (`ref_count=1`) [1]. В официальном руководстве PHP указано, что для изменения элементов массива непосредственно в цикле нужно использовать присвоение по ссылке, в этом случае код, представленный ниже, будет потреблять значительно меньше памяти, чем предыдущий [3] (рис. 4).

```
<?php
function getLongString() {
    return (hash('sha512','string'));
}
$a = array(getLongString (), getLongString (), getLongString (), getLongString ());

foreach ($a as $k=>&$v) {
    $a[$k] = getLongString ();
    unset($k, $v);
}

unset($a);
?>
```

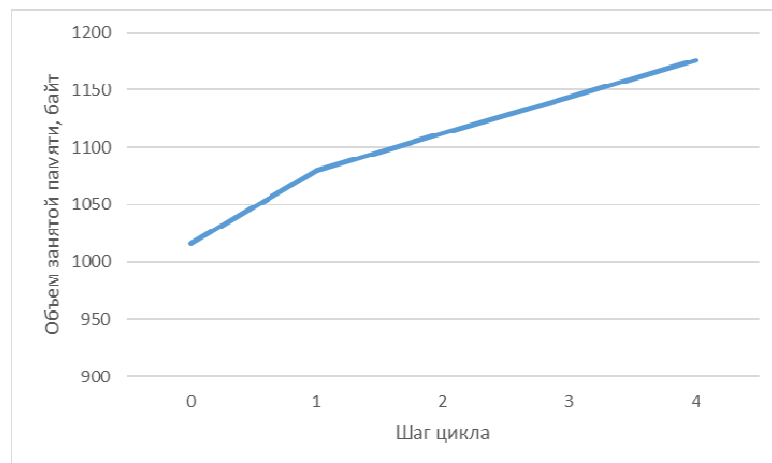


Рис. 4. Потребление памяти при изменении массива в цикле присвоением по ссылке

Важно в этом случае не забыть, что ссылка переменной `$v` на последний элемент массива останется даже после окончания цикла `foreach`, и ее следует уничтожить языковой конструкцией `unset()`. Это необходимо для того, чтобы избежать ситуаций, когда при последующем использовании этой переменной будет перезаписываться последний элемент массива. На выводе программы выше можно увидеть, что, хотя потребление памяти и снизилось (за счет того, что `is_ref=1` и дублирование не произошло), но для переменной ссылки `&$v` выделялась дополнительная память, освободить которую при помощи языковой конструкции `unset()` не получится, так как в качестве аргументов она не принимает ссылки. Выходом из этой ситуации может послужить способ, когда внутри цикла создается переменная ссылка на элемент массива, и при изменении этой переменной и последующем ее удалении с помощью `unset()` удастся избежать лишнего потребления памяти (рис. 5).

```
<?php
function getLongString() {
    return (hash('sha512','string'));
}
$a = array(getLongString (), getLongString (), getLongString (), getLongString ());

foreach ($a as $k=>$v) {
    $ref_v=&$v;
    $ref_v = getLongString ();
    unset($k, $v, $ref_v);
}

unset($a);
?>
```

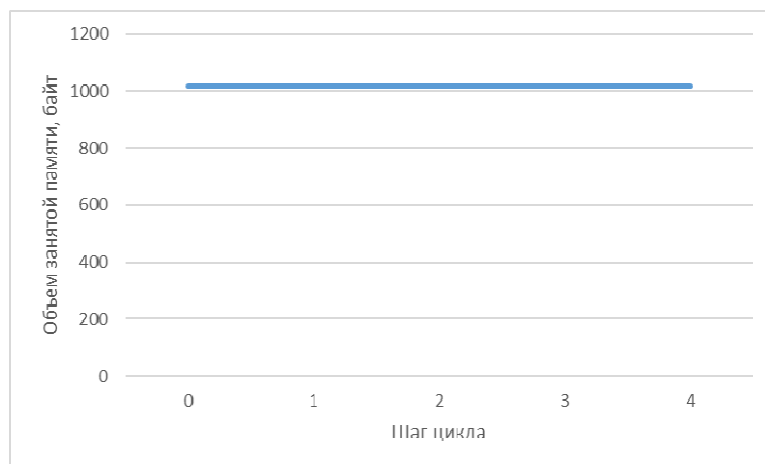


Рис. 5. Потребление памяти при изменении массива в цикле с применением метода оптимизации

Таким образом, приведенный выше способ позволяет сэкономить $32 \cdot (x+1)$ байт (где x – количество элементов в массиве) при изменении элементов массива. Подобные расходы могут показаться незначительными, особенно с учетом того, что скрипты РНР выполняются не на компьютере клиента, а на сервере (на нем объем памяти значительно больше), к тому же по окончании сессии в РНР вся занятая память освобождается [4]. Однако если массив содержит много элементов, например, хранит в себе выборку из баз данных, то экономия может оказаться весьма существенной.

Список использованных источников и литературы

1. PHP 7 Programming Cookbook - Doug Bierer. – 2016. – Packt Publishing. – Pp. 32–36.
2. Руководство по PHP: Основы подсчета ссылок. – URL: <https://www.php.net/manual/ru/features.gc.refcounting-basics.php> (дата обращения: 18.04.2024).
3. Руководство по PHP: Управляющие конструкции. Foreach. – URL: <https://www.php.net/manual/ru/control-structures.foreach.php> (дата обращения: 18.04.2024).
4. Programming PHP: Creating Dynamic Web Pages / K. Tatroe, P. MacIntyre. – 2020. – O'Really Media Inc. – Pp. 200.

A. M. Mazitov, Master's Degree Student
A. G. Russkikh, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Optimizing memory consumption during array changes in PHP

A method for optimizing memory consumption when changing an array in PHP is considered. The need for this method is caused by the behavior of the PHP core optimizer.

Keywords: PHP, memory consumption, arrays, optimization.

А. А. Макаров, магистрант
К. С. Чернышев, старший преподаватель
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Обзор методов искусственного интеллекта для решения задачи классификации

Статья посвящена обзору методов искусственного интеллекта для интерпретации данных геофизических исследований скважин. Рассмотрены алгоритмы, преимущества и недостатки методов искусственного интеллекта для решения задачи классификации, возникающей при интерпретации данных каротажа.

Ключевые слова: методы классификации, метод K ближайших соседей, случайный лес, метод опорных векторов, многослойный перцептрон.

Введение

Одним из главных источников информации при разведке нефтяных месторождений является анализ геофизических исследований скважин. Данные каротажа представляют собой массивы однотипных данных, а их обработка специалистом, являясь сложным и рутинным процессом, отнимает много времени и опирается на субъективную оценку человека. Применение методов искусственного интеллекта способно значительно ускорить и облегчить поиск залежей ресурса. Задача обнаружения месторождений нефти по данным каротажа принадлежит к типу задач классификации.

Обзор методов классификации

Метод K ближайших соседей (K-Nearest Neighbors)

Данный метод основывается на предположении, что объекты, расположенные близко, имеют один и тот же класс [1].

Чтобы решать задачу классификации, алгоритм сначала получает обучающую выборку с уже определенными классами. Выборка называется обучающей, несмотря на то, что метод на самом деле не использует обучение, а лишь сравнение с этой выборкой.

Получая на вход тестовый образец с неопределенным классом, алгоритм вычисляет расстояние между новым объектом и всеми известными. Затем алгоритм выбирает для него K ближайших объектов – число K задается заранее эмпирическим путем. И наконец, среди классов ближайших объектов вычисляется мода – голосование по большинству. Результат вычисления моды и является результирующим классом для тестового образца. Схематично работа алгоритма изображена на рис. 1.

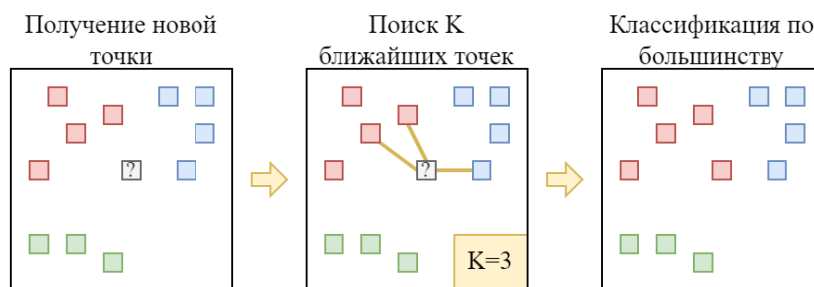


Рис. 1. Схема алгоритма K-Nearest Neighbors:
каждый класс изображен отдельным цветом

Преимуществом метода является простота алгоритма, интерпретации и визуализации результатов человеком. Эффективность работы достаточно просто настраивается через выбор метрики расстояния и удачный подбор количества ближайших точек K .

Недостатком является чувствительность к шумам и выбросам, а несбалансированность числа объектов разных классов может приводить к ошибкам классификации. Кроме того, метод является требовательным к вычислительной мощности.

Случайный лес (Random Forest)

Данный метод классификации основывается на использовании ансамбля деревьев решений, т. е. большого числа деревьев решений [2].

Дерево решений – это метод принятия решения в машинном обучении, суть которого заключается в построении иерархии, базирующейся на правилах «если A , то B ». На узел дерева выписывается правило, затем от узла выходит две ветви – для случаев, когда условие выполнилось или не выполнилось – и каждая ветвь снова приводит к какому-то узлу. Конечные узлы дерева правил уже не содержат, возвращая ответ на задачу. Пример дерева решений представлен на рис. 2.

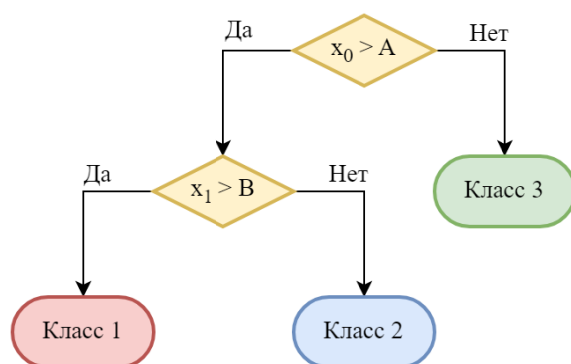


Рис. 2. Схема дерева решений

Преимущества дерева решений являются быстрота алгоритма и очевидная простота понимания, интерпретации и визуализации.

Явные недостатки отдельного дерева решений заключаются в том, что его правила очень чувствительны к незначительным изменениям значений, шумам и выбросам во входных данных, а само дерево очень легко переобучается, если правил становится слишком много.

Случайный лес, вводя ансамбль деревьев, стремится устранить эти недостатки. Метод разбивает обучающую выборку данных на подмножества и строит для каждого из них свое дерево. В задачах классификации конечный результат предсказаний деревьев выбирается голосованием по большинству.

Метод опорных векторов (Support Vector Machine)

Данный метод классификации был впервые представлен для решения бинарной классификации [3], однако впоследствии он был доработан для нелинейных разбиений данных [4] и для работы с несколькими классами [5].

Алгоритм, получив данные о классах и принадлежащих им объектах, заключается в следующем: исходное пространство точек искусственно переводится в пространство большей размерности, где ищется функция для разделения обучающих точек. Эту искомую функцию называют гиперплоскостью. Метод предполагает оптимальный выбор гиперплоскостей через достижение максимальной удаленности от опорных векторов – крайних точек классов обучающей выборки. Схематично метод для линейных гиперплоскостей изображен на рис. 3.

Однако данные далеко не всегда удается четко разделить, поэтому алгоритму позволяют допускать ошибки классификации на обучающей выборке.

Метод опорных векторов хорошо показывает себя в задачах с большим количеством признаков и легко настраивается через выбор типа функции гиперплоскости и параметра допустимой ошибки. Результат работы прост для визуализации и понимания человеком.

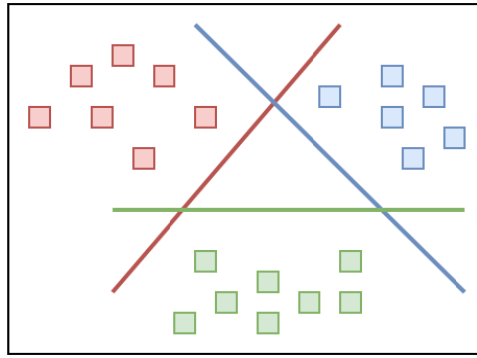


Рис. 3. Схема метода опорных векторов: каждый класс и прямая, отделяющая его от других классов, представлены отдельным цветом

Недостатком метода является то, что при выборе гиперплоскости опорными векторами могут выступать выбросы и шумовые данные, что может значительно снизить качество классификации.

Многослойный персептрон (Multilayer Perceptron)

Идея данного метода для решения широкого спектра задач была предложена еще в 1958 г. [6].

Персептрон – это математический аналог биологического нейрона, представляющий собой сумматор сигналов, умноженных на определенные весовые коэффициенты. Функция активации после сложения определяет, насколько возбужден нейрон. Схема персептрона изображена на рис. 4.

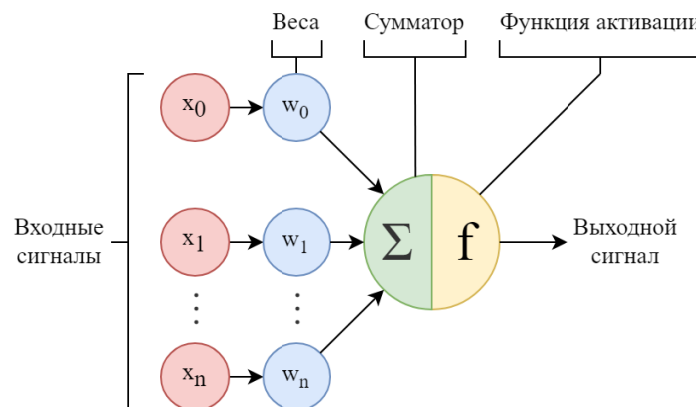


Рис. 4. Схема персептрона

Многослойный персептрон – это нейронная сеть, которая проводит входной сигнал последовательно через все слои персептронов, преобразуя его в выходной сигнал. Первый слой называется входным, и число нейронов на нем зависит от размерности входных данных. Последний слой называется выходным, и его размерность зависит от решаемой задачи. Все остальные слои называются скрытыми и настраиваются эмпирически. Схематично многослойный персептрон изображен на рис. 5.

В задачах классификации количество нейронов на выходном слое соответствует числу классов, выделяемых в задаче, а выдаваемый на нем результат часто интерпретируется как вероятность принадлежности к тому или иному классу. Результирующий класс определяется через наибольшее значение.

Изменение весовых коэффициентов на скрытых слоях позволяет автоматически корректировать модель: их изменение достигается за счет алгоритмов обратного распространения ошибки во время обучения. Таким образом и достигается приближение искомой функции [7].

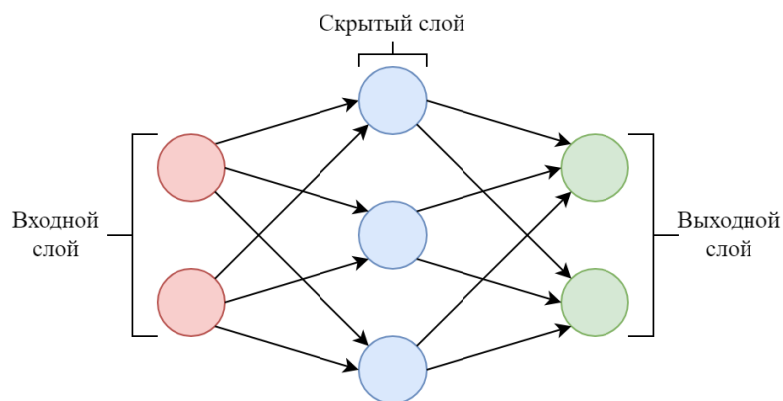


Рис. 5. Схема многослойного персептрона

Преимуществами многослойного персептрона являются устойчивость к девиациям во входных данных и возможность решать сложные нелинейные задачи даже при небольшом объеме обучающей выборки. Нейронная сеть после обучения дает предсказания очень быстро.

Недостатками метода являются высокая сложность настройки модели человеком и ее интерпретация.

Заключение

В ходе проведенного аналитического обзора рассмотрены методы искусственного интеллекта, их плюсы и минусы для решения задачи классификации, возникающей при обработке данных геофизических исследований скважин.

Список использованных источников и литературы

1. *Cunningham, P.* k-Nearest neighbour classifiers / P. Cunningham, S. J. Delany // *ACM Computing Surveys* – 2007. – Vol. 54, no. 6. – Pp. 1–25.
2. *Breiman, L.* Random Forests // *Machine Learning*. – 2001. – Vol. 45. – pp. 5–32.
3. *Вапник, В. Н.* Теория распознавания образов / В. Н. Вапник, А. Я. Червоненкис. – Москва : Наука, 1974. – 416 с.
4. *Cortes, C.* Support vector networks / C. Cortes, V. Vapnik // *Machine Learning*. – 1995. – Vol. 20, no. 3. – Pp. 273–297.
5. *Vapnik, V.* The Nature of Statistical Learning Theory // New York : Springer-Verlag, 2000. – 314 p.
6. *Rosenblatt, F.* The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain // *Psychol. Rev.* – 1958. – Vol. 65, no. 6. – Pp. 386–408.
7. *Хайкин, С.* Нейронные сети: полный курс : пер. с англ. – 2-е изд. – Москва : Вильямс, 2006. – 1104 с.

A. A. Makarov, Master's Degree Student
K. S. Chernyshev, Senior Lecturer
 Department of Software
 Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Overview of methods of artificial intelligence for solving classification problems

The article is dedicated to overview methods of artificial intelligence to interpret data of geophysical researches of wells. Algorithms, advantages and disadvantages of the methods of artificial intelligence are described to solve the classification problem that appears when interpreting well log data.

Keywords: methods of classification; K-Nearest Neighbors; Random Forest; Support Vector Machine; Multilayer Perceptron.

Н. С. Малышев, магистрант

Кафедра «Информационные системы»

М. Н. Мокроусов, кандидат технических наук, доцент

Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Автоматизированный учет посещаемости занятий студентами и преподавателями с применением QR-кодов

В статье рассмотрены существующие методы учета посещаемости занятий, предложен способ автоматизированного учета посещаемости занятий с применением QR-кодов. Обосновывается целесообразность выбранных технологий для разработки системы, описаны этапы ее разработки.

Ключевые слова: автоматизированная система, мобильное приложение, учет посещаемости, учебное заведение, преподаватель, студент, QR-код.

Введение

Почти в каждой сфере деятельности существует потребность в контроле и учете присутствия людей в том или ином месте в заданное время. Как правило, контроль и учет необходимо вести с помощью специализированных автоматизированных систем, сочетающих как аппаратные, так и программные средства. При учете посещаемости занятий в рамках учебного заведения студенты и преподаватели сталкиваются со множеством неудобств. Существуют различные способы учета посещаемости, однако они являются устаревшими и не оптимальными в условиях активной цифровой трансформации учебных заведений. Для повышения эффективности ведения журнала учета посещаемости занятий студентами и преподавателями предлагается разработать систему, которая автоматизирует пропускной контроль на занятиях за счет применения мобильного приложения и QR-кодов.

Существующие методы учета посещаемости

1. Традиционные методы

В большинстве учебных заведений учет студентов происходит с помощью стандартных способов, чаще всего в форме самостоятельного ручного заполнения журнала путем опроса присутствующих на занятии. Иногда используют другие способы. Например, зная коллектив, преподаватель заполняет журнал вручную, осматривая аудиторию. Преподаватель может отправить по рядам пустой лист, чтобы студенты записывали свои фамилию, группу [1]. Заниматься учетом посещаемости может староста в группе, что является одним из наименее надежных способов. Ручное заполнение журнала часто влечет за собой проблемы, связанные с человеческим фактором. Встречаются случаи, когда один студент отметил присутствие отсутствующего, или преподаватель ошибся, отметив «не того» студента. Непредвиденное отсутствие преподавателя на занятии сопровождается чаще всего сообщением в мессенджере или телефонным звонком, что также не всегда удобно для студентов.

2. Автоматизированные методы

Существуют различные автоматизированные методы для учета посещаемости. Например, учет посещаемости может осуществляться на основе распознавания лиц [2]. Данный подход основан на использовании нейронных сетей с дополнительными процедурами обработки изображений. Веб-камеры, которые установлены в учебных аудиториях, передают видеопоток в систему обработки изображений и распознавания лиц, после чего про-

исходит идентификация студентов и запись их присутствия в базу данных. Внедрение подобной системы в учебное заведение предполагает большие финансовые затраты, а использование нейросетевых алгоритмов не гарантирует точный результат, т. к. необходимо обучить нейросеть на большом объеме размеченных данных, которых может быть недостаточно, особенно для студентов 1-го курса. Работа нейронной сети на оптимальном уровне может потребовать значительных вычислительных ресурсов и специализированного оборудования.

Другой пример автоматизированного учета посещаемости [3] требует меньшего количества ресурсов для внедрения. Данная система функционирует за счет Wi-Fi. Студент должен иметь свой уникальный код в специальной программе на смартфоне, который необходимо ввести при подключении к сети Wi-Fi. Для использования рассмотренной системы требуются финансовые затраты на установку Wi-Fi-роутеров в каждую аудиторию с их периодическим обслуживанием.

Предлагаемое решение для учета посещаемости занятий

Так как большинство людей почти всегда имеют при себе смартфон, предлагаемая система будет опираться именно на использование мобильного приложения в сочетании с серверной частью. В роли ключевого компонента может рассматриваться технология генерации и сканирования QR-кодов [4].

Для полного функционирования данной системы необходимо иметь смартфоны с возможностью сканирования QR-кодов, мобильное приложение, сервер. Студенты и преподаватель должны иметь при себе смартфоны с установленным приложением. Сервер с необходимым оборудованием должен функционировать на протяжении учебного дня и принимать каждый запрос от мобильного приложения.

Преподаватель и студенты используют одно мобильное приложение. Перед началом работы нужно пройти авторизацию, после чего, в зависимости от роли пользователя, будут доступны разные функции.

Пользователь-преподаватель на главном экране имеет кнопку, которая отмечает начало занятия. После ее нажатия открывается окно с данными текущего занятия, которые автоматически загружаются с сервера расписаний. В ситуации, когда требуется перенести занятие в другую аудиторию, существует возможность выбора аудитории из списка. После подтверждения данных занятия смартфон пользователя-преподавателя начинает периодическую генерацию QR-кодов, которые содержат в себе зашифрованные данные текущего занятия.

Пользователю-студенту на главном экране доступна возможность ознакомиться с данными текущего занятия по его расписанию и открыть сканер QR-кодов. Пользователь-студент должен открыть сканер QR-кодов и выполнить сканирование QR-кода со смартфона преподавателя, тем самым отметив свое присутствие на занятии. После сканирования на сервер отправляются зашифрованные данные студента и текущего занятия. В случае неявки преподавателя у студента имеется возможность зафиксировать факт его отсутствия.

Сервер должен принимать входящие сообщения от мобильного приложения с авторизованной учетной записью, расшифровывать их, обрабатывать и отправлять в базу данных посещаемости.

Анализ потенциальных проблем предложенного решения

1. QR-коды

Как и любая другая технология, QR-коды далеко не идеальны. Их простота и функциональность доступны лишь в угоду безопасности. Самая распространенная угроза кроется в том, что код может содержать в себе вредоносную ссылку. Начиная от фишинговых сайтов [4], где пользователь может ввести свои личные данные, которые впоследствии могут перехватить злоумышленники, заканчивая скачиванием вирусного файла, где вариантов развития

еще больше. С помощью QR-кода можно закодировать команды для устройства, тем самым выполнять различные операции с приложениями.

2. Смартфон

Так как базовая часть системы включает в себя использование смартфона, предполагая высокую вероятность его наличия, существует и обратная сторона, когда смартфона может не быть. Важно предусмотреть поведение при отсутствии устройства или внезапного выхода его из строя. Например, в мобильном приложении преподаватель может самостоятельно отметить студента, если у того возникли какие-либо проблемы. В случае проблем со стороны преподавателя можно воспользоваться обычным ручным заполнением журнала.

3. Интернет-соединение

Эффективная работоспособность выполняется за счет наличия постоянного интернет-соединения у каждого участника процесса. Если не предусмотреть поведение во время проблемы глобального масштаба, система перестает функционировать. Можно ограничиться переходом к обычному заполнению журнала или сохранять данные автономно, чтобы работу между участниками системы можно было воспроизвести при последующем наличии интернет-соединения.

4. Человеческий фактор

Существует проблема человеческого фактора, однако в рамках системы, рассматривая аналогичное ручное заполнение журнала, она сведена к минимуму. Целиком и полностью нельзя исключить вероятность возникновения различных ошибок и недочетов, связанных с человеческим фактором.

Этапы проектирования системы

1. Определение функций системы

Для визуального определения отношений между участниками системы составлена UML-диаграмма вариантов использования Use-Case, которая описывает систему на концептуальном уровне (рис. 1).

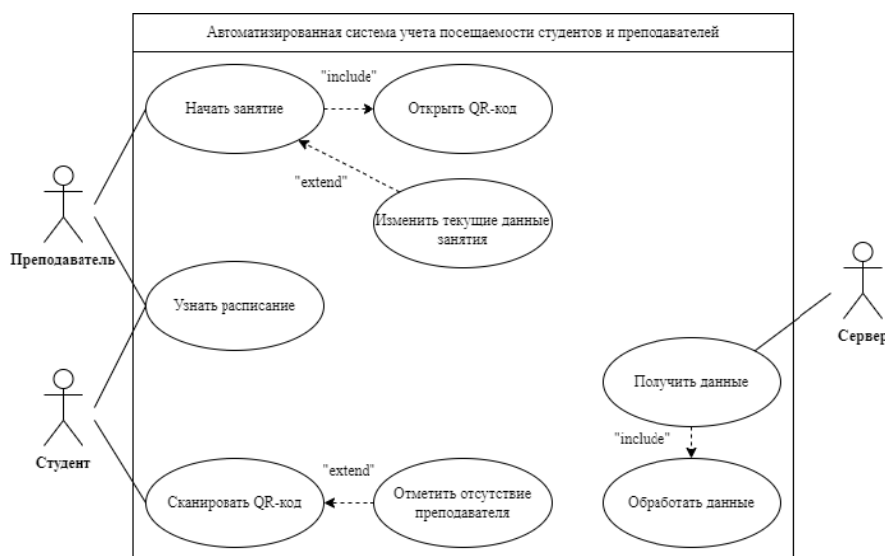


Рис. 1. Диаграмма Use-Case

2. Разработка алгоритма работы приложения

На рис. 2 представлены состояния приложения при различных действиях пользователя.

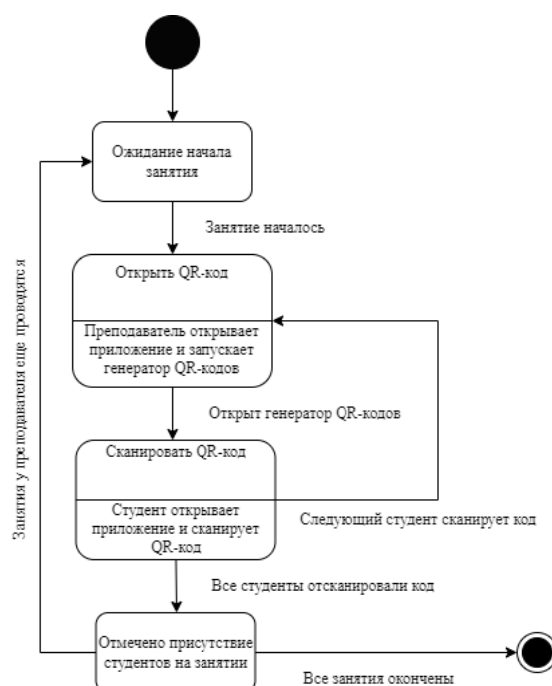


Рис. 2. Диаграмма состояний системы

3. Разработка базы данных

В системе используется реляционный тип базы данных. На рис. 3 представлена физическая модель данных.

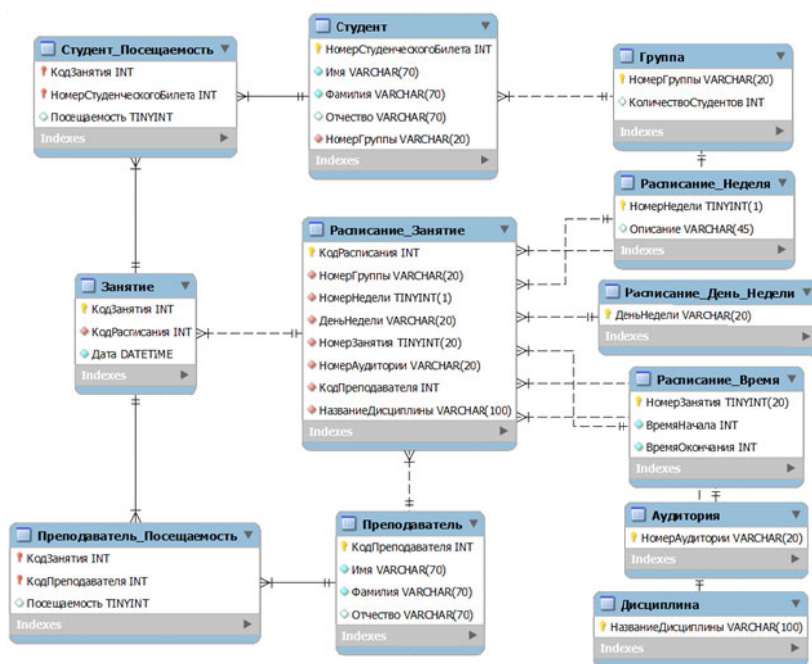


Рис. 3. Физическая модель данных

4. Разработка механизма QR-кодирования.

Формирование QR-кода осуществляется на смартфоне преподавателя и содержит в себе метки учебного заведения, номера группы, текущей дисциплины, аудитории, даты и времени. Например, необходимо зашифровать в QR-коде «*ISTU_B18-782-1 Программирование мобильных приложений_3-2_2022.03.16_10:12:19*». На устройстве преподавателя происходит шифрование данной строки с помощью алгоритма AES [5] с ключом «test» 128 бит. Результат выглядит следующим образом: *U2FsdGVkXl8mMFN0yly5Sk/ejyRxTpPMeWIsnhZmqv6EmSuagh3Ai-*

JmrRiNFOJ0zyL2/AFU5YYhmWIZtA+WRiYcnkTD99l3YarA+Ak8NyLP3nrDWqLTqBWDYWvKu-3IdCFioRswNzdRSNHZGAfY3dy+7A6ZsUcuvSsUDP2w5wCA3PAKdtjvyEzPfsbhfK0Pmf». Декодирование данных происходит на сервере. QR-код генерируется каждую секунду, что исключает возможность его передачи лицам, которые желают отметить свое присутствие на занятии, не находясь в аудитории.

5. Разработка графического интерфейса пользователя.

Пользователю-преподавателю доступны главное меню, меню с настройками текущего занятия (рис. 4), меню с генератором QR-кодов.

The figure shows three screenshots of a web application interface for setting lesson parameters. Each screenshot has a light gray background and a white form area.

- Left Screenshot (Auditor role):** The form has three input fields labeled 'Аудитория' (Auditorium), 'Номер группы' (Group number), and 'Дисциплина' (Discipline). Below the fields is a confirmation dialog: 'У вас сейчас нет занятий. Вы хотите продолжить?' (You currently have no lessons. Do you want to continue?) with 'ДА' (Yes) and 'НЕТ' (No) buttons. At the bottom are buttons for 'ОБНОВИТЬ СПИСКИ' (Update lists) and 'НАЗАД' (Back).
- Middle Screenshot (Group Number role):** The 'Аудитория' field is pre-filled with '3-602'. The 'Номер группы' field is pre-filled with 'Б18-782-1'. The 'Дисциплина' field is pre-filled with 'Сети и телекоммуникации'. The confirmation dialog is absent. The bottom buttons are 'ОБНОВИТЬ СПИСКИ' and 'НАЗАД'.
- Right Screenshot (Discipline role):** The 'Аудитория' field is pre-filled with '3-602'. The 'Номер группы' field is pre-filled with 'Б18-782-1'. The 'Дисциплина' field is pre-filled with 'Сети и телекоммуникации'. The confirmation dialog is absent. The bottom buttons are 'ОБНОВИТЬ СПИСКИ' and 'НАЗАД'.

Рис. 4. Меню с настройками текущего занятия

В главном меню пользователь-преподаватель может нажать на кнопку начала занятия и перейти в меню с настройками текущего занятия. С сервера загружаются данные расписания, а именно номер аудитории, номер группы и дисциплина. Далее открывается генератор QR-кодов.

Пользователю-студенту доступно два основных меню: главное меню, меню сканера QR-кодов. В главном меню пользователь-студент может перейти в меню сканирования QR-кодов, зафиксировать отсутствие преподавателя на занятии и ознакомиться с текущим расписанием.

Заключение

Предложенное решение для автоматизированного учета посещаемости занятий можно считать перспективным, т. к. его внедрение требует минимальных затрат со стороны участников учебного процесса, а именно наличие смартфона с установленным приложением и доступом к сети Интернет, развернутого сервера для сбора, обработки и преобразования информации из зашифрованных сообщений о присутствии на занятии в электронный журнал посещаемости. Данное решение с небольшими изменениями может быть успешно использовано и в других сферах, где требуется учет посещаемости.

Список использованных источников и литературы

1. *Строкинов, В. Н.* Контроль посещаемости занятий как фактор повышения качества обучения // *Строительство и образование* : сб. науч. тр. – 1999. – № 2. – URL: <https://elar.ufr.ru/handle/10995/100026> (дата обращения: 02.05.2024).
2. *Иванова, Е. В.* Система учета посещаемости студентов на основе распознавания лиц / *Е. В. Иванова, А. Ю. Струева* // *Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика*. – 2021. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-ucheta-poseschaemosti-studentov-na-osnove-raspoznavaniya-lits> (дата обращения: 02.05.2024).

3. Розов, Н. В. Проект разработки и внедрения автоматизированной системы контроля посещаемости студентов в Пензенском государственном технологическом университете // Аллея науки : науч.-практ. электрон. журн. – 2019. – № 1 (28). – URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/03january2019/proekt%20razrabotki%20i%20vnedreniya%20avtomatizirovannoy%20sistemy%20kontrolya%20poseshaemosti%20studentov.pdf (дата обращения: 02.05.2024).

4. Что такое QR-коды и как их сканировать // Лаборатория Касперского (06.08.2020). – URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/what-is-a-qr-code-how-to-scan> (дата обращения: 03.05.2024).

5. Как устроен AES // ankh1989 // Хабр (28.01.2011). – URL: <https://habr.com/ru/articles/112733> (дата обращения: 02.05.2024).

N. S. Malyshev, Master's Degree Student

Department of Information Systems

M. N. Mokrousov, PhD in Engineering, Associate Professor

Department of Automated Information Processing and Management Systems

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Automated registration of attendance by students and teachers using QR codes

The article examines the existing methods of accounting for class attendance, and suggests a method for automated accounting of class attendance using QR codes. The expediency of the selected technologies for the development of the system is justified, the stages of its development are described.

Keywords: automated system, mobile application, registration of attendance, education institution, teacher, student, tracking attendance, QR code.

А. А. Миронов, аспирант
М. М. Горохов, доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Системный подход на основе ERP к комплексной автоматизации учебного процесса в образовательном учреждении высшего образования

В статье исследуется возможность применения систем управления предприятием (ERP) в контексте образовательного процесса. Системы ERP широко используются в бизнес-секторе для оптимизации процессов и управления ресурсами, однако их потенциал в образовании еще не полностью раскрыт. В работе рассматривается, как ERP-системы могут быть адаптированы для управления учебными планами, расписанием занятий, учетом успеваемости студентов и другими аспектами образовательного процесса. Представленные в статье исследования возможностей интеграции и путей применения показывают потенциал использования ERP-систем для повышения эффективности и качества образования, а также улучшения управления учебными ресурсами. Полученные результаты могут быть полезны для образовательных учреждений, стремящихся к современным и инновационным подходам к организации образовательного процесса.

Ключевые слова: автоматизация учебного процесса, информационные системы управления, системный подход, ERP, CRM, образовательная программа, ресурсные модели.

В современном информационном обществе организации сталкиваются с необходимостью эффективного управления ресурсами, процессами и данными для достижения конкурентных преимуществ и удовлетворения потребностей клиентов. В этом контексте ERP-системы (Enterprise Resource Planning) становятся неотъемлемой частью управленческой инфраструктуры многих компаний и организаций. Системы ERP представляют собой интегрированные информационные системы, предназначенные для автоматизации и оптимизации бизнес-процессов, управления ресурсами предприятия и анализа данных.

Одним из ключевых преимуществ ERP-систем является централизация данных и процессов управления. Благодаря единому хранилищу информации и единым стандартам работы ERP-системы обеспечивают согласованность и связь между различными функциональными подразделениями организации, улучшая коммуникацию и координацию деятельности. Кроме того, системы ERP предлагают широкий спектр функциональности, включая финансовый учет, управление производством, управление запасами, управление отношениями с клиентами и многое другое, что делает их универсальным инструментом для решения различных задач в современном бизнесе [4].

В современном образовании внедрение информационных технологий становится все более важным компонентом для обеспечения эффективности и качества учебного процесса. Одним из таких инструментов являются ERP-системы. Их применение в образовательном процессе представляет собой новое направление, которое может значительно улучшить эффективность и качество образования. В современных образовательных учреждениях существует множество процессов, которые можно оптимизировать и автоматизировать с помощью систем ERP [8]. Например, управление учебными планами и программами, распределение ресурсов, планирование курсов и занятий, анализ успеваемости студентов и многое другое.

Однако не все модули ERP могут быть применены в контексте работы образовательной организации без изменений. Некоторые из них требуют адаптации в связи со спецификой образовательного процесса. Основные модули ERP приведены на рис. 1.



Рис. 1. Компоненты ERP-системы

Некоторые из модулей ERP могут быть применены в образовательном процессе без значительной адаптации, например бухгалтерия, найм персонала, закупки оборудования. Данные виды деятельности являются неотъемлемой частью работы любой организации, в том числе и в образовательных учреждениях [6]. Поэтому данные модули ERP могут быть применены в образовательном контексте с минимальными изменениями.

Однако некоторые модули ERP, такие как модуль планирования ресурсов (MRP) и CRM, требуют адаптации под специфику образовательного процесса. Например, модуль планирования ресурсов в образовании должен учитывать особенности учебного плана, расписания занятий, потребности студентов и прочие факторы, которые могут существенно отличаться от промышленного производства, на которое изначально ориентирован этот модуль. Точно так же CRM-система, которая изначально разработана для управления отношениями с клиентами в бизнесе, должна быть адаптирована для управления взаимоотношениями с учащимися, преподавателями и другими участниками образовательного процесса.

Для обеспечения полной интеграции ERP и образовательного процесса требуется адаптация существующих стандартных ERP-модулей к поставленным задачам. Рассматривая образовательную программу как изделие производства, к ее разработке, анализу и оптимизации можно соотнести модули управления ресурсами и производственным процессом [5]. Аналогично студентов можно расценивать как клиентов, получающих определенные продукты и услуги. Тогда процессы их взаимодействия с образовательным учреждением полностью вписываются в рамки модуля CRM.

Адаптация и применение модуля ресурсного планирования

Модуль планирования ресурсов – это интегрированный компонент ERP, предназначенный для эффективного управления ресурсами организации и производства. Он обеспечивает автоматизацию и оптимизацию различных производственных процессов, связанных с управлением ресурсами, такими как материальные запасы, персонал и производственные мощности. Основная цель модуля планирования ресурсов ERP состоит в том, чтобы повысить качество изготавливаемой продукции и в то же время оптимизировать издержки на его производство, иными словами – обеспечить эффективное использование ресурсов организации.

В контексте процессов образовательного учреждения не существует привычного изготавливаемого продукта. Но в рамках ERP-системы учебные планы и образовательные программы могут быть рассмотрены как готовая продукция предприятия, представляющая собой набор ресурсов и процессов, необходимых для достижения конечных целей образовательного учреждения. Учебные планы в терминах ERP состоят из ряда составляющих, включая список курсов, расписание занятий, учебные материалы, преподавателей и студентов.

Если Образовательную программу в вузе трактовать как специальный класс изделия, то появляется возможность использовать подходы, решения и референтные модели ресурсного планирования в промышленности к организации учебного процесса [2]. При разработке

структуры образовательных программ и соответствующих дисциплин модель цифровой промышленности обеспечивает хорошую основу для построения структурно-логических схем образовательных дисциплин.

При формировании информационной модели образовательной программы как отдельного изделия необходимо определить спецификацию и доменную модель информационного объекта «образовательная программа» в соответствии с ресурсной моделью изделия, используемую в ERP-системах. Управление ресурсами основано на нормировании требуемых ресурсов для получения продукции и спецификации имеющихся ресурсов. Область управления учебным процессом можно разделить на основе этапов жизненного цикла образовательной программы на следующие процессы:

- подготовка образовательных программ;
- планирование учебного процесса на основе образовательных программ;
- оперативный анализ и управление учебным процессом.

Для решения задач управления ресурсами необходимо нормировать расход ресурсов. В ERP-системах нормирование требуемых ресурсов задается в спецификации изделия. С целью использования моделей управления ресурсами представим продукт образовательного процесса как совокупность объектов учебного процесса, являющихся его подклассами (основная образовательная программа (ООП), учебный план (УП), рабочая программа дисциплины (РПД), программа практики (ПП), календарный план событий и мероприятий воспитательной направленности (КПВР), государственная итоговая аттестация (ГИА) и экзам-замены).

Формальная информационная модель каждого компонента образовательного процесса должна обеспечить условия для единого информационного пространства в области стандартизации образовательных программ и нормирования ресурсов. Также каждая модель должна быть унифицирована для возможности последующего анализа и сравнения, вне зависимости от времени и типа задания данных. Диаграмма классов данных моделей приведена на рис. 2.

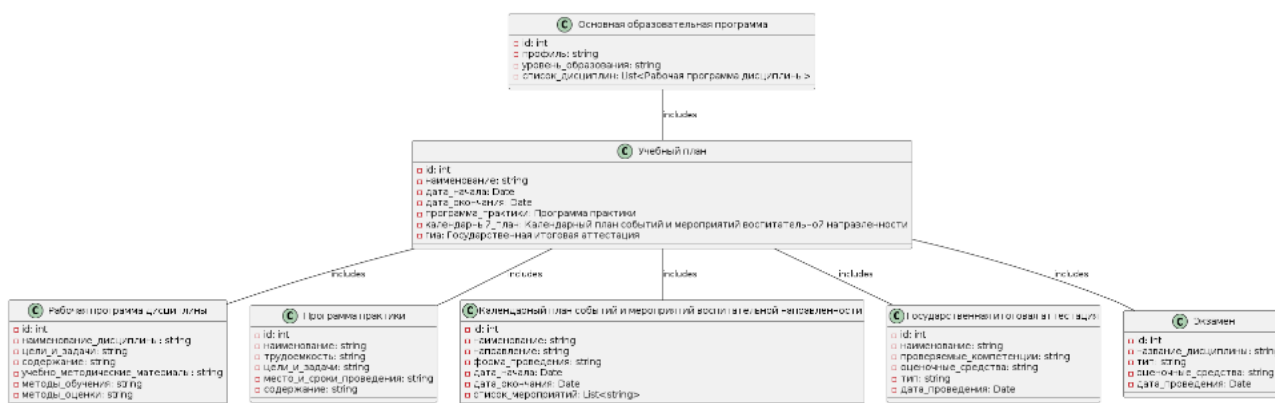


Рис. 2. ER-диаграмма основных сущностей образовательной программы в вузе

Рассмотрим модели основных классов образовательных объектов подробнее:

- Основная образовательная программа определяет общие цели и задачи образовательной программы в целом. Она формируется на уровне учебного заведения и отражает его миссию, ценности и стратегические цели. В основной образовательной программе указываются обязательные и факультативные дисциплины, которые студент должен изучить для получения образовательного уровня. Эффективность ООП оценивается на основе достижения студентами поставленных целей и результатов обучения, а также их подготовки к дальнейшей профессиональной деятельности.
- Учебный план конкретизирует основную образовательную программу и определяет структуру обучения по времени. В учебном плане указываются перечень учебных дисциплин

лин, их объем в академических часах, порядок их изучения, а также требования к итоговой аттестации. Учебный план оценивается по степени его соответствия основной образовательной программе, а также по эффективности использования учебного времени.

- Рабочая программа дисциплины детализирует содержание учебной дисциплины, определяет цели, задачи и методы обучения. В рабочей программе указываются темы занятий, литература для самостоятельной работы, виды контрольных мероприятий (тесты, экзамены, зачеты) и их оценочные критерии. Рабочая программа оценивается по ее адекватности целям и задачам образовательной программы, а также по эффективности использования различных методов обучения.

- Программа практики представляет собой документ, который определяет цели, задачи, организационные аспекты и содержание практической деятельности студента в рамках его образовательной программы. Этот документ разрабатывается учебным заведением с участием организаций-партнеров, где студенты будут проходить практику, и включает в себя ряд важных компонентов. Она позволяет учебному заведению оценить эффективность своей образовательной программы и подготовки студентов к реальной профессиональной деятельности.

- Календарный план событий и мероприятий воспитательной направленности – это документ, который определяет и систематизирует планируемые в течение учебного года мероприятия и события, направленные на воспитание студентов в учебном заведении. Он необходим для создания систематизированного и целенаправленного подхода к воспитательной деятельности. Данный документ позволяет планировать и организовывать мероприятия, способствующие формированию полноценной личности студентов, и обеспечивать активное участие студентов в жизни учебного заведения.

- Государственная итоговая аттестация (ГИА) и экзамены в образовательном процессе вуза представляют собой формы оценки знаний, умений и компетенций студентов по окончании определенного этапа образования. Они имеют важное значение для оценки уровня подготовки студентов и преподаваемых дисциплин.

Задав модели для нормализованного хранения данных, появляется возможность полноценного анализа и статистики образовательного процесса. Одним из основных преимуществ применения ERP в образовании является возможность автоматизации рутинных процессов [1]. Модуль планирования ресурсов ERP позволяет автоматизировать составление учебных планов, формирование рабочих программ дисциплин, планирование практик и проведение экзаменов (рис. 3). Это значительно сокращает временные затраты преподавателей и административного персонала на выполнение административных задач и позволяет им уделить больше времени на преподавание и научную деятельность. Также благодаря стандартизации моделей основных компонентов образовательной программы, при помощи ERP становится возможным проведение анализа и мониторинга различных аспектов образовательного процесса. С помощью системы аналитики можно оценить эффективность учебных планов, выявить проблемные зоны, определить загруженность преподавателей и аудиторий, а также анализировать успеваемость студентов. Это позволяет управляющим структурам учебных заведений принимать обоснованные решения для улучшения качества образования.

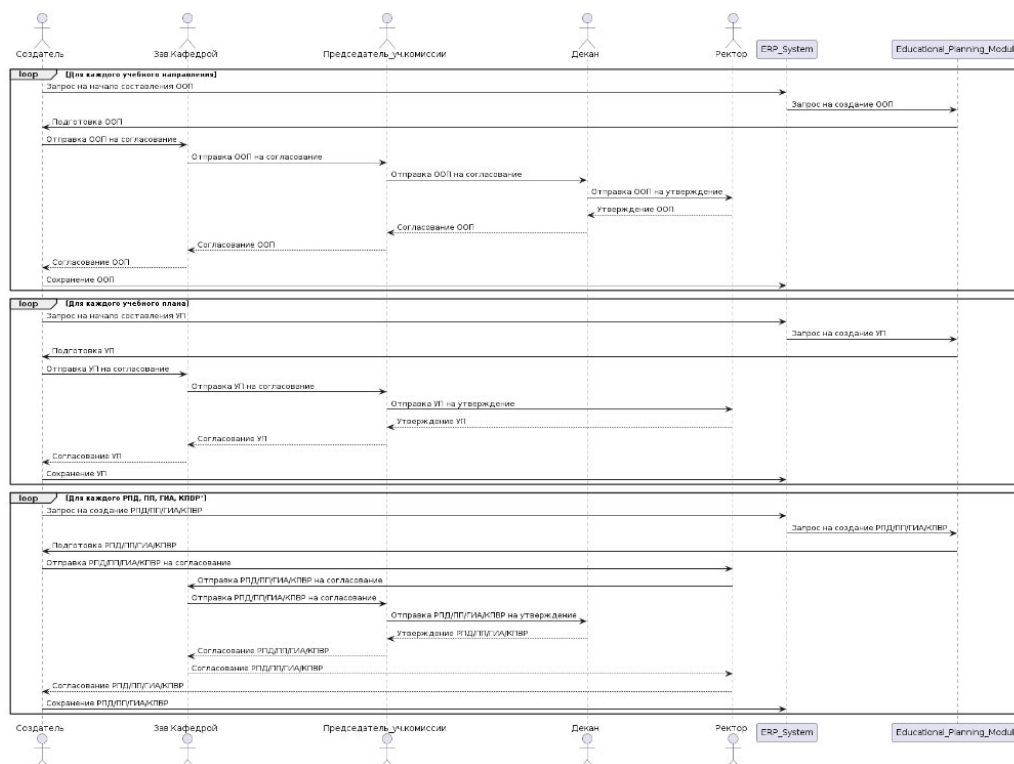


Рис. 3. Диаграмма последовательности разработки и утверждения образовательной программы и его компонентов

Адаптация и применение модуля управления взаимоотношениями с клиентами

Одним из ключевых элементов ERP является подсистема CRM, или система управления взаимоотношениями с клиентами, которая представляет собой стратегию и набор инструментов, направленных на эффективное управление отношениями с клиентами. Одним из главных преимуществ CRM является возможность централизованного хранения информации о клиентах. Это позволяет компаниям лучше понимать своих клиентов, их потребности и предпочтения. Благодаря CRM можно отслеживать историю взаимодействия с клиентами, их покупки, обращения и проблемы, что помогает создать персонализированный и качественный сервис. CRM также способствует повышению эффективности маркетинга и продаж. Она позволяет автоматизировать процессы ведения клиентской базы, анализировать данные о клиентах, управлять маркетинговыми кампаниями и отслеживать успехи продаж. Благодаря этому компании могут лучше понимать своих клиентов, предлагать им подходящие товары и услуги, улучшать коммуникацию и увеличивать конверсию.

Но в контексте образования не существует клиентов в их очевидной форме. Но при определенных допущениях и оговорках клиентами в образовательном процессе можно считать студентов, т. к. они и есть конечные потребители продуктов (образования), и их удовлетворенность напрямую отражается на показателях работы университета. Помимо этого, в современном мире образования важность индивидуализированного и качественного обучения студентов становится все более очевидной [3]. В контексте высшего образования, где студенты выступают в роли клиентов, эффективное управление взаимоотношениями с ними играет решающую роль в обеспечении качественного образовательного опыта. Системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) представляют собой мощный инструмент, который может быть адаптирован и использован в образовательных учреждениях для улучшения взаимодействия со студентами.

Адаптация CRM позволяет университетам собирать и анализировать большие объемы данных о студентах. Это включает в себя информацию о их академической успеваемости, посещаемости, учебных интересах и предпочтениях. Имея доступ к таким данным, учреждения могут создавать персонализированные образовательные программы, учитывая потребно-

сти каждого студента. Также CRM позволяет управлять и оптимизировать взаимодействие с клиентами на всех этапах образовательного процесса – от поступления до выпуска. Например, система может автоматизировать процессы приема заявлений, управлять расписанием занятий, предоставлять персонализированную поддержку и помощь студентам, а также отслеживать их активность и успеваемость. Еще одно преимущество адаптации CRM в образовательной сфере заключается в повышении эффективности учебного процесса [7]. Благодаря автоматизации ряда административных процессов и более эффективному использованию данных, учреждения могут сократить временные затраты персонала и сосредоточиться на улучшении качества образования.

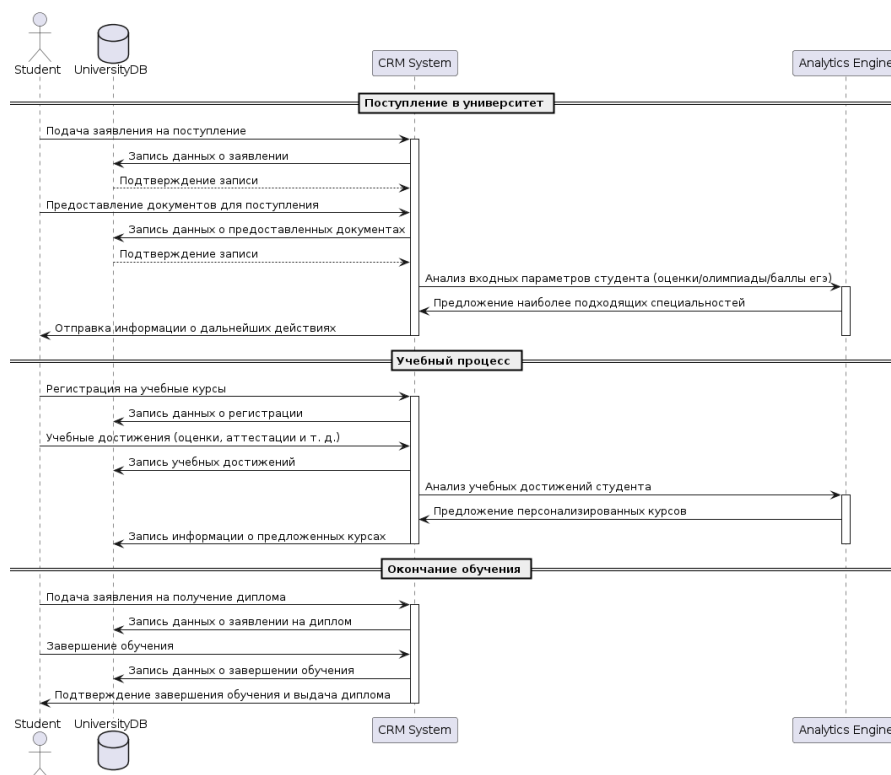


Рис. 4. Диаграмма последовательности использования CRM в образовательном процессе

Заключение

В современном образовательном процессе внедрение ERP-систем представляет собой значимый шаг в сторону повышения эффективности и качества образования. Однако важно понимать, что успешное применение ERP в образовании требует не только технических возможностей системы, но и глубокого понимания особенностей учебного процесса.

Одной из основных проблем, с которыми сталкиваются образовательные учреждения при внедрении ERP-систем, является необходимость адаптации некоторых модулей к специфике учебного процесса. Например, модуль планирования ресурсов (MRP) и CRM-система требуют модификаций для соответствия потребностям образовательных учреждений. Важно отметить, что процесс адаптации ERP-системы к образовательной среде необходим, но при этом он требует времени, ресурсов и компетентности. Необходимо учитывать специфику учебного процесса, потребности студентов и преподавателей, а также цели и стратегические задачи образовательного учреждения.

В целом применение ERP в образовательном процессе является перспективным направлением развития образования, однако его успешное внедрение требует комплексного подхода и адаптации системы к особенностям учебного процесса. В долгосрочной перспективе это может значительно повысить эффективность, прозрачность и качество образования, что, в свою очередь, будет способствовать подготовке квалифицированных специалистов и развитию образовательных учреждений в целом.

Список использованных источников и литературы

1. Белова, Е. А. Применение информационных технологий в образовательном процессе: анализ современных тенденций / Е. А. Белова, Н. В. Смирнова // Инновации в образовании. – 2020. – № 2. – С. 79–89.
2. Гилберт, Л. И. Внедрение и использование ERP-систем в образовательном процессе: преимущества и вызовы // Управление и образование. – 2017. – № 3. – С. 45–58.
3. Джонс, М. Эффективное использование ERP в высшем образовании: практические аспекты и проблемы // Журнал управления информационными системами. – 2018. – № 25(2). – С. 112–117.
4. Петрова, Е. Н. Эффективное использование ERP систем для автоматизации управления образовательным процессом // Управление и информационные технологии в образовании. – 2019. – № 2. – С. 78–89.
5. Котельников, А. А. Повышение эффективности бизнес-процессов с помощью ERP-систем // Бизнес и информатика. – 2019. – № 12 (3). – С. 45–58.
6. Кузнецов, Д. И. Преимущества и ограничения применения ERP-систем в образовательных учреждениях // Менеджмент и информационные технологии в образовании. – 2017. – № 4 (2). – С. 56–68.
7. Синицын, П. В. Использование ERP в управлении образовательным процессом: опыт внедрения и результаты // Управление и информационные технологии в образовании. – 2019. – № 4. – С. 32–46.
8. Смирнов, А. В. Роль ERP систем в оптимизации управления учебным процессом // Информационные технологии в образовании. – 2018. – № 15 (3). – С. 112–125.

A. A. Mironov, Post-graduate
M. M. Gorohov, DSc in Physics and Mathematics, Professor, Head of the Department
Department of Information Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Systematic Approach Based on ERP for Comprehensive Automation of the Educational Process in Higher Education Institutions

The article explores the possibility of applying Enterprise Resource Planning (ERP) systems in the context of the educational process. ERP systems are widely used in the business sector to optimize processes and manage resources, yet their potential in education is not fully realized. The paper examines how ERP systems can be adapted to manage curricula, class schedules, student performance tracking, and other aspects of the educational process. The research presented in the article explores integration opportunities and application pathways, demonstrating the potential use of ERP systems to enhance the efficiency and quality of education, as well as improve the management of educational resources. The findings can be valuable for educational institutions seeking modern and innovative approaches to organizing the educational process.

Keywords: automation of the educational process; management information systems; system approach; ERP; CRM; educational program; resource models.

М. Р. Монасыпов, магистрант

М. С. Брычкина, кандидат физико-математических наук, доцент

Кафедра «Программное обеспечение»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Прогноз электропотребления энергии в электросетевом комплексе методами искусственного интеллекта

В статье рассматриваются методы прогнозирования временных рядов, используемые для прогнозирования электропотребления в электросетевом комплексе. Рассмотрены преимущества и недостатки классических методов прогнозирования, а также методов с применением нейронных сетей.

Ключевые слова: Временные ряды с сезонной изменчивостью, прогнозирование электропотребления, машинное обучение, прогнозирующие модели SARIMA, экспоненциальное сглаживание Хольта – Винтерса, Error Trend Seasonal (ETS), Facebook Prophet, XGBoost, Long Short-Term Memory.

Прогнозирование потребления электроэнергии является одним из важных факторов для эффективного функционирования промышленных предприятий. В связи с невозможностью накопления электроэнергии в больших объемах необходимо точно определить потребность в энергии для обеспечения технологических процессов. Прогнозирование потребления электроэнергии на промышленных предприятиях требует учета сезонности и динамики изменения энергопотребления во времени. Для анализа и прогнозирования таких временных рядов, отражающих электропотребление в различные временные периоды, используются методы, основанные на авторегрессионных моделях SARIMA. Первое упоминание данного метода было сделано еще в 1970-х гг. Джорджем Боксом и Гвилемом Дженкинсом. Методы ARIMA и SARIMA позволяют получить основной класс моделей, которые используются для анализа и прогнозирования временных рядов. В экономических задачах особую популярность получили методы экспоненциального сглаживания Хольта – Винтерса, разработанный в 1950-х гг. Чарльзом Хольтом, и его современная модификация – Exponential Smoothing Algorithm (ETS). На смену этим классическим методам пришли новые алгоритмы и подходы, которые также успешно справляются с задачей построения прогнозирующих моделей временных рядов с сезонной изменчивостью. Это методы Facebook Prophet [1], XGBoost [2], а также набор методов Artificial Neural Network (ANN), в частности метод Long Term Memory (LSTM) [3].

В общем случае временной ряд представляет собой набор данных, упорядоченных во времени. Каждый элемент временного ряда имеет свой уникальный индекс – Timestamp (TS). Расстояние между индексами может составлять секунды, часы, дни, месяцы и даже годы. Обычно временной интервал между соседними индексами остается постоянным и обозначается $Ts = TS[k] - TS[k - 1]$. Например, изменение котировок на бирже может быть описано набором вещественных чисел $Y[k]$ с интервалом $Ts = 1$ мин, т. е. рассматривается некоторая конечная выборка $Y(tk)$ на определенном промежутке времени $t_k \in [t_0, t_0 + Ts, \dots, t_f]$.

В общем виде временной ряд может быть представлен функцией вида

$$Y(t) = T(t) + S(t) + R(t), \quad (1)$$

где $T(t)$ представляет компоненту трендового цикла (Trend), $S(t)$ обозначает сезонный компонент (Seasonal), а $R(t)$ – остаточная часть (Residuals).

Временные ряды, содержащие сезонный компонент $S(t)$, обладают свойством периодичности. Таким образом, характер изменчивости временного ряда повторяется время от

времени. Примером может служить рост покупательской способности в праздничный сезон или рост пассажирских перевозок в сезон отпусков. Для такого типа временных рядов могут быть построены прогнозирующие модели, которые позволят вычислить оценку (прогноз) параметра на несколько шагов вперед, относительно текущего момента времени (горизонт прогноза). При этом для обучения модели необходимо лишь знать историю изменения параметра, который описывается временным рядом, т. е. исторические данные на временном интервале, длина которого соответствует нескольким периодам сезонной изменчивости m . Знание других параметров, как правило, не требуется. Таким образом, возникает задача построения моделей, которые могут генерировать оценку некоторого наблюдаемого параметра с сезонной изменчивостью на требуемом горизонте прогноза, основываясь на информации о предыдущих и настоящих значениях этого параметра (historical data) [4].

В данной статье дается обзор научной литературы, посвященной проблематике использования интеллектуального анализа данных в контексте управления электропотреблением. Рассмотрены различные методологические подходы к анализу временных рядов, а также представлены результаты их применения. Проанализирована методика предварительной обработки данных, особенности использования каждого из методов, а также проведен статистический анализ полученных результатов. Все численные расчеты и реализация алгоритмов выполнены с помощью языка Python и специальных библиотек.

Методология. В исследовании использовались данные из датасета о потреблении мощности, доступного на веб-ресурсе Kaggle [6]. Данные представлены в формате, включающем два столбца: дата в формате ГГГГ-ММ-ДД и значение потребления мощности.

Согласно источнику [9], первым шагом в разработке надежных прогнозов является очистка и предобработка данных. Временные ряды могут содержать выбросы, аномалии и пропущенные значения, которые могут исказить результаты прогнозирования. Поэтому необходимо удалить нежелательные элементы, чтобы данные стали пригодными для использования.

Обработка выбросов позволяет устранить экстремальные значения, которые могут вносить шум и искажения в модель. Например, если у вас есть данные о продажах и вдруг один день выделяется резко увеличившимися продажами, это может быть выбросом, который исказит анализ. Такие выбросы следует исключить или преобразовать, чтобы они не искажали процесс прогнозирования.

Заполнение пропущенных значений представляет еще один важный аспект обработки данных. Пропуски могут возникать по разным причинам, включая ошибки в сборе данных или временные задержки. Игнорирование таких пропусков может привести к неверным выводам и ухудшить качество прогнозов. Применение соответствующих методов заполнения, таких как интерполяция или заполнение на основе соседних значений, способствует поддержанию непрерывности данных и сохранению их структуры.

Преобразование данных в подходящий формат для нейронных сетей

Теперь, когда наши данные прошли через процесс очистки и предобработки, пришло время привести их в форму, удобную для питания нашим нейронным сетям. Ведь, как и в случае с поваром, правильное сочетание ингредиентов играет важнейшую роль.

Глубокие нейронные сети, такие как LSTM, работают с последовательными данными. Они «помнят» предыдущие значения и используют эту информацию для прогнозирования будущих. Для этого нужно преобразовать временной ряд в последовательность обучающих примеров, где каждый пример состоит из некоторого числа предыдущих значений и соответствующего целевого значения (то, что мы хотим предсказать).

Кроме того, масштабирование данных – важный шаг. Нейронные сети работают лучше, когда данные находятся в определенном диапазоне, поэтому стандартизация или нормализация помогут уравнивать масштаб значений и улучшить сходимость обучения.

Выгружаем данные из датасета, обрабатываем выбросы и заполняем пропущенные значения. Затем данные преобразуются в последовательности для обучения нейронной сети.

Далее происходит масштабирование данных с использованием MinMaxScaler, чтобы они находились в диапазоне [0, 1]. Наконец, данные разделяются на обучающий и тестовый наборы с помощью функции train_test_split из библиотеки scikit-learn.

Для оценки производительности моделей прогнозирования будут использоваться следующие метрики:

Errors = прогнозные значения – действительные значения.

MSE (Mean Squared Error) = $\frac{1}{n} \sum (\text{Прогноз} - \text{Действительные значения})^2$.

RMSE (Root Mean Squared Error) = $\sqrt{\text{MSE}}$.

MAE (Mean Absolute Error) = $\frac{1}{n} \sum |\text{Прогноз} - \text{Действительные значения}|$.

MAPE (Mean Absolute Percentage Error) = $\frac{1}{n} \sum \frac{|\text{Прогноз} - \text{Действительные значения}|}{\text{Действительные значения}}$.

Далее будут изложены основные теоретические положения и особенности реализации каждого из перечисленных методов.

Разработка модели SARIMA

SARIMA – метод построения модели на основе использования сезонного авторегрессионного интегрированного значения скользящего среднего. SARIMA, или Seasonal ARIMA, является расширением метода ARIMA, явно поддерживающим одномерные данные временных рядов с сезонным компонентом. Сезонная модель ARIMA включает в себя авторегрессию и скользящее среднее с запаздыванием s . Сезонная модель ARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)_s$ может быть наиболее кратко выражена с использованием оператора обратного сдвига:

$$\Theta_p(B^s) * \theta_p(B) * (1 - B^s)^D (1 - B)^d x_i = \Phi_q(B^s) \Phi_q * (B) w_t \quad (2)$$

где Θ_p , θ_p , и Φ_q – полиномы порядков P , p , Q и q соответственно.

В общем случае модель является нестационарной, хотя если $D = d = 0$ и все корни характеристического уравнения (многочлены в левой части уравнения (2)) превышают единицу по модулю, результирующая модель будет стационарной.

Основная идея SARIMA заключается в том, чтобы учитывать и моделировать как тренды и циклические колебания в данных (часть ARIMA), так и сезонные паттерны (сезонная часть), что позволяет более точно прогнозировать временные ряды.

Параметры модели SARIMA определяются на основе анализа временного ряда и подбора оптимальных значений порядков (p, d, q) и сезонных порядков (P, D, Q, s) . Модель SARIMA обучается на обучающем наборе данных с помощью метода fit. Обученная модель используется для прогнозирования значений временного ряда на тестовом наборе данных с помощью метода forecast. Результат прогнозирования с помощью модели SARIMA:

- MAE = 0.5570740505767185
- MAPE = 136.98090702423355
- MSE = 0.4174706638602005
- RMSE = 0.6461196977806825

Разработка модели экспоненциального сглаживания Хольта – Винтерса. Модель Хольта – Винтерса включает уравнение прогноза и три уравнения сглаживания – одно для уровня l_t , одно для тренда b_t и одно для сезонного компонента s_t с соответствующими параметрами сглаживания α , β , и γ . Параметр m используется для обозначения периода сезонности. Существует два варианта этого метода, отличающихся характером сезонной составляющей – аддитивный метод и мультипликативный метод.

Компонентная форма для аддитивного метода имеет вид:

$$\begin{aligned} \hat{y}_{t+h|t} &= l_t + h b_t + s_{t+h-m(k+1)}; \\ l_t &= \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}); \\ b_t &= \beta^*(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}; \\ s_t &= \gamma(y_t - l_{t-1} - b_{t-1}) + (1 - \gamma)s_{t-m}. \end{aligned} \quad (3)$$

Компонентная форма для мультипликативного метода имеет вид:

$$\begin{aligned}\hat{y}_{t+h|t} &= (l_t + hb_t)s_{t+h-m(k+1)}; \\ l_t &= \alpha \frac{y_t}{s_{t-m}} + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}); \\ b_t &= \beta^*(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}; \\ s_t &= \gamma \frac{y_t}{l_{t-1} + b_{t-1}} + (1 - \gamma)s_{t-m}.\end{aligned}\quad (4)$$

В соотношениях (3) и (4) k это целая часть $(h - 1)/m$; l_t показывает средневзвешенное значение между сезонно скорректированным наблюдением $(y_t - s_{t-m})$ и несезонным прогнозом $(l_t - l_{t-1})$ для t . Уравнение тренда b_t идентично линейному методу Хольта. Сезонное уравнение показывает средневзвешенное значение между текущим сезонным индексом $(y_t - l_{t-1} - b_{t-1})$ и сезонным индексом того же сезона m периодов назад, s_t – это уравнение для сезонной составляющей [7].

Данный метод обладает следующими преимуществами. Метод Хольта – Винтерса включает в себя три составляющие: основную тенденцию развития, сезонность и экспоненциально-сглаженный ряд. Благодаря тренду с включенным экспоненциальным сглаживанием можно не только выявить направление развития ряда динамики, но и сгладить мелкие колебания в ряду динамики для поиска частных спадов и скачков. Сезонность позволяет построить прогноз на будущие периоды с учетом данной сезонности, что наглядно показывает построенный прогноз. Данный метод позволяет строить прогнозы на достаточно большой промежуток времени. Поскольку он учитывает несколько факторов прогнозирования, то он будет более точным при прогнозировании на длительный промежуток времени. Но данный метод имеет следующие ограничения. Для построения наиболее точного прогноза необходимы данные за достаточно длительный промежуток времени. Для построения наиболее точного прогноза желательно использовать данные за 4–5 прогнозных периодов. Соответственно, чем больше временных данных, тем на более долгий период вперед должен быть осуществлен прогноз.

Для создания прогнозирующей модели на основе метода экспоненциального сглаживания Хольта – Винтерса была использована функция `ExponentialSmoothing` библиотеки `statsmodels`. На вход функция принимает три параметра: набор данных для обучения, тип сезонной компоненты `add/mul` и значение параметра m из уравнений (3) и (4) – значение периода сезонности выборки. Результат прогнозирования с помощью модели Хольта – Винтерса:

- MAE = 0.557679199441849
- MAPE = 150.5993197019345
- MSE = 0.41568632955275947
- RMSE = 0.6447374113177856

Разработка ETS модели. Модель ETS представляет собой семейство моделей временных рядов с базовой моделью пространства состояний, состоящей из компонента уровня, компонента тренда (T), сезонного компонента (S) и ошибки (E). Точечные прогнозы можно получить из моделей путем повторения уравнений для $t = T + 1, \dots, T + h$ и установки всех $\varepsilon_t = 0$ и $t > T$. Например, для модели ETS (M, A, N) $y_{T+1} = (l_T + b_T)(1 + \varepsilon_{T+1})$. Поэтому $y_{T+1|T} = l_T + b_T$. Таким образом, можно записать:

$$\begin{aligned}y_{T+2} &= (l_{T+1} + b_{T+1})(1 + \varepsilon_{T+2}) = \\ &[(l_T + b_T)(1 + \alpha\varepsilon_{T+1}) + b_T + \beta(l_T + b_T)\varepsilon_{T+1}](1 + \varepsilon_{T+2}).\end{aligned}\quad (5)$$

Следовательно, $\hat{y}_{T+2|T} = l_T + 2b_T$ и так далее. Эти прогнозы идентичны прогнозам линейного метода Хольта, а также прогнозам модели ETS (M, A, N). Таким образом, точечные прогнозы, полученные с помощью метода и двух моделей, лежащих в основе метода, идентичны (при условии, что используются одни и те же значения параметров). Построенные таким образом точечные прогнозы ETS равны средним значениям прогнозных распределений за исключением моделей с мультипликативной сезонностью [10].

Аналогично модели Хольта – Винтерса ETS-модель может быть получена с помощью библиотеки statsmodels. ETSModel принимает в качестве входных параметров массив данных с отсчетами временного ряда, флаг, определяющий тип сезонной компоненты add/mul и значение периода сезонности. Для получения прогноза используется метод get_prediction объекта модели, который получает в качестве входных параметров два значения timestamp, соответствующие начальному и конечному отсчету времени для желаемого горизонта прогноза. Результат прогнозирования с помощью модели ETS:

- MAE = 0.557679199441849
- MAPE = 150.5993197019345
- MSE = 0.41568632955275947
- RMSE = 0.6447374113177856

Разработка модели Facebook Prophet. Модель Prophet – это процедура прогнозирования данных временных рядов, основанная на модели аддитивной регрессии, в которой нелинейные тренды соответствуют годовой, еженедельной и ежедневной сезонности, а также праздничным эффектам. Процедура лучше всего работает с временными рядами, которые имеют сильные сезонные эффекты и несколько сезонов исторических данных. Prophet устойчив к отсутствующим данным и сдвигам в тренде и обычно хорошо обрабатывает выбросы. Prophet представляет собой open-source библиотеку, которая распространяется на языках R и Python. Подбор необходимых параметров модели полностью автоматизирован, поэтому для построения модели достаточно передать входной набор данных для обучения.

Подбор необходимых параметров модели полностью автоматизирован, поэтому для построения модели достаточно передать входной набор данных для обучения. Для создания модели используется функция Prophet библиотеки prophet. Прогнозные значения параметра могут быть найдены с помощью метода predict. Результат прогнозирования с помощью модели Prophet:

- MAE = 0.7853564356009075
- MAPE = 150.000244838494486
- MSE = 0.6134219878997490
- RMSE = 0.783212607689790

Разработка модели XGBoost. Модель Extreme Gradient Boosting (XGBoost) – это оптимизированная распределенная гибкая и портативная библиотека повышения градиента. Библиотека реализует алгоритмы машинного обучения в рамках фреймворка Gradient Boosting. XGBoost предоставляет оптимизированный алгоритм параллельного бустинга, также известный как Parallel Gradient Boosting Decision Trees (GBDT), который позволяет получить быстрое и точное решение большого количества задач, которые возникают в области науки о данных. Один и тот же код работает в основных распределенных средах (Hadoop, SGE, MPI) и может решать большое количество проблем различного характера.

Модель создается с помощью функции XGBRegressor библиотеки xgboost. Функция содержит достаточно большое количество параметров, с полным списком можно ознакомиться в разделе документации к библиотеке. При построении модели использовался следующий набор параметров:

- Max_depth = 6 – максимальная глубина дерева решений;
- Learning_rate = 0,3 – повышение скорости обучения
- n_estimators = 100 – количество деревьев
- gamma = 0 – параметр алгоритма

Результат прогнозирования с помощью модели ETS:

- MAE = 0.4076620818830882
- MAPE = 290.2640676745589
- MSE = 0.2523761419745374
- RMSE = 0.5023705225971538

Разработка модели LSTM. Модель Long Short-Term Memory (LSTM) – это искусственная нейронная сеть, используемая в области искусственного интеллекта и глубокого обучения. В отличие от стандартных нейронных сетей с прямой связью, LSTM имеет обратные связи. Такая рекуррентная нейронная сеть может обрабатывать не только отдельные точки данных, но и целые последовательности данных. Эта характеристика делает сети LSTM идеальными для обработки и прогнозирования данных, включая временные ряды. LSTM состоит из набора блоков памяти, которые могут запоминать, забывать и обновлять информацию на основе текущего входа и предыдущего состояния. Каждый блок LSTM имеет три основных элемента:

1. Входной клапан (input gate): определяет, какая информация будет обновлена в памяти.
2. Клапан забывания (forget gate): определяет, какая информация будет забыта из памяти.
3. Выходной клапан (output gate): определяет, какая информация будет выведена из памяти.

Эти элементы позволяют LSTM эффективно управлять потоком информации и сохранять важные аспекты последовательных данных на протяжении долгого времени, минимизируя проблему затухания градиента [8].

Для построения LSTM-модели была использована библиотека keras и набор функций Sequential, Dense, LSTM, которые использовались для задания структуры нейронной сети. Для сборки модели были выбраны следующие параметры:

- batch_size = 16 – количество выборок на обновление градиента;
- epochs = 200 – количество эпох для обучения модели;
- units = 32 – размерность выходного пространства.

Результат прогнозирования с помощью модели LSTM:

- MAE = 14.353055098783056
- MAPE = 17.948298582495404
- MSE = 270.5514755471101
- RMSE = 16.448449031659795

Результаты

Явными лидерами по точности являются две модели: XGBoost и Holt-Winters. Метод LSTM имеет более высокие значения метрик ошибок MAE и MRSE по сравнению с другими методами, что может указывать на то, что он менее эффективен в данной задаче прогнозирования временных рядов на данном наборе данных. Однако модели SARIMA и LSTM значительно проигрывают по времени, необходимому для создания новой модели, что вызвано работой автоматической процедуры поиска оптимальных значений параметров модели. Поэтому оптимальным выбором для решения поставленной задачи является выбор метода XGBoost, обеспечивающего максимальную точность и минимальное время (в группе лидеров) на обучение и получения прогнозного значения.

Заключение

В статье рассмотрены различные методы прогнозирования временных рядов с учетом сезонной изменчивости. Представлены как классические, так и более новые подходы, основанные на алгоритмах машинного обучения и нейронных сетях. Также для выбора наилучшего метода учитывался критерий быстродействия построения модели и получения прогноза, что обусловлено необходимостью избежания переобучения модели. По результатам анализа лучшим методом оказался XGBoost. Однако оптимизация алгоритмов поиска параметров моделей может привести к выявлению других алгоритмов, таких как LSTM, в качестве лидеров. Также стоит отметить, что на качество модели влияет структура нейронной сети, задаваемая перед обучением.

Список использованных источников и литературы

1. *Афанасьев, В. Н.* Анализ временных рядов и прогнозирование : учебник / В. Н. Афанасьев, М. М. Юзбашев. – Москва : Финансы и статистика, 2001. – 228 с.
2. Forecasting at scale // Prophet. – URL: <https://facebook.github.io/prophet/> (дата обращения: 22.03.2024).
3. XGBoost. – URL: <https://xgboost.ai/> (дата обращения: 22.03.2024).
4. *Нильсен, Э.* Практический анализ временных рядов. Прогнозирование со статистикой и машинное обучение. – 2021. – 541 с.
5. *Hochreiter, S.* Long Short-term Memory / S. Hochreiter, J. Schmidhuber // Neural computation. – 1997. – Vol. 9. – Pp. 1735-80.
6. Kaggle. – URL: <https://www.kaggle.com/datasets/shenba/time-series-datasets/data> (дата обращения: 22.03.2024).
7. Прогноз по методу экспоненциального сглаживания с трендом и сезонностью Хольта – Винтерса. – URL: <http://4analytics.ru/prognostirovanie/prognost-po-metoduekspontencionalnogo-sglajivaniya-s-trendom-i-sezonnostyu-xoltavintersa> (дата обращения: 01.04.2024).
8. Introduction to Long Short-Term Memory(LSTM). – URL: <https://www.simplilearn.com/tutorials/artificial-intelligence-tutorial/lstm#:~:text=LSTMs%20Long%20Short-Term%20Memory%20is,problem%20that%20plagues%20traditional%20RNNs-> (дата обращения: 22.03.2024).
9. Анализ временных данных с учетом сезонности и трендов. – URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/753482/> (дата обращения: 22.03.2024).
10. Обзор методов прогнозирования временных рядов с помощью искусственных нейронных сетей. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-metodov-prognostirovaniya-vremennyh-ryadov-s-pomo-shyu-iskusstvennyh-neyronnyh-setey/viewer> (дата обращения: 22.03.2024).
11. SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average. – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/sarima-seasonal-autoregressive-integrated-moving-average/> (дата обращения: 22.03.2024).

M. R. Monasypov, Master's Degree Student
M. S. Brychkina, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Forecasting energy consumption in the power grid complex using artificial intelligence methods

The article discusses time series forecasting methods used to predict energy consumption in the power grid complex. The benefits and drawbacks of classical forecasting methods, as well as methods using neural networks, are considered.

Keywords: Time series with seasonal variability, forecasting of power consumption, machine learning, SARIMA predictive models, exponential smoothing of Holt-Winters, Error Trend Seasonal(ETS), Facebook Prophet, XGBoost, Long Short-Term Memory.

I. A. Nazarov, Master's Degree Student
N. K. Perevozchikov, Master's Degree Student
S. V. Vologdin, DSc in Engineering, Professor
Department of Information Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Using the YOLOv5 neural network for wrist-based identity identification

Personality Trait recognition using wrist features with the YOLO neural network is an actively developing area of research in computer vision. This study conducted research and development of a wrist-based personality recognition system based on the YOLO architecture, using the Python programming language and the computational power of graphics processing units in the Google Colab environment. Various versions of the YOLO architecture, including YOLOv3, YOLOv4, and YOLOv5, were considered for training and tuning the neural network YOLO. Series of experiments were conducted with different combinations of architectures and training parameters to achieve the best results. Various datasets were used for training, including wrist images from different viewing angles and lighting conditions, resulting in a more robust and accurate recognition system. The results of the final program showed high accuracy in wrist-based personality recognition. The Mean Average Precision (mAP) reached 0.9, indicating a high level of correct identifications. An assessment of the system's speed was also conducted, demonstrating its ability to recognize and identify individuals in real-time with high performance. Keywords: visual computing, artificial intelligence, image classification, neural networks, image annotation, YOLO.

Keywords: visual computing, artificial intelligence, image classification, neural networks, image annotation, YOLO.

Introduction

In recent years, there has been a growing interest in utilizing biometric data for personal identification. One such possibility is the identification of individuals based on wrist features. The aim of this research is to enhance the accuracy of wrist-based identity recognition. This task falls within the realm of pattern recognition and constitutes a classification problem in machine learning.

The algorithm for wrist-based identity determination consists of several stages.

Stage 1. Data collection. To train the model, a dataset containing images of wrists from various individuals needs to be collected. These images can be obtained using specialized devices such as touch cameras or scanners capable of capturing wrist features, such as vein patterns and skin structure.

Stage 2. Preprocessing of data. The acquired images undergo preprocessing, including noise removal, normalization, and extraction of key features. This may involve the use of image processing algorithms such as filters [1] and contour detection algorithms.

Stage 3. Feature extraction. At this stage, features are extracted from the preprocessed images, which will be used for identity recognition. These may include vein pattern features, skin textures, as well as other unique wrist details.

Stage 4. Model training. Based on the extracted features, a machine learning model is constructed. This model is trained on a dataset comprising wrist images from various individuals and corresponding labels indicating identity. The goal of training is for the model to classify new images and determine identity based on wrist data.

Stage 5. Identity determination on new images. After training, the model can be used to determine identity on new wrist images. The model takes an input wrist image and outputs a prediction [2] or probability of belonging to a certain individual.

Wrist-based identity determination can be beneficial in various fields such as authentication in security systems, access control, or even medical diagnostics. However, as with any biometric

methods, privacy considerations and appropriate information protection measures must be taken into account.

Dataset Creation and YOLOv5 Parameter Optimization

Utilizing YOLOv5 for wrist-based identity identification involves several steps. First, a dataset is formed containing wrist images with unique characteristics such as patterns, freckles, and scars. To ensure data diversity, the model is capable of detecting and recognizing various wrist variations. Each image is accompanied by a text file containing object labels in YOLO format, indicating the coordinates and sizes of the rectangular area encompassing the wrist.

After dataset formation, the YOLOv5 parameters are configured for model training [3]. This includes setting the image size (--img), batch size (--batch), number of epochs (--epochs), and paths to pretrained weights (--weights). Parameter configuration is done using a command specifying the corresponding parameter values.

Once the YOLOv5 parameters are tuned, the model is trained based on the collected dataset. Trained weights are obtained as a result of training, which can be used for wrist-based identity identification.

For more efficient YOLOv5 training, it is recommended to use a large number of images and labeled objects for each class, ensure diversity in image conditions, and accuracy in object labeling. Additionally, background images without objects can be added to reduce false positives.

To analyze training results, tests are conducted on various YOLOv5 network variants with different settings, adjusting parameters such as image size, number of images per batch, and number of epochs. Analysis results can help determine optimal parameters and assess model accuracy, for example, using the mean average precision (mAP) metric.

Thus, utilizing YOLOv5 for wrist-based identity identification involves dataset formation with diverse images, parameter tuning for training, and result analysis for model optimization.

Training the Neural Network and Analyzing Results

Dataset Preparation: First, it is necessary to prepare the dataset to be used for training the neural network. This includes collecting and annotating images. The images should be divided into training and testing sets. Each image should be labeled with corresponding tags indicating object classes and their coordinates on the image.

Configuration Setup: The YOLOv5 neural network has various configurations, such as yolov5s, yolov5m, yolov5l, and yolov5x [4]. The choice of configuration depends on the required accuracy and computer resources. Configuration can be adjusted by specifying the appropriate parameter in the command line during model training.

Model Training: To train the YOLOv5 model, a command is used that specifies the path to the configuration file, the directory with training data, the number of training epochs, and other parameters. Model training may take some time depending on the size of the dataset, chosen configuration, and computational resources [5].

Results Analysis: After completing model training, the results can be analyzed. One of the main methods of analysis is computing the mean average precision (mAP). mAP allows evaluating the model accuracy based on metrics such as object detection accuracy and classification accuracy. Additionally, other metrics such as recall and precision for each object class can be evaluated [6].

Model Testing: After model training, it can be tested on new images that were not included in the training set. This allows evaluating the model's performance in real-world conditions and verifying its ability to detect and classify objects [7].

Model Fine-tuning (Optional): In case of unsatisfactory model results, fine-tuning can be attempted, which may include adjusting training parameters, using pretrained models, or applying other techniques to improve model performance [8].

After completing all these steps, the trained YOLOv5 model can be used for object identification or object classification tasks on new images.

Figures 1 and 2 show the results for wrist-based identity identification on digital images from the testing set. From the obtained results, it can be concluded that the developed intelligent system successfully recognized whose wrist it belongs to with high accuracy.



Fig. 1. Example of female wrist recognition

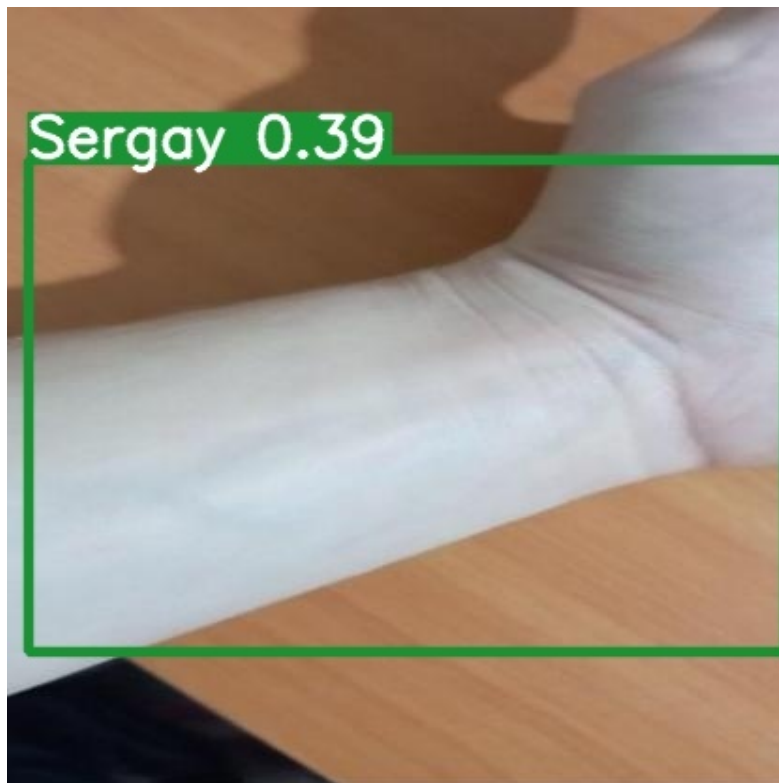


Fig. 2. Example of male wrist recognition

Conclusion

The conducted research confirms the high effectiveness of using the YOLOv5 neural network for wrist-based identity identification. The trained YOLOv5 model demonstrates an average recognition accuracy of 0.8456, which is a commendable performance for this type of task. However, it is worth noting that certain limitations may reduce recognition accuracy, especially when working with low-quality images or cases where wrist features are poorly visible.

To improve identification accuracy, further work is needed to enhance the quality of the dataset, particularly by increasing the overall number of images and improving data quality for each class. Creating a diverse and representative dataset will enable the model to better detect and recognize various wrist variations.

In the near future, there are plans to expand the model's capabilities for identifying new aspects of personality based on wrist data, such as age, gender, medical characteristics, etc. Additionally, efforts will be focused on developing methods for verifying identity based on wrist data analysis, such as matching with a database or checking unique characteristics.

The application of the YOLOv5 neural network and further development of this approach in the field of wrist-based identity identification can have significant implications for domains requiring reliable identification, such as security, medicine, and access to secure areas. This will improve system efficiency and provide more reliable and convenient identity identification based on the unique features of the wrist.

References

1. Obrabotka i analiz izobrazhenij v zadachah mashinnogo zreniya: kurs lekcij i prakticheskikh zanyatij / YU. V. Vizil'ter [i dr.]. – Moskva: Fizmatkniga, 2010. – 245 c. – ISBN 978-5-89155-201-2 (v per.).
2. Timoshkin M. S., Mironov A. N., Leont'ev A. S. Sravnenie YOLOV5 i faster R-CNN dlya obnaruzheniya lyudej na izobrazhenii v potokovom rezhime // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal № 6 (120). CH. 1. S. 137–146.
3. Eliau, F. Implementation of computer vision algorithms for position correction of chip-mounter machine / F. Eliau, F. I. Hariadi and M. I. Arsyad // 2017 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD). – 2017. – Pp. 90-94. – DOI 10.1109/ISESD.2017.8253311.
4. Official repository YOLOv5. – Available at: <https://github.com/ultralytics/yolov5> (accessed: 20.02.2024).
5. Vorozhova N. A., Vologdin S. V. Podgotovka nabora dannyh dlya raspoznavaniya pokazanij s fotografij licevyh panelej priborov ucheta elektroenergii // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie. 2020. № 4. C. 121–126. DOI 10.25586/RNU.V9187.20.04. P. 121.
6. Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. arXiv preprint arXiv:1804.02767.
7. Bochkovskiy, A., Wang, C. Y., & Liao, H. Y. M. (2020). YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection. arXiv preprint arXiv:2004.10934.
8. Wang, C. Y., Bochkovskiy, A., & Liao, H. Y. M. (2021). YOLOv5: Improved for Real-time Object Detection. arXiv preprint arXiv:2104.02168.

И. А. Назаров, магистрант

Н. К. Перевозчиков, магистрант

С. В. Вологдин, доктор технических наук, профессор

Кафедра «Информационные системы»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Использование нейронной сети YOLOv5 для идентификации личности по запястью

Распознавание личности по особенностям запястья с применением нейронной сети YOLO представляет собой динамично развивающуюся область исследований в компьютерном зрении.

В данной работе была проведена разработка системы распознавания личности на базе архитектуры YOLO с использованием Python и вычислительных мощностей графических процессоров в Google Colab.

Для обучения и настройки нейронной сети YOLO были рассмотрены различные версии архитектуры, включая YOLOv3, YOLOv4 и YOLOv5. Были проведены серии экспериментов с разными комбинациями архитектур и параметров обучения для достижения наилучших результатов. Использовались разнообразные наборы данных, включая изображения запястий с разных углов обзора и при различных условиях освещения, что способствовало созданию более устойчивой и точной системы распознавания.

Итоговые результаты программы продемонстрировали высокую точность распознавания личности по запястью. Средняя точность (Mean Average Precision – mAP) достигла отметки 0,9, что свидетельствует о высоком уровне правильных идентификаций. Также была оценена скорость работы системы, позволяющая распознавать и идентифицировать личность в реальном времени с высокой производительностью.

Ключевые слова: визуальные вычисления, искусственный интеллект, классификация изображений, нейронные сети, аннотирование изображений, YOLO.

D. A. Nikitin, Student
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Classification of scientific articles by CSCSTI using convolutional neural network

The article examines the practical implementation of convoluted neural networks for classification of scientific articles. The author explains principle of network operation and the steps of implementation: data preparation, data preprocessing, developing and implementation of network architecture. The results of the work were analyzed and conclusions about the network were made.

Keywords: neural networks, artificial intelligence, convolution neural network, text classification, text data pre-processing.

Introduction

Text classification is a common task for neural networks and artificial intelligence. One of the subtasks is the classification of scientific articles according to CSCSTI. This network can serve as a tool for classifying uncategorized texts and also as an assistant in determining the correct category for an article. This article will discuss the step-by-step process of developing a neural network.

Convolutional layers, or CNN, were chosen as the basis for the neural network. The reason for this choice is that they are simple in their architecture and implementation. Recurrent neural networks, or RNN, serve as a somewhat analogous option in simplicity. Their advantage lies in considering the order of words. For them, the sentences "Sergei loves Daria" and "Daria loves Sergei" are different data. However, this presents a problem when processing large texts because RNN will attempt to consider the word order, significantly affecting training time. CNN, on the other hand, tries to find patterns in texts to determine the correct category [1].

Data Preprocessing

Before passing a text for processing by neural networks, it needs to be preprocessed as it contains a lot of unnecessary information.

We'll start processing by converting the text to lowercase. This is because we're less concerned with whether a word was at the beginning of a sentence, so we can skip that information. It's more important for us that, for example, the words "Therefore" and "therefore" are equivalent for the neural network.

Since we're analyzing words in Russian with possible use of English characters and words, we'll remove from the text all characters that do not belong to the Russian and Latin alphabets.

After the initial text processing, we'll tokenize the text. That is, instead of one variable of type "string" containing the entire text, we'll get an array of strings, each element of which contains a separate word (Fig. 1). This way, we get rid of spaces, making it easier to process the data.

The sun was setting, leaving orange reflections on the water.

Fig. 1. An example of text tokenization

In addition to text preprocessing, we'll also process the tokens. We'll take the following steps:

1) remove tokens that contain one-character words. These tokens are not informative, so we can remove them;

2) remove tokens that contain stopwords in Russian and English. Stopwords are the most commonly used words in languages. These stopwords usually include prepositions, conjunctions, articles, and other parts of speech that do not carry semantic load in the context of analysis.

The goal of text and token preprocessing is not only to reduce noise and increase the informativeness of the text but also to reduce the number of tokens that the neural network needs to process. In this way, we will speed up the training time of the network.

Word Embedding

After preprocessing the text, which helped us reduce noise, we need to convert the original data into a format that the neural network can process. However, the neural network can only work with numbers and cannot perceive our string data. Therefore, we are faced with the task of translating textual data into numerical data.

One possible solution is to use word embeddings. This method involves representing a word to some vector with numbers of fixed length. Moreover, vectors of words that are similar in meaning can be very close to each other [2].

Forming such vectors is a separate task, which creates vectors based on the analysis of a large amount of text. There are several ways to form them, but in this example, I will use GloVe [1]. In this case, the neural network analyzes how often pairs of words occur together. Since this task requires significant computational resources, I will use pre-trained vectors in my program.

It is worth noting that in the process of data preprocessing, words in the text could also be lemmatized. However, since in that case, we lose information about the word form, and the used dictionary contains vectors for words with different forms, this step was skipped.

Now let's go through our tokens and assign an index to each word that corresponds to that word in our dictionary (pre-trained word embedding). We will only convert the word index to a word vector directly when processing a specific part of the text. This is done to avoid storing a huge number of numbers in memory simultaneously.

It is also worth noting that if the word in the text does not exist in the dictionary, then instead of this word you need to substitute a vector that corresponds to an unknown word in the dictionary.

Convolution

In the context of the article classification task, convolution represents a certain "window" with a specific length that moves along the text and tries to find certain patterns in the text [1].

This «window» which already has certain weights assigned to it, applies a multiplication operation to the word vectors that got into this «window» after which the numbers are summed. Based on the resulting number, we can judge how close these words are to the pattern specified in the convolution.

For our network, we will create several types of convolutions, the sizes of which will vary from three to five. For each type, we will create 150 instances of convolution. Thus, each instance will capture a certain pattern in the text, and based on this data, we will draw conclusions.

sun setting leaving orange reflections water
sun setting leaving orange reflections water
sun setting leaving orange reflections water
sun setting leaving orange reflections water

Fig. 2. An example of the motion of a 3-sized convolution

Max-pooling

This layer of the neural network will compress the vectors obtained after convolution (Fig. 3) [3].

We will select a certain block of the numbers obtained after convolution and will select the largest ones. The size of the block will depend on the size of the convolution window. This operation will reduce the dimensionality of our data and help to highlight the most significant features. This will reduce the processing time and focus on the most important aspects of the text.

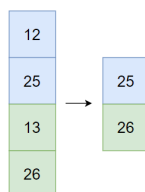


Рис 3. Пример max-pooling

Dropout

Due to the large number of convolutions, overfitting is inevitable. This situation occurs when the network fails to identify a pattern in the data and simply starts to memorize it, which devalues the purpose of the neural network as it becomes ineffective on new data.

To avoid this, we will use dropout, which is a regularization technique [3]. The essence is to randomly «turn off» some neurons during model training. This is done by setting the value of the neuron to zero with a certain probability. In other words, we remove some connections between neurons, thereby forcing neurons to work independently and reducing the likelihood of strong interdependence between them. The working principle is shown in Fig. 4.

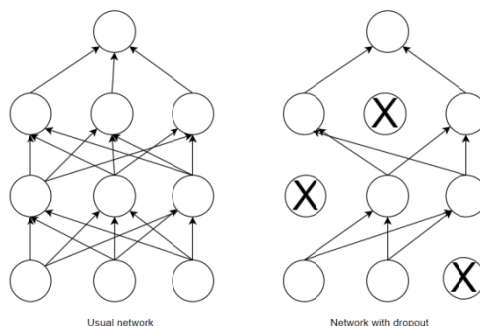


Fig. 4. An example of dropout

Architecture

The designed neural network takes an array of tokens with numbers as input, where each number determines the index of a word in the dictionary. From this dictionary, we can extract a word vector for subsequent processing. The final architecture of the neural network is as follows:

- 1) conversion of tokens with indices into an array with word vectors;
- 2) convolutional layers with window sizes of three, four, and five. Each type contains 150 convolutions;
- 3) max-pooling layer;
- 4) fully connected functional layer (depicted in Fig. 4 as a usual network). This layer allows us to determine the dependency of the resulting data on the previous layer and the final class of text;
- 5) dropout layer.

Also, to optimize the network's operation, we will apply batches. This is a technique in which we feed data into the neural network in batches, average the resulting result, and adjust the network's weights based on this.

Since the texts have varying lengths, when processing batches, we will increase their length to a uniform size by adding zero vectors to the end of the text.

As the loss function, we will choose categorical cross-entropy, as it is well suited for multi-class classification tasks.

Since there are many CSCSTI classes and the network requires a large amount of data to work effectively, for testing, we will study the network's performance on 7 classes. We will highlight the following network parameters:

- 1) dropout = 0.7;
- 2) learning rate = 0.15;
- 3) number of epochs = 20 (the number of times we iterate through the training dataset);
- 4) batch size = 16;
- 5) data size - 7 classes, with 30 texts in each.

Results and Limitations

After the network's operation, we obtain the following data (Fig. 5):

Epoch	Train Loss	Val Loss	Val Acc	Time elapsed
1	4.244271	2.691791	16.20	50.56
2	2.145017	1.702017	43.06	34.93
3	1.602488	1.644327	44.44	33.00
4	1.286218	1.405316	47.69	35.23
5	1.215948	1.303918	50.23	29.83
6	1.016025	1.165409	64.35	28.40
7	0.864965	1.103716	72.22	31.38
8	0.731107	1.042671	68.06	36.60
9	0.643218	1.041844	68.98	37.25
10	0.633475	0.934823	78.01	35.68
11	0.519615	0.883753	73.38	39.76
12	0.554982	0.829738	89.58	36.68
13	0.409345	0.765413	91.67	34.33
14	0.443206	0.798672	80.56	32.14
15	0.353866	0.684321	93.75	48.86
16	0.356655	0.639104	91.67	46.32
17	0.290797	0.673018	90.05	40.11
18	0.287810	0.604455	89.58	30.51
19	0.276953	0.690410	93.75	28.50
20	0.215192	0.555351	90.05	30.19

Training complete! Best accuracy: 93.75%.

Fig. 5. Data of network operation during training

In each row, the following data is provided:

- 1) epoch - the current epoch number;
- 2) train loss - the loss value for the training dataset;
- 3) val loss - the loss value for the validation dataset;
- 4) val Acc - accuracy value (the proportion of correct answers);
- 5) time elapsed - the time in milliseconds it took for the network to train on this epoch.

As we can see, with each epoch, the loss function decreases. Val accuracy does not consistently increase due to the fact that we adjust the weights of the neural network based on the training dataset and then check the result on the validation dataset. Let's apply our network to the test dataset, which the neural network has not seen before (Fig. 6).

Test size: 43
Accuracy: 0.9534883720930233

Fig. 6. Neural network efficiency

In the end, we ended up with a pretty good result. For practical application it is necessary to extend the number of classes for classification and train it on a lot of data.

References

1. *Masato Hagiwara*. Real-world Natural Processing. – 1st ed. – USA : Manning, 2021. – 322 p.
2. The wonderful world of Word Embeddings: what are they and why are they needed? // Habr. – Available at: <https://habr.com/ru/companies/ods/articles/329410/> (accessed: 10.04.2024).
3. Dropout - a method of solving the problem of retraining in neural networks // Habr. – Available at: <https://habr.com/ru/companies/wunderfund/articles/330814/> (accessed: 10.04.2024).
4. *Delip Rao, Brian McMahan*. Natural Language Processing with PyTorch: Build Intelligent Language Applications Using Deep Learning 1st Edition. – 1st ed. – USA : O'Reilly Media, 2019. – 254 p.
5. PyTorch documentation // Pytorch. – Available at: <https://pytorch.org/docs/stable/index.html> (accessed: 10.04.2024).
6. Rus scientific articles // Kaggle. – Available at: <https://www.kaggle.com/datasets/ergkerg/russian-scientific-articles> (accessed: 10.04.2024).

Д. А. Никитин, студент

Кафедра «Программное обеспечение»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Применение сверточных нейронных сетей для классификации научных статей по ГРНТИ

В статье рассматривается практическая реализация сверточных нейронных сетей для классификации научных статей. Рассмотрены принципы работы сети и шаги реализации: подготовка данных, предобработка данных, проектирование и построение архитектуры сети. Проанализированы результаты работы и сделаны выводы о работе сети.

Ключевые слова: нейронные сети, искусственный интеллект, сверточная нейронная сеть, классификация текстов, предобработка текстовых данных.

Г. А. Патрушев, студент
Институт непрерывного профессионального образования
О. Л. Макарова, преподаватель
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка модуля системы документооборота на основе объектного хранилища для загрузки и скачивания файлов

Статья посвящена разработке модуля системы документооборота на основе сервиса object storage от Yandex. Для написания программы использован язык PHP и комплект средств разработки AWS SDK для PHP. В статье описывается модуль системы загрузки и скачивания для системы документооборота. Также рассматривается архитектура модуля, его основные функции, возможности и настройка для работы с Yandex cloud.

Ключевые слова: документооборот, Yandex cloud API, object storage, AWS SDK, S3, обмен файлов, Yandex cloud, язык программирования PHP.

Введение

Современный бизнес не может обойтись без системы документооборота, позволяющей управлять и обмениваться информацией внутри компании или с внешними партнерами. Одним из ключевых элементов такой системы является модуль для загрузки и скачивания файлов, который позволяет пользователям быстро и удобно обмениваться документами. Для решения этой проблемы было решено разработать веб-сервис, работающий совместно с object storage от Yandex cloud.

Object storage от Yandex cloud представляет собой вариант реализации S3 или Simple Storage Service, разработанного Amazon Web Services. Выбор S3-сервиса от Yandex cloud в качестве места для хранения обусловлен предоставляемыми им преимуществами: масштабируемость, гибкость, надежность, экономичность [1].

Для упрощения и удобства взаимодействия с API object storage был использован комплект средств разработки AWS SDK для PHP.

Основная часть

Целью работы является разработка модуля системы документооборота на основе объектного хранилища для загрузки и скачивания файлов.

Выбор языка PHP обусловлен несколькими ключевыми факторами:

- Поддержка AWS SDK: PHP имеет поддержку SDK-библиотеки для работы S3.
- Широкое распространение PHP: один из самых популярных языков для создания веб-приложений, что положительно скажется на простоте обслуживания.
- Совместимость с PostgreSQL, Laravel, что значительно сказывается на скорости и простоте разработки.

Для реализации процесса загрузки в object storage необходимо передать авторизованный HTTP PUT-запрос к Yandex cloud API, в котором необходимо указать следующую информацию:

- секретный ключ сервисного аккаунта;
- ключ сервисного аккаунта;
- версия сервиса;
- URL API;
- регион, в котором находится сервер с хранилищем;

- название сервиса, к которому адресован запрос;
- файл;
- название корзины, в которой будет лежать файл;
- название объекта.

В качестве ответа принимаем сообщение с кодом ответа.

Процесс загрузки файла показан на диаграмме, изображенной на рис. 1.

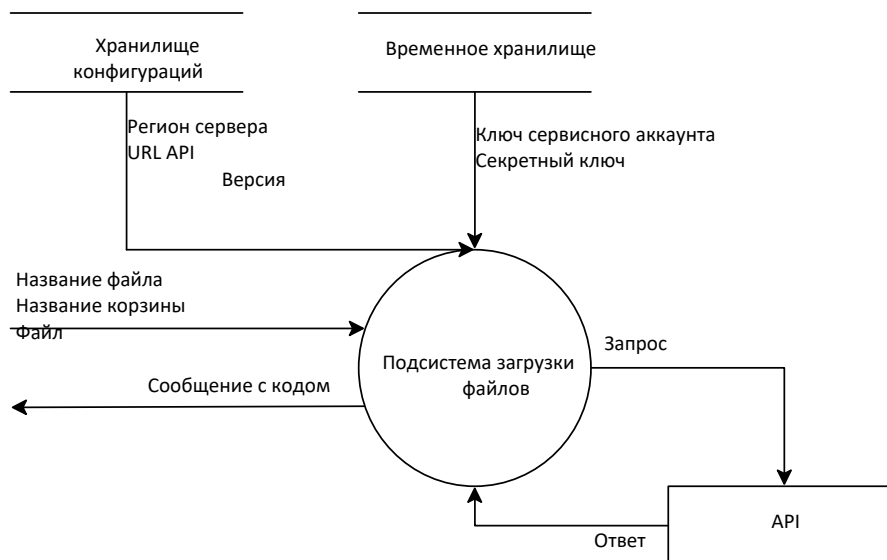


Рис. 1. DFD-диаграмма процесса загрузки файла

Для подключения и получения доступа к API Yandex cloud был разработан представленный ниже метод, возвращающий S3Client [2] для подключения к API.

```

public function GetS3ClientClient(string $serviceName, string $endpointUrl): S3Client
{
    $s3 = new S3Client([
        'credentials' => [
            'key'    => 'API_KEY',
            'secret' => 'SECRET_API_KEY',
        ],
        'version' => 'VERSION',
        'endpoint' => $endpointUrl,
        'region' => 'default-ru-central1-a',
        'service_name' => $serviceName,
    ]);
    return $s3;
}
  
```

Здесь:

- API_KEY – ключ доступа сервисного аккаунта к API;
- SECRET_API_KEY – секретный ключ доступа сервисного аккаунта к API;
- \$endpointUrl – URL-адрес API;
- \$serviceName – наименование сервиса;
- VERSION – версия сервиса.

Для загрузки файлов был разработан метод, использующий метод библиотеки AWS SDK putObject [3], представленный ниже.

```

public function fileUpload(string $bucket, string $objectKey, string $filePath): string
{
    $S3ClientClass = new S3ClientClass();
    $s3 = $S3ClientClass->GetS3ClientClient('s3', 'https://storage.yandexcloud.net/');

    $result = $s3->putObject([
        'Bucket' => $bucket,
        'Key'    => $objectKey,
        'Body'   => fopen($filePath, 'r'),
    ]);
    return $result->get('@metadata')['statusCode'];
}

```

Здесь:

- \$bucket – наименование корзины;
- \$objectKey – наименование файла;
- \$filePath – локальный путь до файла.

Проверка работы метода fileUpload со следующими значениями:

fileUpload ("istutestbucket", "istutestdoc.docx", "C:\test\ istutestdoc.docx")

В результате выполнения этих действий получаем файл в облачном хранилище object storage. Результат работы показан на рис. 2.

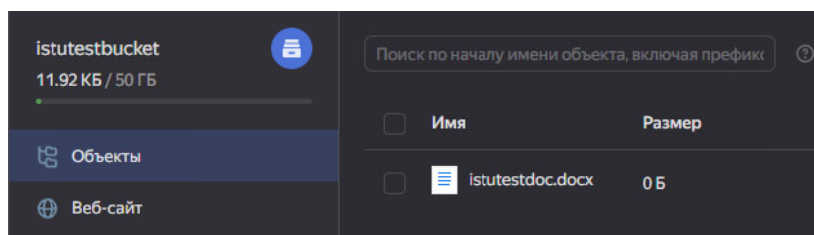


Рис. 2. Результат процесса загрузки файла

Для реализации процесса скачивания файла с object storage необходимо передать авторизованный HTTP GET-запрос к Yandex cloud API [3], в котором необходимо указать следующую информацию:

- секретный ключ сервисного аккаунта;
- ключ сервисного аккаунта;
- версия сервиса;
- URL API;
- регион, в котором находится сервер с хранилищем;
- название сервиса, к которому адресован запрос;
- название корзины, в которой будет лежать файл;
- название объекта.

В качестве ответа получаем сообщение с кодом HTTP-ответа, авторизованную ссылку в случае правильно указанных данных, по которой можно скачать файл.

Процесс загрузки файла показан на диаграмме, изображенной на рис. 3.

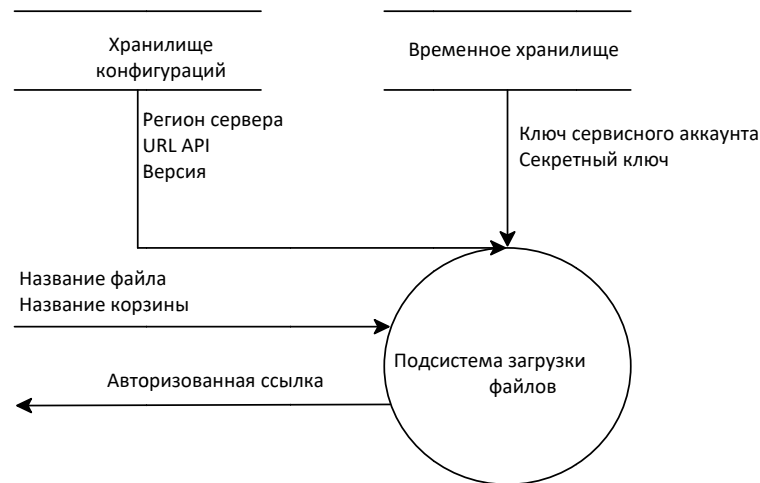


Рис. 3. DFD-диаграмма процесса скачивания файла

Для загрузки файлов был разработан метод, использующий методы библиотеки AWS SDK getObject [4], createPresignedRequest, getUri [5], представленный ниже.

```

public function fileDowload(string $bucket, string $objectKey): string
{
    $S3ClientClass = new S3ClientClass();
    $s3 = $S3ClientClass->GetS3ClientClient('s3', 'https://storage.yandexcloud.net/');
    $command = $s3->getCommand('GetObject', [
        'Bucket' => $bucket,
        'Key' => $objectKey,
    ]);
    $request = $s3->createPresignedRequest($command, '+15 minutes');
    $downloadUrl = (string)$request->getUri();
    return $downloadUrl;
}
  
```

Проверка работы метода fileDowload с следующими значениями:
fileDowload("istutestbucket", "istutestdoc.docx").

Здесь:

- \$bucket – наименование корзины в облачном хранилище, где лежит файл;
- \$key – наименование файла.

В результате выполнения этих действий получаем авторизованную ссылку, при переходе по которой скачивается файл. Результат работы показан на рис. 4.

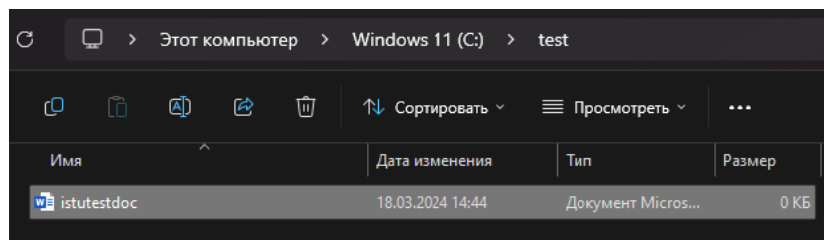


Рис. 4. Результат процесса скачивания файла

Вывод

В ходе проделанной работы был разработан и протестирован модуль системы документооборота для загрузки и скачивания файлов, основанный на хранении документов в object storage. Использование object storage ускоряет доступ к файлам, позволяет легко масштабировать систему, делает ее безопаснее и надежнее.

Список использованных источников и литературы

1. S3 // Yandex cloud. – URL: <https://cloud.yandex.ru/ru/docs/glossary/s3> (дата обращения: 17.03.2024).34
2. Basic usage // Amazon Simple Storage Service. – URL: https://docs.amazonaws.cn/en_us/sdk-for-php/v3/developer-guide/getting-started_basic-usage.html (дата обращения: 18.03.2024).
3. PutObject // Amazon Simple Storage Service. – URL: https://docs.amazonaws.cn/en_us/AmazonS3/latest/API/API_PutObject.html (дата обращения: 18.03.2024).
4. GetObject // Amazon Simple Storage Service. – URL: https://docs.amazonaws.cn/en_us/AmazonS3/latest/API/API_GetObject.html (дата обращения: 18.03.2024).
5. Creating pre-signed request // Amazon Simple Storage Service. – URL: https://docs.amazonaws.cn/en_us/sdk-for-php/v3/developer-guide/s3-presigned-url.html (дата обращения: 18.03.2024).

G. A. Patrushev, Student
Institute of Continuing Professional Education
O. L. Makarova, Senior Lecturer
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of a document management system module based on an object storage or uploading and downloading files

The article is devoted to the development of a document management system module based on the Yandex object storage service. The PHP language and the AWS SDK development kit for PHP were used to write the program. The article describes the module of the upload and download system for the document management system. The architecture of the module, its main functions, capabilities and configuration for working with Yandex cloud are also considered.

Keywords: workflow, Yandex cloud API, object storage, AWS SDK, S3, file sharing, Yandex cloud, PHP programming language.

К. Ю. Петухов, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Вычислительная техника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Некоторая статистика 62-й редакции списка Топ-500 наиболее производительных суперЭВМ мира

В статье приводятся статистические данные о наиболее производительных ЭВМ мира, фирм производителей, практической реализации и их локации

Ключевые слова: суперЭВМ, производительность, индекс цифровизации.

В данной статье рассмотрим, какие изменения произошли в списке Топ-500 в сравнении с предыдущей редакцией [1] и как представлена Россия в данном списке (напомним, что список формируется два раза в год, в июне и ноябре). Рассмотрим также некоторые сопоставимые характеристики для систем списка.

Приведем некоторые суперкомпьютеры из списка Топ-500 суперЭВМ мира, соответствующего состоянию на ноябрь 2023 г. (62-й редакции списка) [2]. Со списком Топ-500 в русскоязычном интернете можно ознакомиться по ссылке, приведенной в источнике [3]. Также большой интерес представляет Национальный суперкомпьютерный форум (НСКФ). НСКФ посвящен вопросам создания и практики применения суперкомпьютерных технологий, проводится ежегодно при поддержке Отделения нанотехнологий и информационных технологий Российской академии наук. С материалами форума можно ознакомиться на сайте форума: <https://2023.nscf.ru>.

Рейтинг суперкомпьютеров составляется на основе бенчмарка Linpack's Highly Parallel Computing» (HPLinpack, язык разработки – Си), автор – Джек Донгарра (родился в США в 1950 г., математик, специалист по информатике).

Здесь применяются следующие обозначения:

Rank – порядковый номер в списке Топ-500;

System – название (тип) компьютера, указанное поставщиком, и организация, в которой установлен компьютер, а также страна;

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, квадранлион оп.п.т./с) – 10^{15} Flop/s;

EFlop/s (ExaFlop/s, квинтиллион оп.п.т./с) – 10^{18} Flop/s.

Таблица 1. Некоторые системы из списка Топ-500

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	Aurora - HPE Cray EX - Intel Exascale Compute Blade, Xeon CPU Max 9470 52C 2.4GHz, Intel Data Center GPU Max, Slingshot-11, (link is external)Intel DOE/SC/Argonne National Laboratory(link is external) United States	4,742,808	585.34	1,059.33	24,687
3	Eagle - Microsoft NDv5, Xeon Platinum 8480C 48C 2GHz, NVIDIA H100, NVIDIA Infiniband NDR, (link is external)Microsoft Microsoft Azure(link is external) United States	1,123,200	561.20	846.84	
4	Supercomputer Fugaku - Supercomputer Fugaku, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu interconnect D, (link is external)Fujitsu RIKEN Center for Computational Science (link is external) Japan	7,630,848	442.01	537.21	29,899
36	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	
58	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	
64	Lyapunov - Inspur NF5488A5, AMD EPYC 7662 64C 2GHz, NVIDIA A100 40GB, Infiniband, NVIDIA, Inspur Yandex Russia	130,944	12.81	20.03	
67	Christofari Neo - NVIDIA DGX A100, AMD EPYC 7742 64C 2.25GHz, NVIDIA A100 80GB, Infiniband, Nvidia SberCloud Russia	98,208	11.95	14.91	
119	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	
370	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	
433	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	TX-Green2 - PowerEdge C6420, Xeon Platinum 8260 24C 2.4GHz, 25G Ethernet, (link is external)ACTION MIT Lincoln Laboratory Supercomputing Center (link is external) United States	43,200	2.02	53.08	

Как и в предыдущей редакции списка, первое место занимает суперкомпьютер Frontier (рис. 1) производства HPE Cray на базе процессоров AMD EPYC 64C и графических ускорите-

лей AMD Instinct 250X, установленный в Oak Ridge National Laboratory (ORNL), с пиковой производительностью 1679.82 квадриллионов (10^{15}) операций с плавающей точкой в секунду (PFlop/s) и производительностью на тесте Linpack 1194 PFlop/s, т. е. 1,194 ExaFlop/s (квинтиллион оп.п.т./с). Система имеет водяное охлаждение.

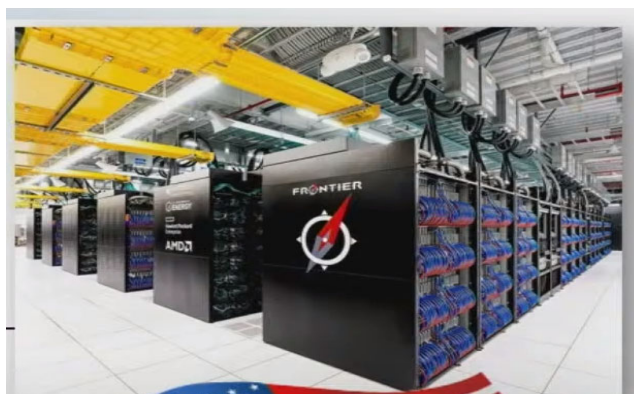


Рис. 1. СуперЭВМ «Frontier»

На второе место списка попала первая очередь будущего эксафлопсного суперкомпьютера Aurora HPE Cray EX на базе процессоров Intel Xeon CPU Max и графических ускорителей Intel Data Center GPU Max, устанавливаемого в Argonne Leadership Computing Facility, с производительностью на тесте Linpack 585.34 PFlop/s.

На третье место списка попала новая система Eagle на базе процессоров Intel Xeon Platinum 8480C и графических ускорителей NVIDIA H100, установленная в Microsoft Azure Cloud, с производительностью на тесте Linpack 561.2 PFlop/s.

В данной редакции списка Россия вновь представлена 7 системами, но с понижением в рейтинге производительности.

На 36-е место списка с 27-го опустился суперкомпьютер Chervonenkis производства IPE, Nvidia и Tyan, установленный в Yandex, чья пиковая производительность составляет 29.4 PFlop/s, а производительность на тесте Linpack – 21.5 PFlop/s, что составляет 1,80 % от производительности системы топ-1.

На 58-е место списка с 46-го опустился суперкомпьютер Galushkin производства IPE, Nvidia и Tyan, установленный в Yandex, чья пиковая производительность составляет 20.6 PFlop/s, а производительность на тесте Linpack – 16 PFlop/s, что составляет 1,34 % от производительности системы топ-1.

На 64-е место списка с 52-го опустился суперкомпьютер Lyapunov производства NUDT и Inspur, установленный в Yandex, чья пиковая производительность составляет 20 PFlop/s, а производительность на тесте Linpack – 12.8 PFlop/s, что составляет 1,07 % от производительности системы топ-1.

На 67-е место списка с 55-го опустился суперкомпьютер Christofari Neo производства NVIDIA, установленный в Сбербанке, чья пиковая производительность составляет 14.9 PFlop/s, а производительность на тесте Linpack – 12 PFlop/s, что составляет 1,00 % от производительности системы топ-1.

На 119-е место списка с 96-го опустился суперкомпьютер Christofari производства NVIDIA, установленный в Сбербанке, чья пиковая производительность составляет 8.79 PFlop/s, а производительность на тесте Linpack – 6.67 PFlop/s, что составляет 0,56 % от производительности системы топ-1.

На 370-е место списка с 329-го опустился суперкомпьютер Lomonosov 2 производства компании «Т-Платформы», установленный в Научно-исследовательском вычислительном центре МГУ имени М. В. Ломоносова, чья пиковая производительность составляет 4.95 PFlop/s, а производительность на тесте Linpack – 2.48 PFlop/s, что составляет 0,21 % от производительности системы топ-1.

На 433-е место списка с 391-го опустился суперкомпьютер MTS GROM производства NVIDIA, установленный в #CloudMTS, чья пиковая производительность составляет 3.01 PFlop/s, а производительность на тесте Linpack – 2.26 PFlop/s, что составляет 0,19 % от производительности системы топ-1.

Суммарная производительность систем России в итоге составляет 6,17 % от производительности топ-1.

Проследим, как росла суммарная производительность суперЭВМ по годам в разных странах и Евросоюзе (рис. 2).

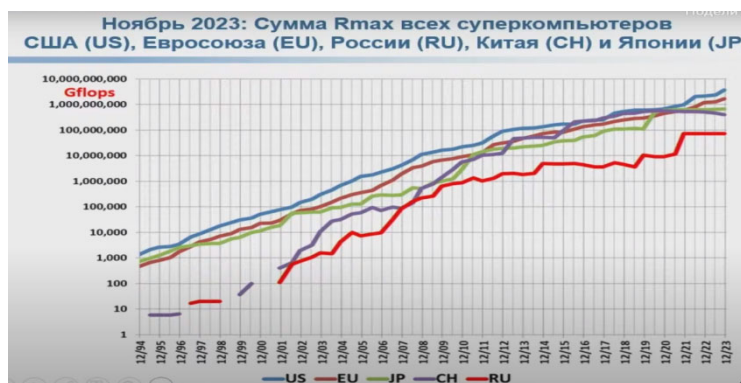


Рис. 2. Производительность по LINPACK

Из рис. 2 видно, что наибольшая суммарная производительность систем России была достигнута в 2021 г. с появлением в списке Топ-500 семи суперЭВМ, о которых сказано выше. Рисунок также показывает год достижения определенной суммарной производительности для каждой страны, союза.

Суммарная производительность систем в списке составляет 7.03 EFlop/s (5.23 EFlop/s полгода назад). Последняя, 500-я, система в новой редакции списка была бы полгода назад на 454-м месте. Для того чтобы попасть в текущий список, потребовалась производительность на тесте Linpack 2.02 PFlop/s (в июне 1.87 PFlop/s).

Впервые за 62 выпуска списка Топ-500 «нарушен» закон Парето (принцип Парето, принцип 80/20 – эмпирическое правило, названное в честь экономиста и социолога Вильфредо Парето, в общем виде формулируется как: «20 % усилий дают 80 % результата, а остальные 80 % усилий – лишь 20 % результата»). Из рис. 3 видно, что 20 % систем (100 систем) списка дают более 80 % производительности от всего списка.

Более того, производительность первых трех систем списка составляет 33 % общей производительности всего списка Топ-500, что также является показательным для текущего списка и характеризует достижение в области вычислений.

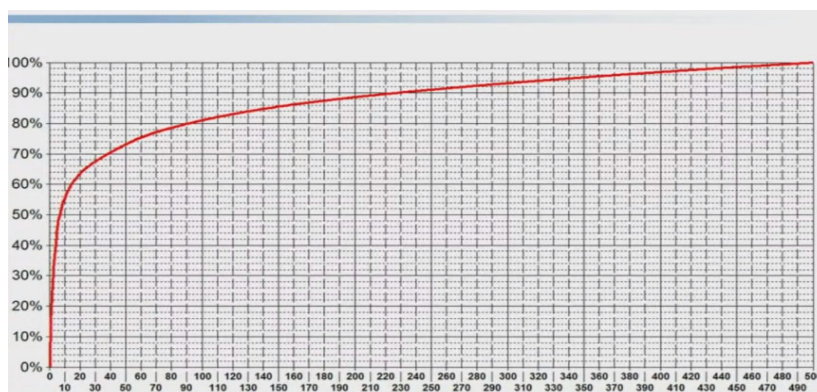


Рис. 3. Иллюстрация закона Парето для списка Топ-500

Определим один из показателей развития компьютерных вычислений страны «Индекс цифровизации», который определяется отношением:

$$K_{ц} = \frac{\text{Сделано вычислений}}{\text{Выпущено продукции}} = \frac{\text{Доля страны в } \sum R_{\max}}{\text{Доля страны в } \sum \text{ВВП}}, \quad (1)$$

где $\sum R_{\max}$ – суммарная максимальная производительность списка Топ-500; $\sum \text{ВВП}$ – суммарное мировое значение ВВП.

Таблица 2. 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	53,81	25,32	2,13	4,6
Китай	5,88	17,86	0,33	0,7
Япония	9,67	4,21	2,30	5,0
Евросоюз	24,55	19,60	1,25	2,7
Великобритания	1,16	2,28	0,51	1,11
Индия	0,27	7,59	0,036	0,08
Россия	1,06	2,3	0,46	—
МИР	100	100	1,0	2,2

Из табл. 2 видно, что индекс цифровизации России в 2,2 раза меньше чем в целом по миру. Из места локации систем индекс цифровизации для России определяется в значительной степени коммерческими системами, что, в свою очередь, указывает на необходимость государственной поддержки развития высокопроизводительных вычислений.

Далее коротко приведем некоторые характеристики систем списка Топ-500, их производителей и страны, где они размещены.

Наиболее популярными коммуникационными технологиями остаются InfiniBand – 219 систем (в прошлом списке 200) и Gigabit Ethernet – 209 систем (227). Коммуникационная технология Omni-Path теперь используется в 33 суперкомпьютерах (35).

Количество систем в списке, построенных на процессорах Intel, уменьшилось с 379 до 338, процессоры AMD используются в 140 системах (121). В список входят 8 систем на базе процессоров Arm. 186 систем использует ускорители или сопроцессоры (в июне – 184).

На первом месте по количеству установленных систем, вошедших в список, остается компания Lenovo – 169 систем (168), далее HPE – 103 системы (100), EVIDEN – 48 систем, Inspur – 34 системы (43). По доле суммарной производительности систем на первом месте HPE – 34,9 % (43,5 %), далее EVIDEN – 9,8 %, Lenovo – 8,6 % (10,2 %), Fujitsu – 8,1 % (10,6 %).

Среди стран по количеству установленных систем на первом месте США – 161 система (150 полгода назад), далее Китай – 104 (134), Германия – 36 (36), Япония – 32 (33). Доля производительности американских систем составляет 53 % от всех систем списка (45,8 %), доля производительности японских систем – 9,5 % (12,5 %), а китайских систем – 5,8 % (8,9 %).

Список использованных источников и литературы

1. Петухов, К. Ю. Некоторая статистика списка Топ500 наиболее производительных Супер-ЭВМ мира. // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании. Молодежный научный форум :сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф. Ижевск, 25–26 мая 2023 г. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2023. – С. 220–225 (128–166). – URL: //itnpo.istu.ru (дата обращения: 16.04.2024).

2. URL: <https://top500.org> (дата обращения: 16.04.2024).

3. URL: <https://parallel.ru/computers/top500.list61.html> (дата обращения: 16.04.2024).

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 Top500 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, practical implementation and their location

Keywords: supercomputer, performance, digitalization index.

Е. В. Потейчук, студент

А. В. Тарутин, кандидат технических наук, доцент

Кафедра информационных технологий и автоматизированных систем
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Анализ текущего бизнес-процесса управления рекламными проектами в агентстве инфлюенсер-маркетинга

В статье исследуется бизнес-процесс управления рекламными проектами в агентстве инфлюенсер-маркетинга. Автор рассматривает этапы процесса на примере одного из лидеров рынка, определяет перспективные области для развития и проблемные места, приводит возможные способы оптимизации бизнес-процесса. Кроме этого в статье приводится актуальная информация о рынке инфлюенсер-маркетинга и его будущем, проблемах, с которыми сталкиваются участники рынка, и важности эффективного управления проектами в этой области.

Ключевые слова: инфлюенсер-маркетинг, управление проектами, анализ бизнес-процесса, оптимизация бизнес-процесса, автоматизация, SWOT-анализ.

В современных реалиях бизнесу недостаточно создать качественный товар или услугу. Залогом успешности компании являются правильно подобранные способы продвижения.

Одним из способов рекламы в интернете является продвижение товаров или услуг с помощью инфлюенсеров. Под понятием «инфлюенсер» понимают человека, у которого есть активная, значительная аудитория (обычно в социальных сетях) и способность влиять на свою аудиторию своим авторитетом, экспертностью, знаниями.

С 2016 по 2022 г. вложения брендов в рекламу у инфлюенсеров увеличились с 1,7 до 16,4 млрд долларов. Ожидается, что в 2023 г. этот показатель вырастет еще на 29 % и составит, по оценкам, 21,1 млрд долларов [1].

Оборот рынка инфлюенс-маркетинга в России по неофициальным данным в 2021 г. составил около 15 млрд руб. По итогам 2022 г. спад не превысил 5 % по сравнению с 2021 г. По прогнозам экспертов, в 2023 г. отрасль не просто вернется к темпам роста предыдущих периодов в 150–200 % по году, но и значительно прирастет в этих показателях [2].

Такое доверие брендов доказывает работу продвижения через лидеров мнений, а компании готовы вкладывать еще больше средств в инфлюенсер-маркетинг. Однако чем масштабнее становятся рекламные кампании, тем больше человеческого и денежного ресурса нужно потратить на их организацию. Поэтому часто в таких случаях бизнес выбирает не проводить рекламные кампании своими силами, а передать их ведение специализированным агентствам.

Все большую популярность набирают агентства инфлюенсер-маркетинга, которые специализируются на реализации и управлении рекламными кампаниями, построенными исключительно на взаимосвязи брендов с инфлюенсерами, лидерами мнений.

На данный момент для таких агентств отсутствие отлаженных бизнес-процессов является одной из главных проблем, которая мешает масштабированию и развитию. Агентствам необходимо уметь управлять рекламными проектами и иметь налаженные бизнес-процессы, которые позволят проводить масштабные рекламные кампании и быть конкурентоспособными как в России, так и зарубежом.

Также агентства инфлюенсер-маркетинга сталкиваются с проблемами измерения результатов кампаний и поиска инфлюенсеров с аудиторией, соответствующей портрету целевой аудитории бренда. Агентства готовы инвестировать в создание автоматизированных систем, которые позволят отбирать подходящих инфлюенсеров, управлять рекламными кампаниями и анализировать результаты продвижения [3].

Рассмотрим бизнес-процесс управления рекламным проектом на примере одной из экосистем инфлюенсер-маркетинга. Экосистема – это набор продуктов и сервисов одной компании. Все сервисы в экосистеме работают как единый организм: подпитывают друг друга финансово и технологически и образуют собой среду обитания клиента.

Рассматриваемая экосистема объединяет в себе несколько продуктов и сервисов: аналитические сервисы (веб-приложение и Telegram-бот) и агентство инфлюенсер-маркетинга.

В штате компании работают более 60 человек. Подразделение «агентство», которое занимается реализацией рекламных кампаний, состоит из директора клиентского сервиса, 4 ведущих аккаунт-менеджеров, 15 аккаунт-менеджеров, 3 менеджеров по документообороту, менеджера по маркетингу и инфлюенсер-менеджеров на фрилансе, не входящих в штат компании (более 20 человек). Часть организационной структуры подразделения «агентство» представлена на рис. 1.

Одновременно в агентстве инфлюенсер-маркетинга могут находиться в работе проекты от 3–5 крупных клиентов и еще несколько проектов от клиентов МСБ (малого и среднего бизнеса). Для работы над проектом привлекаются менеджеры разной степени подготовки, специалисты по документообороту, бухгалтеры и юристы. Выполнение плана по проекту является ключевым показателем эффективности, от которого зависит удовлетворенность клиентов, вероятность их возврата с новыми проектами и вознаграждение сотрудников компании.

Рассмотрим процесс управления проектом на примере одного из проектов агентства. В процессе участвуют: директор клиентского сервиса, ведущий аккаунт-менеджер, аккаунт-менеджер, инфлюенсер-менеджеры, инфлюенсеры. Также косвенно задействуются специалисты других отделов (например, бухгалтерия, документооборот). Входящая информация – заявка от клиента, которую передает клиентский отдел. Используемые системы – электронная почта, Google Sheets, Telegram, система аналитики собственной разработки, социальные сети. Ожидаемый результат процесса – выполненный KPI (key performance indicator) и довольный клиент.



Рис. 1. Часть организационной структуры подразделения «агентство»

Процесс состоит из нескольких подпроцессов:

1. Обработка заявки от клиента.
2. Легализация, т. е. подпись договора, дополнительных соглашений и так далее.
3. Запуск проекта, т. е. набор инфлюенсер-менеджеров, их подготовка.
4. Подбор, бриф и согласование инфлюенсеров.
5. Создание, согласование и публикация креативов.
6. Заполнение отчетных таблиц.

7. Документооборот и оплата рекламных размещений инфлюенсеров.

8. Документооборот и оплата работы инфлюенсер-менеджеров.

Пункты 4, 5 выполняются непрерывно, пункты 6–8 циклично (ежемесячно), пока не будет достигнут ожидаемый результат либо проект не будет завершен досрочно по соглашению сторон.

Проведем SWOT-анализ процесса – один из методов качественного анализа бизнес-процесса. Он представляет собой анализ четырех групп факторов, которые влияют на процесс: сильные стороны (Strengths), слабые стороны (Weaknesses), возможности (Opportunities) и угрозы (Threats). SWOT-анализ состоит из двух этапов. Сначала необходимо определить составляющие этих групп факторов, затем – возможные решения проблем. Далее решения приоритизируются. SWOT-анализ представлен в таблице [4].

SWOT-анализ

Сильные стороны	Слабые стороны	Возможности	Угрозы
Сильная, квалифицированная проектная команда	Нет единой системы хранения информации (данные теряются, происходят ошибки, нужную информацию сложно найти)	Увеличение прибыли за счет масштабирования команды (появится возможность брать более крупные проекты)	Инфлюенсер-менеджеры работают по договорам самозанятости и могут в любой момент прервать работу
Высокий уровень проработки креативов (не пропускаем некачественные)	Долгие согласования между отделами/сотрудниками, клиентом	Увеличение маржинальности за счет сокращения операционных затрат	Сервисы, используемые для оплаты, перестанут работать в России. Нарушится порядок выплат на проектах
Высокий уровень качества коммуникации с инфлюенсерами (всегда на связи, не пропадем, отвечаем на вопросы)	Отсутствие системной обратной связи между сотрудниками, клиентом	Повышение эффективности менеджеров за счет автоматизации рутинных задач	Сокращение потока заявок от клиентов
Руководитель-лидер, который способен мотивировать и вести за собой команду	Недостаточная проработка заявок от клиентов, которая приводит к запуску заведомо неэффективных проектов	Поставить на поток систему онбординга новых сотрудников, чтобы у них было больше мотивации и желания работать в команде	Невыполнение KPI проектов из-за неналаженных процессов внутри проектной команды
	Менеджеры слишком загружены большим количеством ручной работы, не остается времени на «полезную» работу		Уход руководителя-лидера

Проще всего начать оптимизировать процессы с помощью автоматизации. Автоматизация – частный случай оптимизации и улучшения процессов. Она помогает бизнесу экономить время на рутинных операциях. Алгоритмы берут на себя повторяющиеся задачи, а сотрудники уделяют время более важным делам. Автоматизация бизнес-процесса внутри агентства поможет сократить операционные затраты и повысить эффективность сотрудников. Создание собственной инфраструктуры (автоматизированной информационной системы управления проектами рекламного агентства) позволит масштабировать команду и развиваться в рамках количества и объема выполняемых проектов в сфере инфлюенсер-маркетинга.

Для реализации плана необходимо будет решить следующие задачи:

- сформировать требования к реализуемой системе;
- спроектировать схему базы данных, интерфейс и алгоритмы работы разрабатываемой системы;
- проанализировать и выбрать доступные средства разработки;
- реализовать и протестировать спроектированную систему;
- внедрить спроектированную систему и провести технико-экономическую оценку внедрения.

Список использованных источников и литературы

1. The State of Influencer Marketing 2023: Benchmark Report // Influencer Marketing Hub : – URL: <https://influencermarketinghub.com/influencer-marketing-benchmark-report/> (дата обращения: 07.04.2024).
2. В России появилась Ассоциация блогеров и агентств // Газета.ru. – URL: <https://www.gazeta.ru/business/news/2022/06/27/18017444.shtml> (дата обращения: 07.04.2024).
3. How to Choose the Right Influencer Marketing Agency // Influencer Marketing Hub. – URL: <https://influencermarketinghub.com/how-to-choose-influencer-marketing-agency/> (дата обращения: 07.04.2024).
4. Что такое SWOT-анализ и зачем он бизнесу // Laba. – URL: <https://l-a-b-a.com/blog/1290-chto-takoe-swot-analiz-i-zachem-on-biznesu> (дата обращения: 07.04.2024).

E. V. Poteichuk, Student

*A. V. Tarutin, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Information Technologies and Automated Systems
Perm National Research Polytechnic University*

Analysis of the current business process of advertising project management in the influencer marketing agency

The article examines the business process of advertising project management in an influencer marketing agency. The author also examines the stages of the process using the example of one of the market leaders, identifies perspective areas for growth and problem areas, and provides possible ways to optimize the business process. In addition, the article provides up-to-date information about the influencer marketing market and its future, the problems faced by market participants, and the importance of effective project management in this area.

Keywords: influencer marketing; project management; business process analysis; business process optimization; automation; SWOT-analysis.

D. V. Surnin, Master's Degree Student
Department of Information Systems
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Analysis of decision support systems (DSS) and the perspective of their application for the enterprise economy

This article considers the possibility of using Decision Support Systems at the enterprise. It describes the essence of decision support systems. The author provides evidence of the importance of effective management decision-making for the enterprise and identifies the advantages of decisions made by DSS over human decisions. The author also gives an overview of the market of DSS today and suggests the possibility of using DSS in the future.

Keywords: decision support system, DSS, decision making, management decisions.

Today, digital technologies penetrate virtually all spheres of human activity and it is not surprising that they are also actively used in enterprises in the process of their management. The use of various digital technologies in this process is a necessary step for the functioning of the enterprise in modern realities. One of the digital technologies actively used in the enterprise is the decision support system, which greatly facilitates the fulfillment of the relevant task and allows the enterprise to function more efficiently.

This article will examine the use of decision support systems in an enterprise and how they can affect its economy.

To begin with, it is necessary to take a closer look at the very essence of decision support systems, hereinafter referred to as DSS. A DSS is, most often, a software that helps to make an informed decision.

The process of the DSS is as follows:

1. Data collection and analysis - the system collects and analyzes data from various sources to provide the user with complete and accurate information for decision making. This may include data on the current state of affairs, past outcomes, trends, forecasts and other factors.

2. Modeling and Analysis - Based on the data collected, the DSS can create models, scenarios, and predictions to analyze various decision options. This allows users to evaluate the consequences of different actions and choose the best solution.

3. Decision Making - The DSS provides the user with tools to make a decision based on data analysis, modeling, and evaluation of results. The user can use the system's recommendations or make a decision on his/her own.

4. Implementation and control - after the decision is made, the DSS can help to implement the chosen option by tracking the fulfillment of the set objectives, controlling the process and reporting on the results.

The principle of DSS is based on the use of information technologies, mathematical methods, decision-making models and expert knowledge to provide the user with information and tools for making optimal decisions. The combination of these "elements" allows to increase the efficiency of the decision-making process and improve the quality of results.

Fig. 1 shows the basic DSS scheme.

The application area of DSS is large and includes the fields of business, economics, project management, health care and others. DSS helps to reduce decision-making time, improve the effectiveness of decisions and improve the performance of the organization as a whole.

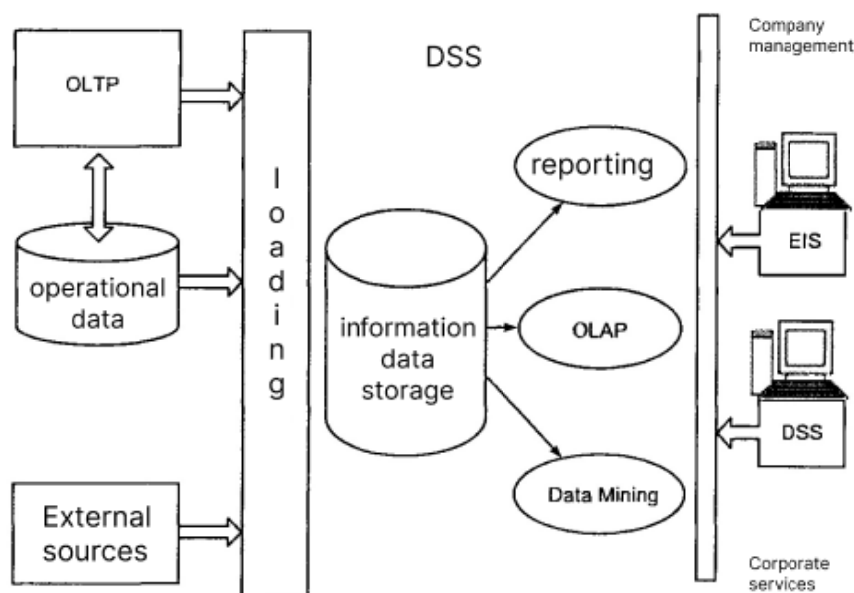


Fig. 1. The basic DSS scheme

All DSSs are divided into several types, each of which has its own features and scope of application. Table 1 presents a comparison of the types of DSS [1].

Table 1. Comparison of types of DSS

Name	Features	Scope of application
Group decision support system	Provides an opportunity for joint decision-making by a group of people	Teamwork, project management, event/event planning
Genetic algorithms and artificial neural networks	Optimize the decision-making process, find optimal solutions to complex problems	Production, logistics, energy
Data-based decision support system	Analyzes data using machine learning algorithms and statistical methods	Marketing, logistics, telecommunications
Knowledge-based decision support system	Uses a knowledge base and rules to analyze data and recommendations	Education
Expert system	Uses the knowledge base of the «experts», imitates the thinking process of the «expert»	Healthcare, Finance, law, science

Next, it is important to outline the role of managerial decision-making for the economy of the enterprise.

Since the adoption of managerial decisions directly affects all the processes of the enterprise: personnel management, work with customers, market analysis, work with warehouses, etc. - it is possible to assess its importance.

By making effective management decisions, it is possible to:

- Increase profits. Making the right decisions can help increase the company's profits by optimizing processes, increasing sales, reducing costs, etc.
- reduce costs. Making effective decisions helps to reduce the costs of the enterprise, which can lead to an increase in its profits and competitiveness.
- manage risks. Making well-considered decisions helps the enterprise to minimize risks and reduce possible negative consequences.

- develop the enterprise. The right decisions contribute to business development, creating new opportunities and expanding the activities of the enterprise.

- strengthen the position of an enterprise in the market. Effective decision-making helps the enterprise to strengthen its position in the market, attract new customers and retain existing ones.

Therefore, we can conclude that effective management decision-making is one of the main factors not only for the viability of the enterprise, but also for its development.

Next, it is worth answering the question: Why are DSS decisions better than human decisions? To answer this question, it is necessary to emphasize the advantages of the former over the latter.

Advantages of DSS decisions over human decisions:

- objectivity. DSS principles are based on data analysis, which avoids subjectivity and bias that can arise in human decision-making.

- analytical approach. DSS allows for comprehensive data analysis and forecasting of possible consequences of various decision options. This helps to identify the optimal solution based on objective criteria.

- speed and efficiency. DSS are able to quickly process a large amount of data and provide the user with decision options in real time. This feature allows to significantly speed up the decision-making process and increase the efficiency of the enterprise's work

- scalability. DSS are adaptive, they can easily scale to handle a wide variety of data volumes and process complexity. This scalability makes DSS a universal tool for decision-making in various fields.

The use of DSS in the enterprise allows:

- optimize decision-making processes

- analyze data and forecasting

- risk management

- improve strategic planning

- increase productivity and efficiency of the enterprise

Thus, the use of decision support systems allows the enterprise to improve efficiency, reduce the likelihood of errors and make informed decisions based on objective data, which contributes to business success [2].

Today, DSS is already effectively used for various purposes, including management decision making in the enterprise.

The most popular products in the DSS market are:

- IBM Watson Analytics

- Tableau

- Microsoft Power BI

- SAS Enterprise Miner

- Oracle Hyperion Planning

Table 2 shows their comparison.

Table 2. Comparison of modern products on the DSS market

Name	Features	Scope of application
IBM Watson Analytics	A cloud-based analysis platform used to explore data, visualize and create models It is used in marketing analysis, process optimization, customer feedback analysis, demand forecasting	Uses artificial intelligence for forecasting, has a wide range of tools for analytics

Table 2 (continued)

Name	Features	Scope of application
Tableau	Software for data visualization and creation of interactive information panels, information panel for data display It is used for sales analysis, business intelligence, reporting, and data monitoring	It can create complex data visualizations and is able to interact with various data sources
Microsoft Power BI	A business analytics platform for data visualization, reporting and analytics It is used for data analysis, budgeting, forecasting	Integrates with Microsoft services, can be used to create analytical applications
SAS Enterprise Miner	Data visualization and analytics software capable of creating predictive models It is used for forecasting, risk analysis, marketing analysis, forecasting	It uses data analysis algorithms, can work with large amounts of information, and allows you to create interactive reports
Oracle Hyperion Planning	Financial planning and analysis software that allows you to create budgets, forecasts and reports It is usually used to manage the finances of a company	Integrates with data management systems, can perform financial analyses and modeling

As can be seen from the table, today the DSS market already contains a large number of software products, among which you can find a solution for any task, but we can make an assumption that DSS will become more and more intelligent over time and will be more automatized. There is a high probability that artificial intelligence technologies will be introduced into DSS, which will increase their abilities even more significantly.

Emphasis of future DSS will be more focused on forecasting - working with a large amount of data they will be able not only to provide options, identify the optimal solution, but also to model what can lead to the adoption of this or that decision.

It is also assumed that over time DSS will be more integratable with other platforms, which will make their application more flexible

In general, if making effective management decisions is the main factor of successful functioning of an enterprise, then the introduction of DSS into the processes of the enterprise is the main action to this end.

References

1. *Благодатский, Г. А.* Процесс проектирования информационных систем поддержки принятия решений для объектов с иерархической структурой // Научная электронная библиотека elibrary.ru. – Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50456860> (accessed: 16.04.2024).
2. *Факторы развития систем управления предприятием в России / А. В. Барсуков, С. И. Великий, М. М. Горохов, А. В. Корепанов* // Научная электронная библиотека elibrary.ru. – Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=ayyiwc> (accessed: 16.04.2024).

Д. В. Сурнин, магистрант
Кафедра «Информационные системы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Анализ систем поддержки принятия решений (СППР) и перспектива их применения
для экономики предприятия**

В статье рассматривается возможность применения систем поддержки принятия решений на предприятии. Дается описание сущности систем поддержки принятия решений. Автор приводит доказательства важности эффективного принятия управленческих решений для предприятия и обозначает преимущества решений, принятых СППР, над решениями, принятыми человеком. Также делается обзор рынка СППР на сегодняшний день и выдвигается предположение о возможностях применения СППР в будущем.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, СППР, принятие решений, управленческие решения.

Г. М. Тулегенов, студент
М. С. Брычкина, кандидат физико-математических наук, доцент
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Применение методов машинного обучения в медицинской диагностике

Рассматривается применение методов машинного обучения в медицинской диагностике. Описываются выявленные особенности в исходных данных для диагностирования, сравниваются показатели моделей машинного обучения.

Ключевые слова: постановка диагноза, машинное обучение, задача классификации.

На сегодняшний день многие процессы можно автоматизировать с помощью различных ИТ-технологий. В частности, в последнее время очень популярно использование нейронных сетей и машинного обучения в различных отраслях, в том числе в медицине.

В монографии [1] рассмотрены: классификация стадий хронической дуоденальной недостаточности (ХДН), традиционные и современные методы обследования пациентов с ХДН, а также классические методы диагностики и установления стадии ХДН.

В данной работе для диагностирования стадии ХДН предлагается использовать методы машинного обучения. Обучение моделей будет проводиться на датасете [2], сформированном на данных обследований реальных пациентов.

Обучающая выборка (рис. 1) состоит из 100 записей, каждая из которых описывается 11 параметрами.

	0	1	2	3	...	96	97	98	99
Эндоскопия (1 - дуоденит, 2 - ДГР, 3 - дилатация ДПК)	1.0	1.0	1.0	1.0	...	3.0	3.0	3.0	3.0
Давление в ДПК	139	139	139	130	...	88,7	87,6	93,1	89,5
КОИД	1,76	1,69	1,64	1,68	...	1,14	1,39	1,34	1,4
Частота ДПК натощак	8,7	8,8	8,9	8,8	...	8,54	5,68	5,58	6,39
Частота ДПК постприанально	14,3	13,9	14,3	16,2	...	5,94	5,6	6,2	6,28
Р желудка/Р ДПК	10,1	10,4	10,1	10,1	...	8	6,4	7,4	7,5
Козф. ритмичности	0,71	0,84	0,86	0,82	...	3,62	3,11	3,04	3,4
Гистология (1 - дуоденит, 2 - атрофия, 3 - метаплазия)	1.0	1.0	1.0	1.0	...	3.0	3.0	3.0	3.0
Гастрин	19	19,2	18,9	19,1	...	30,5	30,7	30,3	30,7
Резорбционная функция (1 - нарушена, 0 - ненарушена)	0.0	0.0	0.0	0.0	...	1.0	1.0	1.0	1.0
Стадия	1.0	1.0	1.0	1.0	...	3.0	3.0	3.0	3.0

11 rows x 100 columns

Рис. 1. Структура датасета

Параметры с первого по десятый представляют собой *фичи* [3] – признаки, которые описывают характеристики объекта и на основании которых предсказывается последний параметр «Стадия» – целевой признак объекта, *target* [4]. Он является категориальным, поэтому решаемая задача является задачей классификации.

Методы машинного обучения реализовываются на языке программирования Python с использованием библиотек Pandas [5], NumPy [6], Matplotlib [7], Scikit-learn [8].

В процессе предварительного анализа данных построена матрица корреляций (рис. 2). Столбцы «Эндоскопия» и «Гистология» полностью совпадают со столбцом целевого признака, поэтому из дальнейших исследований они исключаются, так как иначе в обучении моделей не будет никакого смысла. Кроме того, данные столбцы и столбец «КОИД» содержат результаты инвазивных процедур, в отличие от других данных. Поэтому также исключается

и столбец «КОИД» с целью проверки возможности определения стадии ХДН с использованием оставшихся данных и методов машинного обучения.

Также выявлено, что часть признаков сильно коррелирует между собой (это может плохо сказаться на обучении модели). Групп коррелирующих между собой признаков две – 2, 4, 6 и 5, 7, 9, 10, 11. Из признаков 2, 4, 6 с таргетом значимую корреляцию имеет только столбец 2, поэтому из этой группы достаточно оставить только его. Во второй группе признаки 5, 7, 9, 10, 11 имеют сильную корреляцию с целевым признаком, поэтому они все будут использоваться для построения моделей классификации.

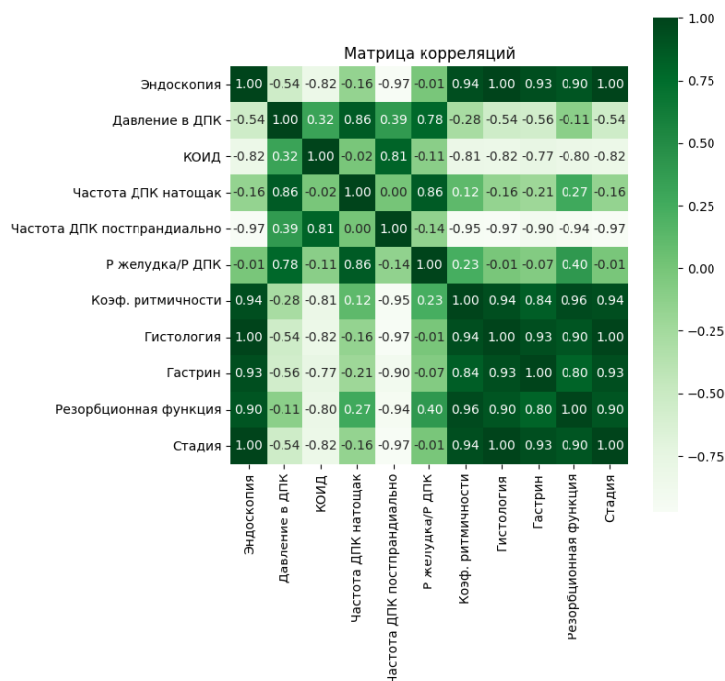


Рис. 2. Матрица корреляций

Для проверки наличия линейной разделимости данных по классам выполнен PCA (principal component analysis, метод главных компонент) [9] по двум компонентам (рис. 3). Разбиение идеальное, значит, проблем с обучением моделей быть не должно.

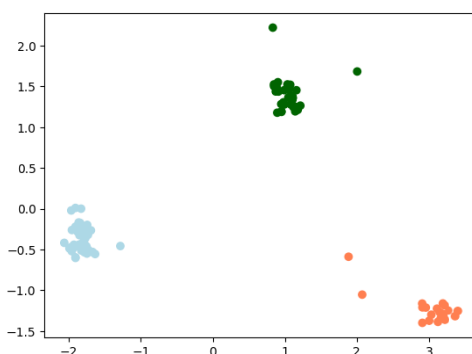


Рис. 3. Разбиение датасета по двум компонентам

Для решения задачи классификации были обучены три модели: модель логистической регрессии, модель случайного леса и модель опорных векторов. Реализация этих моделей осуществлена с использованием классов из библиотеки scikit-learn:

- LogisticRegression;
- RandomForestClassifier;
- SVC.

Для оценки качества моделей применялись метрики F1-score [10] и ROC-AUC [11]. В процессе обучения каждой модели были подобраны оптимальные гиперпараметры, которые отображены в табл. 1.

Таблица 1. Гиперпараметры моделей

Модель	Параметр	Описание	Подбор	Результат
Logistic Regression	solver	тип алгоритма	вручную, по документации	'lbfgs'
	multi_class	тип задачи классификации	вручную, по документации	'multinomial'
Random Forest Classifier	n_estimators	количество решающих деревьев в случайном лесу	GridSearchCV, диапазон [2, 10] шаг 1	2
	max_depth	максимальная глубина решающих деревьев	GridSearchCV, диапазон [2, 10] шаг 1	2
SVC	C	параметр регуляризации	GridSearchCV, диапазон [0.1, 2] шаг 0.1	0.1
	kernel	тип ядра алгоритма	вручную, по документации	'linear'

При проверке работоспособности обученных моделей на тестовых данных было обнаружено, что значения метрик F1-Score и ROC-AUC равны 1 для всех моделей, что указывает на безупречное решение моделями задачи классификации.

Этот результат объясняется тем, что признаки тесно коррелируют с целевой переменной и являются абсолютно различимыми для каждого класса. Однако наблюдается различие в значимости отдельных признаков для определения класса в каждой модели (табл. 2).

Таблица 2. Влияние признаков на определение класса

Модель	Признаки, оказавшие наибольшее влияние
LogisticRegression	1) Резорбционная функция (1 – нарушена, 0 – не нарушена) 2) Коэффициент ритмичности 3) Частота ДПК постпрандиально
RandomForestClassifier	1) Давление в ДПК 2) Коэффициент ритмичности 3) Частота ДПК постпрандиально
SVC	1) Давление в ДПК 2) Частота ДПК постпрандиально 3) Гастрин

По результатам проведенного исследования можно утверждать, что методы машинного обучения, примененные для диагностики ХДН на основе имеющихся результатов обследований пациентов, показали отличные результаты. Таким образом, разработан метод, позволяющий с высокой точностью определить стадию ХДН без проведения инвазивной диагностики.

Список использованных источников и литературы

1. Вахрушев, Я. М. Хроническая дуоденальная недостаточность / Я. М. Вахрушев, М. С. Бусыгина ; Министерство здравоохранения Российской Федерации ; Ижевская государственная медицинская академия, Кафедра пропедевтики внутренних болезней с курсом сестринского дела. – Ижевск : ИГМА, 2021.
2. Для чего аналитику данных датасет и где его взять // Блог Яндекс Практикума. – URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/dataset-dlya-mashinnogo-obucheniya-i-analiza/> (дата обращения: 01.12.2023).

3. Построение и отбор признаков. Часть 1: feature engineering // proglib. – URL: <https://proglib.io/p/postroenie-i-otbor-priznakov-chast-1-feature-engineering-2021-09-15> (дата обращения: 02.12.2023).
4. Target Variable в Машинном обучении простыми словами // Дзен – URL: https://dzen.ru/a/X_YWvq8ULwsXRO8s (дата обращения: 02.12.2023).
5. Pandas. – URL: <https://pandas.pydata.org/> (дата обращения: 05.12.2023).
6. NumPy. – URL: <https://numpy.org/> (дата обращения: 05.12.2023).
7. Matplotlib. – URL: <https://matplotlib.org/> (дата обращения: 06.12.2023).
8. Scikit-learn. – URL: <https://scikit-learn.org/stable/index.html> (дата обращения: 08.12.2023).
9. Метод главных компонент // Википедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_главных_компонент (дата обращения: 11.12.2023).
10. F-score // Википедия. – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/F-score> (дата обращения: 14.12.2023).
11. ROC-AUC: что это такое и как она оценивает качество модели машинного обучения // API Python. – URL: <https://apipython.ru/roc-auc-cto-eto-takoe-i-kak-ona-ocenivaet-kachestvo-modelej-mashin-nogo-obucheniya/> (дата обращения: 14.12.2023).

G. M. Tulegenov, Student
M. S. Brychkina, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Application of machine learning methods in medical diagnostics

The application of machine learning methods in medical diagnostics is considered. The identified features in the initial data for diagnosis are described, and the indicators of machine learning models are compared.

Keywords: diagnosis, machine learning, classification problem.

Д. В. Целищев, бакалавр
Кафедра «Информационные системы»
М. С. Воробьев, аспирант

Е. Н. Вахрушева, кандидат экономических наук, доцент
С. В. Вологдин, доктор технических наук, доцент
Кафедра «Информационная безопасность»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка программного прототипа оптимизации выпуска продукции машиностроительного предприятия в условиях неопределенности спроса

В работе рассмотрена разработка информационной системы управления планом производства с минимизацией простоев оборудования и складских запасов продукции. Показана актуальность системы в сфере машиностроения, приведена математическая постановка задачи, разобран принцип работы разработанной системы с применением генетического алгоритма. Приведены результаты работы программы на тестовых данных.

Ключевые слова: информационная система, машиностроение, генетический алгоритм, план производства, запасы, оборудование, оптимизация, язык программирования Java.

Актуальность

В условиях современного бизнеса оптимизация производственных процессов становится ключевым фактором успешности компаний. Особенно это актуально в контексте управления планом производства, где эффективное распределение ресурсов и минимизация простоев оборудования и складских запасов играют решающую роль. На сегодняшний день, в условиях быстрого изменения рыночной конъюнктуры и увеличенной конкуренции, обеспечение бесперебойной работы производства и сокращение издержек становятся критически важными для получения прибыли и удовлетворения потребностей клиентов [1].

На данный момент процесс производства и реализации продукции машиностроительного предприятия происходит преимущественно в ручном режиме, т. е. все необходимые расчеты по составлению плана производства производятся людьми на бумаге. Подобный подход можно назвать устаревшим в современных реалиях, поскольку крупные промышленные предприятия стараются автоматизировать как можно большую часть своих бизнес-процессов, тем самым минимизируя участие в них человека.

Автоматизация бизнес-процессов необходима для того, чтобы снизить влияние на производственный процесс человеческого фактора. Как известно, хорошо обученные машины склонны допускать ошибки куда реже, чем хорошо обученный человек, следовательно, требуется автоматизировать бизнес-процесс выпуска продукции машиностроительного предприятия [2].

Постановка задачи

Целью работы будет являться создание информационной системы, позволяющей на основании определенного набора входных данных принимать решение, какую продукцию и в каком количестве необходимо выпустить в определенный временной интервал для оптимального распределения нагрузки между станками и установками с учетом имеющихся складских запасов ресурсов.

Пусть машиностроительное предприятие производит n видов продукции, каждый из которых приносит c денежных единиц прибыли с продажи одной единицы продукции.

Также необходимо учесть план производства конкретной единицы продукции в конкретный временной промежуток (неделя, месяц, год), назовем это x .

При использовании финансов, взятых в кредит, предполагается дальнейшая выплата предприятием определенного процента по кредиту, который будет рассчитываться по следующей формуле:

где $P(z)$ – процентная ставка взятого на выполнение производственного заказа кредита.

$$F(x, z) = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n - f(z) \rightarrow \max. \quad (2)$$

Для производства единицы любого типа продукции предприятие закупает m ресурсов в количестве y и по цене d за единицу ресурса каждого типа. При этом сумма средств, затраченных на приобретение ресурсов, не должна выходить за рамки бюджета предприятия:

Машиностроительное предприятие закупает определенное количество ресурсов, и при планировании производства необходимо учитывать невозможность использования большего количества ресурсов, чем те, которыми владеет предприятие. Из этого следуют следующие ограничения:

Очевидно, что производить продукцию в количествах, превышающих спрос (x_n^*), невыгодно; помимо этого, у предприятия уже может иметься заказ на выбранный временной интервал, следовательно, необходимо также указать минимальный порог выпуска продукции x'_n . Исходя из этого имеем ограничения:

Также ограничивающим фактором является уровень технического оснащения предприятия, определяющий максимально возможный объем выпуска некоторых единиц продукции за определенный временной промежуток. Пусть p_n – максимально возможное количество товара n , которое может произвести предприятие за месяц, временной промежуток выполнения заказа в месяцах назовем k .

$$\begin{aligned}
& \dots\dots\dots \\
& a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq y_m, \\
& x_1 \leq kp_1, x_2 \leq kp_2, \dots, x_n \leq kp_n, \\
& x_1 \leq x_1^*, x_2 \leq x_2^*, \dots, x_n \leq x_n^*, \\
& x_1 \geq x_1', x_2 \geq x_2', \dots, x_n \geq x_n', \\
& y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, \dots, y_m \geq 0, \\
& z \geq 0, \\
& x_1 \in \mathbb{Z}, x_2 \in \mathbb{Z}, \dots, x_n \in \mathbb{Z}.
\end{aligned} \tag{6}$$

Алгоритм решения

Для создания информационной системы управления планом производства с минимизацией простоев оборудования и складских запасов продукции с учетом выведенных целевой функции и системы ограничений был выбран язык программирования Java, помимо этого, в работе использовались дополнительные библиотеки для облегчения и повышения эффективности разработки.

Алгоритм работы приложения можно представить следующим образом: пользователь вводит количество видов продукции, производимой на предприятии, количество используемых при этом видов ресурсов, а также количество месяцев, в течение которых необходимо будет выполнить заказ.

Далее пользователю требуется заполнить две таблицы, включающие в себя сведения об ограничениях производства, а также данные о том, в каких видах продукции какие типы ресурсов используются. Затем нужно указать размер собственных средств предприятия и в случае, если был взят кредит, указать его сумму и процентную ставку.

На этом ввод данных заканчивается, а для проведения расчета нужно нажать на кнопку «Рассчитать».

Вычисление оптимального количества производства каждого из товаров с учетом заданных ограничений производится с помощью генетического алгоритма. Для этого в приложении была подключена библиотека «Jenetics», созданная для гибкой настройки и реализации генетического алгоритма. Для простоты установки дополнительных библиотек использовался сборщик проектов «Gradle». На рис. 1 изображено содержание Gradle-файла для данного проекта.

```

repositories { this: RepositoryHandler
    mavenCentral()
}

dependencies { this: DependencyHandlerScope
    testImplementation(platform("org.junit:junit-bom:5.9.1"))
    testImplementation("org.junit.jupiter:junit-jupiter")
    implementation("io.jenetics:jenetics:7.2.0")
}

tasks.test { this: Test |
    useJUnitPlatform()
}

```

Рис. 1. Содержание Gradle-файла

Как было указано ранее, в проекте используется библиотека Jenetics версии 7.2.0, а также по умолчанию присутствует библиотека для юнит-тестирования Junit версии 5.9.1. Суть Gradle в простой и быстрой установке необходимых для разработчика библиотек – необходимо лишь ввести нужную ссылку, и Gradle автоматически произведет загрузку и установку указанных библиотек, что в значительной степени экономит время [4].

Таким образом, «ключевая» часть программы, производящая непосредственное вычисление оптимальных параметров производимой продукции, выглядит так:

```
public static float fitness(final int[] x) {
    float sum = 0;
    for (int i = 0; i < x.length; i++){
        for(int j = 0 ; j < resourcesCost.length; j++){
            sum += (float) (x[i] * resources[j][i] * resourcesCost[j]);
        }
        if (x[i]<min[i]) return 0;
        if (x[i]>max[i]) return 0;
        if (x[i]>productionLimit[i] * k) return 0;
    }
    if (sum > budget) return 0;
    else return sum;
}

public static void Calculate(double[][] restr, double[][] res,
double qval, double zval, int kval, double pzval) {

    for (int i = 0; i < x.length; i++){
        final Engine<IntegerGene, Float> engine = Engine
            .builder( GenAl::fitness,
                ofVec-
tor(IntRange.of(min[i],max[i]),x.length))
            .populationSize(10000)
            .selector(new MonteCarloSelector<>())
            .optimize(Optimize.MAXIMUM)
            .alterers(
                new Mutator<>(0.05),
                new MeanAlterer<>(0.6)
            )
            .build();}
```

В данном коде описана функция приспособленности с учетом заданных ограничений, необходимая для того, чтобы генетический алгоритм в процессе эволюции отсеивал неподходящих особей и развивал подходящих [5].

Помимо этого, реализован эволюционный двигатель, куда вносятся такие параметры, как метод отбора, вероятность мутации и тип кроссинговера. Вероятность мутации установлена равной 0,5 %, скрещивание особей популяции выполнена путем вычисления среднего арифметического от их значений, вероятность скрещивания равна 60 %. Таким образом, в новой популяции остается 39,5 % особей предыдущей популяции. Отбор сильнейших особей проведен методом Монте-Карло, поскольку на произвольных тестовых данных этот метод отбора показал себя наилучшим образом среди остальных.

Интерфейс приложения разработан с помощью встроенной в Java Development Kit библиотеки «Swing» [6], позволяющей создавать простой пользовательский интерфейс и связывать его с программным кодом Java.

Алгоритм работы программы можно представить в виде блок-схемы, изображенной на рис. 2.

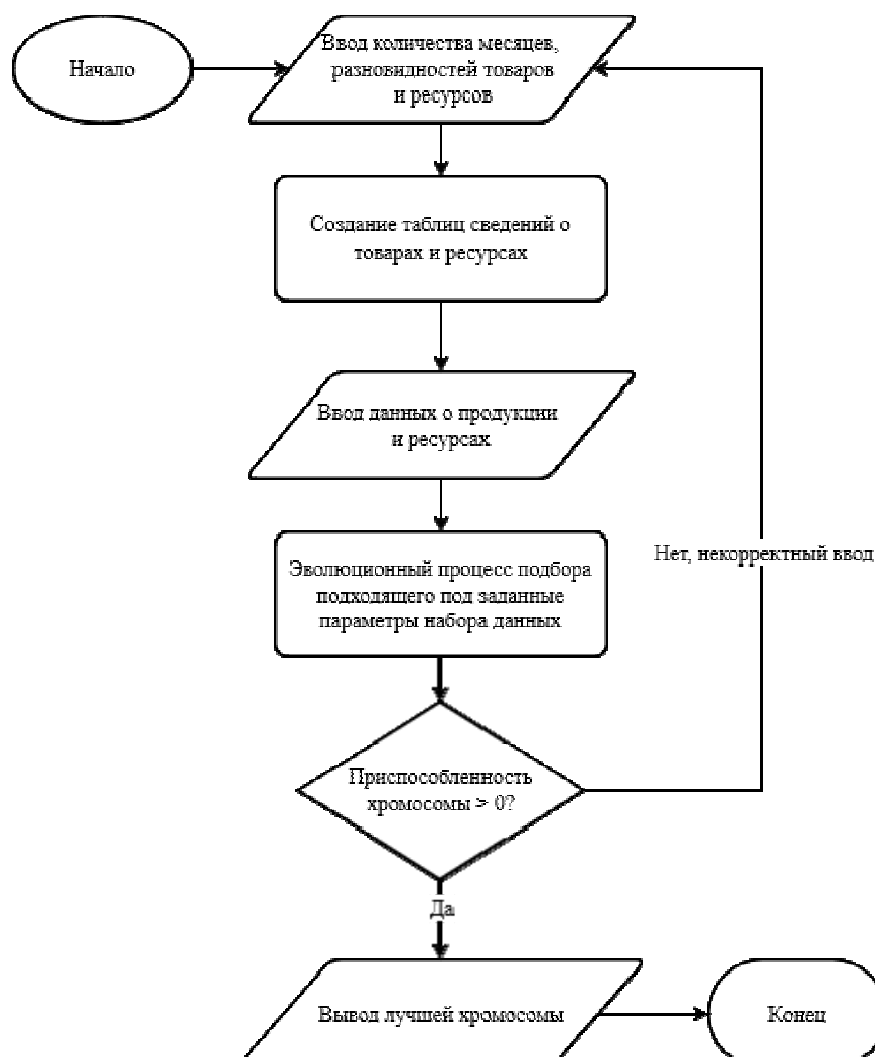


Рис. 2. Алгоритм работы программы

Результаты

Рассмотрим работу программы на некоторых произвольных данных.

Допустим, предприятие производит четыре вида товаров из трех типов ресурсов. Прибыль с продажи единицы изделия составляет 28.5 у.д.е. для первого изделия, 26.6 для второго, 27.3 для третьего и 21.4 для четвертого. Стоимость ресурсов – 2.3 у.д.е. для первого типа сырья, 3.4 для второго и 4.1 для третьего. Пусть также существуют ограничения выпуска продукции – первого товара можно выпустить не меньше 10 и не больше 25 штук в месяц, второго товара не меньше 15 и не больше 30, третьего товара не меньше 12 и не больше 23 и четвертого товара не меньше 14 и не больше 22. Также стоит отметить, что для каждого вида товара выпуск не может превышать 30 единиц в месяц в связи с недостаточным техническим оснащением предприятия.

Далее рассмотрим таблицу, отображающую, какие ресурсы и в каком количестве используются в производстве изделий.

Ресурсы, использующиеся в производстве изделий

Товар	Использование ресурса 1, ед.	Использование ресурса 2, ед.	Использование ресурса 3, ед.
Товар 1	2	3	2
Товар 2	1	4	2
Товар 3	1	1	4
Товар 4	3	2	1

Предположим, что бюджет предприятия равен 2000 у.д.е., заказ планируется выполнять в течение 6 месяцев, а также предприятие имеет возможность взять кредит до 350 у.д.е., если это потребуется.

Далее внесем эти данные в саму программу (рис. 3).

The screenshot shows a window titled "Генетический алгоритм" (Genetic Algorithm). It contains several input fields and two tables.

Input fields at the top: 4, 3, 6.

Button: "Создать таблицу" (Create table).

Сведения о...	Товар №1	Товар №2	Товар №3	Товар №4	Вид ресу...	Товар №1	Товар №2	Товар №3	Товар №4	Цена за ...
Прогнозиру...	25	30	23	22	Ресурс №1	2	1	1	3	2.3
Прибыль с...	28.5	26.6	27.3	21.4	Ресурс №2	3	4	1	2	3.4
Ограничен...	30	30	30	30	Ресурс №3	2	2	4	1	4.1
Минимальн...	10	15	12	14						

Input fields at the bottom: 2000, 7.5, 350.

Button: "Рассчитать" (Calculate).

Рис. 3. Ввод данных в программу

На рис. 4 показан результат работы программы с использованием описанных ранее входных данных.

Лучшая хромосома - [25, 29, 22, 21].

Затраты производства по рассчитанному плану составят 2133.9 у.д.е.

Были указаны бюджет в размере 2000 у.д.е и кредитные возможности в размере 350 у.д.е.

Для реализации рассчитанного плана потребуется взять в кредит 134.0 у.д.е.

Выручка с продаж составит 2533.9 у.д.е.

Прибыль составит 389.95 у.д.е.

Проценты по кредиту составят 10.05 у.д.е. при проценте 7.5% сумма долга с процентами составит 144.05

Рис. 4. Результат работы программы

Таким образом, на основании входных данных программа инициализирует работу генетического алгоритма, подбирающего оптимальную хромосому размера, соответствующего количеству производимых предприятием товаров (в данном случае 4). На текущем наборе данных метод генетического алгоритма пришел к ответу, что нужно произвести 25 ед. первого товара, 29 ед. второго, 22 ед. третьего и 21 ед. четвертого товара с целью максимизации прибыли. Помимо расчета оптимального содержания хромосомы, программа также отображает информацию о затратах, прибыли и кредите.

Также рассмотрим результат работы программы с теми же входными данными, но изменим сумму кредита на 0, а объем собственных средств предприятия на 4000. Выходные данные представлены на рис. 5.

Лучшая хромосома - [25, 29, 23, 21].

Затраты производства по рассчитанному плану составят 2156.0 у.д.е.

Были указаны бюджет в размере 4000 у.д.е и кредитные возможности в размере 0 у.д.е.

Выручка с продаж составит 2561.2 у.д.е.

Прибыль составит 543.5 у.д.е.

Кредит брать не придется.

Рис. 5. Результат работы программы при отсутствии кредита

Таким образом, программа проводит генерацию новой популяции и вставляет полученные значения в функцию приспособленности, после чего получает ее значение. В контексте данной работы значение приспособленности – затраченные средства. После окончания эволюционного процесса программа присваивает хромосоме, имеющей большую приспособленность, статус лучшей, она и будет являться результатом расчета (в данном случае это хромосома [25, 29, 23, 21] с приспособленностью 2156).

Заключение

Информационная система управления планом производства с минимизацией простоев оборудования и складских запасов продукции является необходимым инструментом для современных предприятий, стремящихся к повышению эффективности своей деятельности. Ее внедрение позволит не только сократить издержки и повысить прибыльность, но и улучшить качество обслуживания клиентов за счет своевременного выполнения заказов и минимизации времени доставки товаров.

Список использованных источников литературы

1. Оптимизация бизнес-процессов: основные принципы // Блог Comindware. – URL: <https://www.comindware.ru/blog/оптимизация-бизнес-процессов/> (дата обращения: 19.03.2024).
2. Преимущества автоматизации бизнес-процессов // Microsoft Power Automate. – URL: <https://powerautomate.microsoft.com/business-process-automation-benefits/> (дата обращения: 20.03.2024).
3. Воробьев, М. С. Модель оптимизации выпуска продукции машиностроительного предприятия в условиях неопределенности спроса / М. С. Воробьев, Е. Н. Вахрушева, С. В. Вологдин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2024. – Т. 22, № 1. – С. 56–61. – DOI 10.22213/2410-9304-2024-1-56-61.
4. Gradle – что это за система и как работает с Java. – URL: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/gradle/> (дата обращения: 25.03.2024).
5. Jenetics – manual-8.0.0. – URL: <https://jenetics.io/manual/manual-8.0.0.pdf> (дата обращения: 15.03.2024).
6. Java Swing – графический пользовательский интерфейс, начало. – URL: <https://progo-school.ru/java/java-swing/> (дата обращения: 16.03.2024).

D. V. Tselishev, Student
Department of Information Systems
M. S. Vorobyov, Post-graduate
E. N. Vakhrusheva, PhD in Economics, Associate Professor
S. V. Vologdin, DSc in Engineering, Associate Professor
Department of Information Security
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Development of a software prototype for optimization of production
of a machine-building enterprise under conditions of uncertainty**

The work discusses the development of an information system for managing the production plan with minimizing equipment downtime and product inventories. The relevance of the system in the field of mechanical engineering is shown, the mathematical formulation of the problem is given, the operating principle of the software system using a genetic algorithm is chosen. The results of the program using test data are presented. Key words: information system; mechanical engineering; genetic algorithm; production plan; stocks; equipment; optimization; Java programming language.

Keywords: information system; mechanical engineering; genetic algorithm; production plan; stocks; equipment; optimization; Java programming language.

Д. В. Целищев, студент
Кафедра «Информационные системы»
А. В. Демышев, аспирант

С. В. Вологдин, доктор технических наук, доцент
Кафедра «Информационная безопасность»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка программного модуля управления производственным планом выпуска продукции предприятия

Статья посвящена разработке программного модуля, предоставляющего функционал оптимизации выпуска продукции машиностроительного предприятия с максимизацией прибыли с продажи товаров. Производится постановка задачи с двумя критериями. Описывается примененный в ходе разработки инструментарий, включая язык программирования и использованные библиотеки, также приводится описание алгоритма расчета. Показываются и объясняются принцип работы приложения и результаты его работы на тестовых данных.

Ключевые слова: машиностроение, оптимизация, язык программирования Java, запасы, продукция, план производства, программный модуль.

Актуальность

В машиностроительной отрасли, где инновации и конкурентоспособность играют решающую роль, оптимизация выпуска продукции и прогнозирование объемов реализации становятся неотъемлемой частью стратегического управления предприятием. Неопределенность спроса, обусловленная факторами как внутреннего, так и внешнего характера, создает ряд вызовов, требующих современных решений и инструментов.

Сегодняшние рыночные условия характеризуются высокой динамичностью и быстрыми изменениями спроса. Подобные колебания могут быть вызваны различными факторами: экономической конъюнктурой, изменением потребительских предпочтений, политическими и социокультурными сдвигами, а также внезапными кризисными ситуациями. В таких условиях прогнозирование спроса становится сложной задачей, требующей точных методов анализа и прогнозирования, чтобы минимизировать риски недопроизводства или перепроизводства.

Важно отметить, что эффективное управление выпуском продукции и прогнозирование спроса не только помогают предприятиям избежать потерь из-за непроданных запасов или упущенных возможностей, но также позволяют им оперативно реагировать на изменения в рыночной ситуации и выстраивать гибкую стратегию производства. Внедрение современных методов оптимизации и прогнозирования позволяет компаниям не только улучшить свою конкурентоспособность, но и добиться стабильного роста в долгосрочной перспективе [1].

Постановка задачи

Очевидно, что цель любого коммерческого предприятия – извлечение прибыли из предоставляемых им услуг, следовательно, целью разработки является создание программного приложения, позволяющего принимать решения, помогающие максимизировать прибыль, в данном случае машиностроительного предприятия.

В контексте данной работы для машиностроительного предприятия первоочередной задачей является выполнение как можно большего количества договоров на изготовление и поставку продукции. Выразим данный критерий в виде следующей формулы [2]:

$$K_1 = \max \sum_{t=1}^{tm} \sum_{j=1}^m s_{j(t)} \text{treaty}_{j(t)}. \quad (1)$$

В текущем случае $s_{j(t)}$ будет объемом реализации j -го вида продукции; $treaty_{j(t)}$ – признаком наличия заключенного договора по j -му виду продукции (в случае, если существует договор на данную позицию $treaty_{j(t)} = 1$); t – номер временного интервала планирования; tm обозначает период времени, на который осуществляется планирование; m – количество видов производимой предприятием продукции.

Помимо выполнения максимально возможного количества договоров, для предприятия также важно соблюдение еще одного критерия, присущего всем коммерческим предприятиям – максимизация прибыли.

$$K_2 = \max \sum_{t=1}^{tm} \sum_{j=1}^m s_{j(t)} p_{j(t)}, \quad (2)$$

где $p_{j(t)}$ – прибыль с продажи единицы продукции j -го вида.

Кроме двух основных критериев также, очевидно, есть различные ограничения, которые необходимо соблюдать для проведения корректного расчета. Одним из таких является факт того, что склад не может вмещать большее количество продукции, чем то, на которое он рассчитан, следовательно, необходимо учесть, что суммарный остаток всех видов продукции на складе к концу планируемого периода не должен превышать его максимальную вместимость:

$$w_{t-1}^{sum} + \sum_{j=1}^m x_{j(t)} - \sum_{j=1}^m s_{j(t)} \leq w_{max}, \forall t \in 1, \dots, tm, \quad (3)$$

где $x_{j(t)}$ – объем производства j -го вида продукции; w_{t-1}^{sum} – суммарный остаток продукции на складе на начало прогнозируемого периода t ; w_{max} – максимальная вместимость склада предприятия.

Очевидно, остаток продукции не может принимать отрицательные значения:

$$w_{j(t-1)} + \sum_{j=1}^m x_{j(t)} - \sum_{j=1}^m s_{j(t)} \geq 0, \forall t \in 1, \dots, tm, \quad (4)$$

где $w_{j(t-1)}$ обозначает количество j -го вида продукции, хранимой на складе на начало прогнозируемого периода t .

В интересах предприятия полностью удовлетворять спрос на конкретный вид продукции, чтобы получать максимальное количество прибыли:

$$s_{j(t)}^{prior} = s_{j(t)}^{max}, \forall t \in 1, \dots, tm. \quad (5)$$

Также требуется реализовать планирование последовательного использования комплектующих: потребление комплектующих одного типа в рамках последующих производственных процессов.

$$z_{i(t-1)} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n a_{ij(t)} x_{j(t)} \geq z_{i(t)}, \forall t \in 1, \dots, tm, \quad (6)$$

где n – количество типов комплектующих; $a_{ij(t)}$ – норма расхода i -го типа комплектующей для производства j -го вида продукции; $z_{i(t)}$ – имеющееся количество комплектующих i -го типа.

В общем случае оперативное планирование является многокритериальной и нелинейной задачей оптимизации построения производственного плана. Для решения оптимизационной задачи (1)–(6) используется на практике два основных подхода. В первом подходе исходная задача сводится к комбинации задач линейного программирования, во втором подходе решение задачи осуществляется генетическим алгоритмом и его модификациями.

Включение в программный расчет первого критерия предоставит конечному пользователю большую гибкость в работе с приложением путем введения дополнительного инструмента планирования производства, однако далее в данной работе будет рассмотрена упрощенная программа, производящая расчет лишь по второму критерию.

После определения целевой функции и системы ограничений можно приступить к разработке программного приложения.

Алгоритм решения

Как было упомянуто ранее, решение задачи будет произведено табличным методом, алгоритм решения с помощью таблиц представлен на рис. 1 [3].

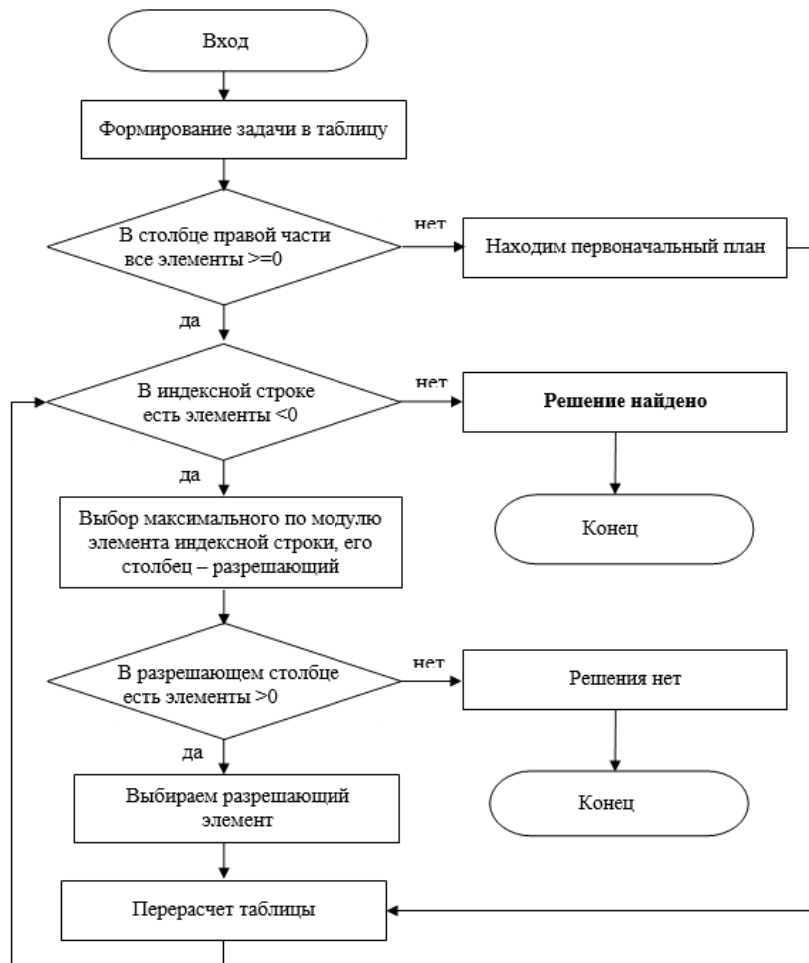


Рис. 1. Алгоритм решения с помощью таблиц

Данный алгоритм был программно реализован с помощью языка программирования Java, также были использованы некоторые библиотеки.

При работе с программным приложением пользователь сначала указывает количество продуктов и ресурсов, для которых необходимо произвести расчет, далее заполняется таблица, где указывается количество используемых ресурсов для каждого типа продукта, а также ограничения ресурсов. Далее пользователю необходимо нажать кнопку «Рассчитать», после чего программа передаст введенные данные в алгоритм и выдаст ответ.

В данном фрагменте кода описывается, как взаимодействуют интерфейс и непосредственно вычислительная часть программы – момент передачи введенных в таблицу данных в «бэкэнд».

```
public static JTable fillTable(double[][] tableVal){
    JTable tbl;
    int f = nval + 2;
    columns = new String[f];
    for (int i = 1; i < columns.length; i++) {
        columns[i] = "Товар №" + i;
    }
    columns[0] = "Ресурсы";
```

```

columns[f-1] = "Запас ресурсов";

data = new Object[mval + 1][f];
tbl = new JTable(data,columns);
String[] col0 = new String[mval];
int a = 1;
for(int i = 0; i < mval; i++){
    col0[i] = "Сырьё №" + a;
    tbl.setValueAt(col0[i],i,0);
    a++;
}
tbl.setValueAt("Прибыль за ед.",mval,0);

for (int i = 0; i < mval+1; i++){
    for (int j = 1; j < f; j++){
        tbl.setValueAt(tableVal[i][j-1],i,j);
    }
}
return tbl;
}

```

Интерфейс программного приложения был реализован с помощью встроенной в JDK библиотеки Swing, позволяющей создавать приложения с простым интерфейсом [4].

Также программа предоставляет возможность экспорта и импорта табличных данных в Microsoft Excel, данная опция была реализована с помощью дополнительной сторонней библиотеки Apache POI, позволяющей взаимодействовать с комплектом программ Microsoft Office [5].

В случае если пользователь хочет сохранить введенные в таблицу данные с целью повторного расчета, он может сохранить созданную таблицу в формате .xls.

Также приложение предоставляет возможность выбора как отдельных критериев оптимизации, так и совокупности нескольких критериев, в последнем случае имеем многокритериальную оптимизацию.

Результаты

Проверка работоспособности алгоритма осуществлялась на тестовой линейной задаче с помощью симплекс-метода.

Пусть предприятие производит 3 вида продукции, используя при этом ресурсы двух типов. По условию задачи известна стоимость каждого типа ресурсов, а также то, в каких товарах какие ресурсы используются, помимо этого известен объем складских запасов для ресурса каждого типа и прибыль от продажи каждого вида товара [6]. Представим условия задачи в виде таблицы.

Условия задачи

Ресурсы	Затраты ресурсов на единицу продукции			Запас ресурсов
	Товар 1	Товар 2	Товар 3	
Ресурс 1	3.5	7	4.2	1400
Ресурс 2	4	5	8	2000
Прибыль от продажи единицы продукции	1	3	3	

Далее внесем информацию о задаче в программу, предварительно указав количество видов товаров и типов ресурсов, а также вместимость склада в единицах продукции и временной интервал выполнения заказа в месяцах, помимо этого укажем однокритериальный расчет (рис. 2).

Ресурсы	Товар №1	Товар №2	Товар №3	Запас ресурсов
Сырьё №1	3.5	7	4.2	1400
Сырьё №2	4	5	8	2000
Прибыль за ед.	1	3	3	

Рис. 2. Таблица, заполненная данными из условия

После заполнения таблицы требуется нажать кнопку «Рассчитать» для выполнения программой алгоритма по заданным данным и получения результата (рис. 3).

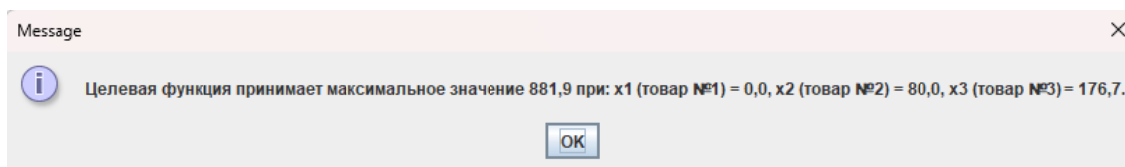


Рис. 3. Результат работы программы на тестовых данных

Полученные результаты соответствуют решению тестового сценария [6], что подтверждает корректность вычислений по разработанному алгоритму.

Допустим, что после выполнения расчета по данным, приведенным ранее, пользователю необходимо воспроизвести тот же расчет еще раз, например, перед начальством. В данном случае пользователь может воспользоваться функцией сохранения заполненной таблицы в файл формата Excel, для этого необходимо нажать кнопку «Файл», после чего выбрать опцию «Сохранить», затем указать директорию, где будет создан .xls-файл и его название, а затем нажать кнопку «Save» (рис. 4).

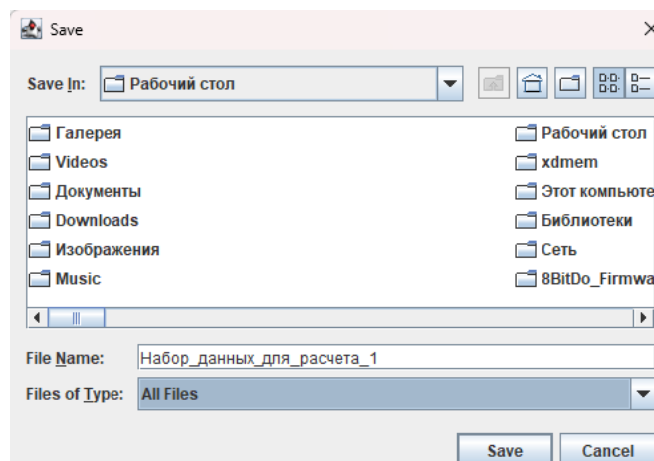


Рис. 4. Сохранение набора данных в Excel-файл

Результат работы функции сохранения набора данных представлен на рис. 5.

	A	B	C	D	E	F
1	Ресурсы	Товар №1	Товар №2	Товар №3	Запас ресурсов	
2						
3	Сырьё №1	3.5	7.0	4.2	1400.0	
4	Сырьё №2	4.0	5.0	8.0	2000.0	
5	Прибыль за ед.	1.0	3.0	3.0	0.0	

Рис. 5. Результат работы функции сохранения набора данных

Заключение

Оптимизация выпуска продукции и прогнозирование объемов реализации являются ключевыми аспектами успешного управления машиностроительным предприятием в условиях неопределенности спроса. Разработка и внедрение современных методов и инструментов управления позволит предприятиям эффективно адаптироваться к переменным условиям рынка и обеспечить свою конкурентоспособность в долгосрочной перспективе.

Список использованных источников и литературы

1. Эффективное управление производством на уровне цеха – внутрицеховое управление. – URL: <https://adeptik.com/blog/ehffektivnoe-upravlenie-proizvodstvom-na-urovne-cekha/> (дата обращения: 13.03.2024).
2. 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.
3. Подробный разбор симплекс-метода / Хабр . – URL: <https://habr.com/ru/articles/474286/> (дата обращения: 16.03.2024).
4. Swing в Java: создание графического интерфейса. – URL: <https://hr-vector.com/java/swing-graficheskij-interfejs> (дата обращения: 18.03.2024).
5. Apache POI – Краткое руководство – CoderLessons.com. – URL: <https://coderlessons.com/tutorials/java-tehnologii/izuchite-apache-poi/apache-poi-kratkoe-rukovodstvo> (дата обращения: 20.03.2024).
6. Примеры решения симплекс-методом онлайн задач линейного программирования. – URL: https://www.matburo.ru/ex_mp.php?p1=mpsim (дата обращения: 23.03.2024).

D. V. Tselishev, Student
Department of Information Systems
A. V. Demyshev, Post-graduate
S. V. Vologdin, DSc in Engineering, Associate Professor
Department of Information Security
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Development of a software module for optimizing product output and forecasting sales volumes
of a machine-building enterprise in conditions of demand uncertainty**

The article is devoted to the development of a software module that provides functionality for optimizing the output of a machine-building enterprise with maximizing profits from the sale of goods. A problem is formulated with two criteria. The tools used during development are described, including the programming language and libraries used, and a description of the calculation algorithm is also provided. The principle of operation of the application and the results of its work on test data are shown and explained.

Keywords: mechanical engineering; optimization; simplex method; Java programming language; inventories; products; production plan; software module.

А. О. Чураков, студент
М. В. Леонов, доктор экономических наук, доцент
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Влияние на изменение организационной структуры и бизнес-процессов ИТ-подразделения при использовании подхода Cloud Native для разработки программного обеспечения

Рассматривается влияние изменений на бизнес-процессы и организационную структуру ИТ-подразделения при внедрении подхода Cloud Native с использованием микросервисов для разработки программного обеспечения, использующего все преимущества облачных технологий. Рассмотрены основные рекомендации от Cloud Adoption Framework и Well-Architected Framework, которые позволят компаниям успешно подготовиться к облачной трансформации с использованием подхода Cloud Native, а также рассмотрено появление новой роли в компании Cloud Solution Architect.

Ключевые слова: облако, облачные вычисления, организационная структура, cloud native, kubernetes, микросервисы, докер, автоматизация, облачные технологии, нативное облако, архитектор облачных решений.

Введение

В последние несколько лет все чаще набирают популярность облачные технологии и цифровая трансформация бизнеса. Особенно этому способствовал 2020 г., когда была пандемия COVID-19.

Компании внедряют в свои работы не только приватные облака, которые размещаются во внутреннем окружении компании, но и используют публичные, для своих клиентов и партнеров, предоставляя свои услуги и сервисы. В том числе с целью оптимизации затрат и более быстрой доставки новинок и улучшений своим клиентам, занимая позиции, как на текущем рынке, так и на новых. Но для данного успеха компании нужно пройти определенный путь и подготовку.

Различия между Cloud Native и облачными вычислениями

Облачные вычисления – это ресурсы, которые предоставляются компанией по требованиям, например, виртуальные машины, сети, хранилища, управляемые платформы баз данных (IaaS, PaaS). То есть это все то, что будет использовать программное обеспечение в своей работе. Отвечает на вопрос: где [1].

Самые популярные облачные провайдеры: AWS (Amazon), GCP (Google), Microsoft Azure, Яндекс.Облако, Cloud VK, Cloud MTS.

Cloud Native – это в первую очередь подход к организации и разработке программного обеспечения, который использует все преимущества облачных вычислений с учетом корпоративной культуры конкретной компании. Организация, которая занимается развитием данного направления, – это Cloud Native Computing Foundation (CNCF). Отвечает на вопрос: как [1].

Что включает в себя подход Cloud Native

1. *Микросервисы* – когда программное обеспечение разбивается на несколько небольших сервисов, представляющих собой отдельную бизнес-логику. Взаимодействие между ними происходит с помощью брокеров, таких как RabbitMQ, Apache Kafka, и с использованием gRPC для межсервисного взаимодействия. Могут использоваться разные языки про-

граммирования и фреймворки и, как правило, разрабатываются небольшими командами разработчиков.

2. *Контейнеризация* – использование такого ПО, как Docker, позволяет упаковывать, запускать, тестировать и деплоить разработанные микросервисы, быстро, просто и удобно по той причине, что инкапсулируются все зависимости данного микросервиса в одном контейнере.

3. *Автоматизация* – обеспечение процессов автоматического развертывания приложений и инфраструктуры по требованию и при определенных условиях. Основная задача – максимально снизить влияние ручного труда участников команд.

4. *Оркестрация* – это процесс, который позволяет автоматизировать развертывание, масштабирование и управление контейнерными приложениями. Чаще всего используется Kubernetes (k8s), что позволяет также организовать балансировку нагрузки, горизонтальное масштабирование путем добавления и отключения новых и старых контейнеров.

5. *Динамическое управление ресурсами* – когда компания использует API конкретного провайдера для расширения или снижения потребляемых ресурсов и услуг в автоматическом режиме. Сотрудникам нет необходимости самим реагировать и тратить время на ручной труд. Это также позволяет как увеличить количество трат финансов, так и снизить их. Большая часть облачных ресурсов предоставляется по требованию.

Можно сказать, что микросервисы в данном подходе имеют ключевую роль. Но не менее важную роль имеет и автоматизация всего этого процесса управления. Программное обеспечение может состоять из 10, 20, 50 микросервисов и нужно все это автоматизировать, чтобы избавить разработчиков и DevOps-специалистов от ручного труда, тем самым ускорив процесс работы и доставки новых улучшений клиентам.

Также при внедрении данного подхода и его элементов возникают и другие, более сложные технические проблемы:

1. Организация работы и синхронизация распределенных данных по сети.
2. Организация трассировки и логгирования запросов от микросервиса к микросервису.
3. Настройка оповещений и мониторинг в случае возникновения проблем.

Все это потребует более высококвалифицированных специалистов для внедрения данного подхода.

Сходства между цифровизацией, цифровой трансформацией и Cloud Native

Как было написано ранее, COVID-19, пришедший в 2020 г., резко ускорил процесс по цифровизации и цифровой трансформации компаний, которые к ним готовились.

Цифровизация – это процесс улучшения существующих бизнес-процессов компании путем внедрения цифровых инструментов, программного обеспечения [2].

Цифровая трансформация – глубокая реорганизация бизнес-процессов с широким применением цифровых инструментов для их исполнения, которая приводит к существенному улучшению их характеристик или появлению принципиально новых качеств и свойств [2].

Цифровизация, как и цифровая трансформация, как мы видим из указанных определений, направлены в первую очередь на реорганизацию внутренних бизнес-процессов компании с целью их последующего улучшения. А вместе с бизнес-процессами меняется и организационная структура компании или конкретного подразделения.

Также происходит и с внедрением подхода Cloud Native, когда мы переходим к «облачной трансформации». В первую очередь должна меняться организационная структура, культура и процессы самой компании (подразделения), а не техническая часть программных продуктов.

Организационная структура ИТ-подразделения до и после внедрения Cloud Native

Рассмотрим простейший пример организационной структуры ИТ-подразделения для интернет-магазина, когда разрабатывается «монолитное» программное обеспечение, и как изменится организационная структура после внедрения Cloud Native (рис. 1, 2).

При разработке монолитного ПО оно не делится на микросервисы, также в данном примере мы используем подход «Водопад» (Waterfall) при разработке и доработке ПО.

Здесь мы можем выделить такие роли, как:

1. *Директор по ИТ* – отвечает за все ИТ-направление в компании и напрямую подчиняется генеральному директору. Имеет свою зону ответственности, работает со своими подчиненными и линейными руководителями.

2. *Главный разработчик* – отвечает за всю техническую составляющую проекта. В разных компаниях также может быть архитектор решения.

3. *Разработчики серверной, клиентской части и базы данных* – напрямую подчиняются главному разработчику и имеют свою зону ответственности.

4. *Главный аналитик* – основная функция – распределить задачи проектов по своим подчиненным и помочь провести декомпозицию крупных задач, составлять отчетность по текущим проектам.

5. *Бизнес-аналитик* – проводит бизнес-анализ поступающих требований.

6. *Системный аналитик* – формирует требования для разработчиков. Также работает в паре с бизнес-аналитиком.

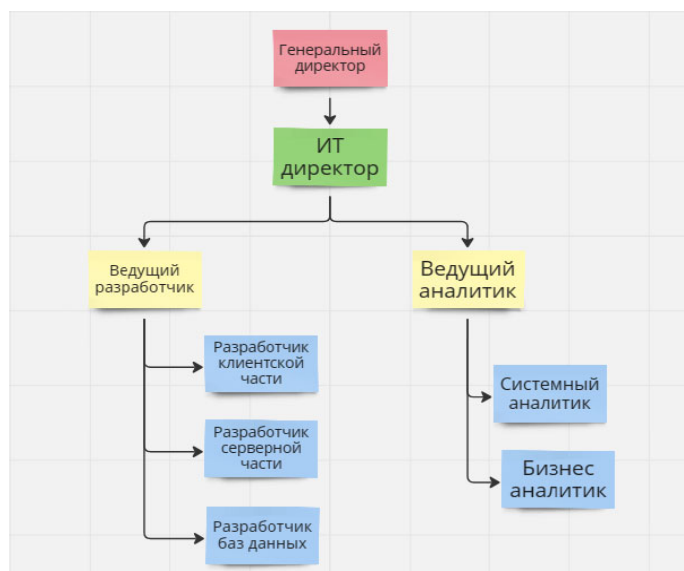


Рис. 1. Организационная структура без использования Cloud Native

В целом весь бизнес-процесс является простым и состоит из следующих этапов:

1. Аналитики собирают и оформляют требования от генерального директора и других заинтересованных лиц проекта.

2. Сформированные требования передают разработчикам на оценку и разработку нового функционала.

3. Проходит тестирование нового функционала на наличие ошибок. В нашем случае этим занимаются также разработчики.

4. Если нет ошибок, составляется план обновления тестовых и продакшн-серверов, чтобы на них были актуальные версии для выполнения дальнейших работ [3].

С внедрением подхода Cloud Native организационная структура может измениться. В ней появляются новые роли и процессы.

Как можем заметить, в данном примере после внедрения подхода Cloud Native наша организационная структура значительно изменилась. Так как ключевая составляющая данного подхода – это микросервисы, то каждым отдельным микросервисом (поисковая система, логистика) или набором связанных одним доменом микросервисов занимается выделенная команда, включающая в себя технического директора или архитектора решения, разработчиков серверной и клиентской части, тестировщиков и аналитиков.

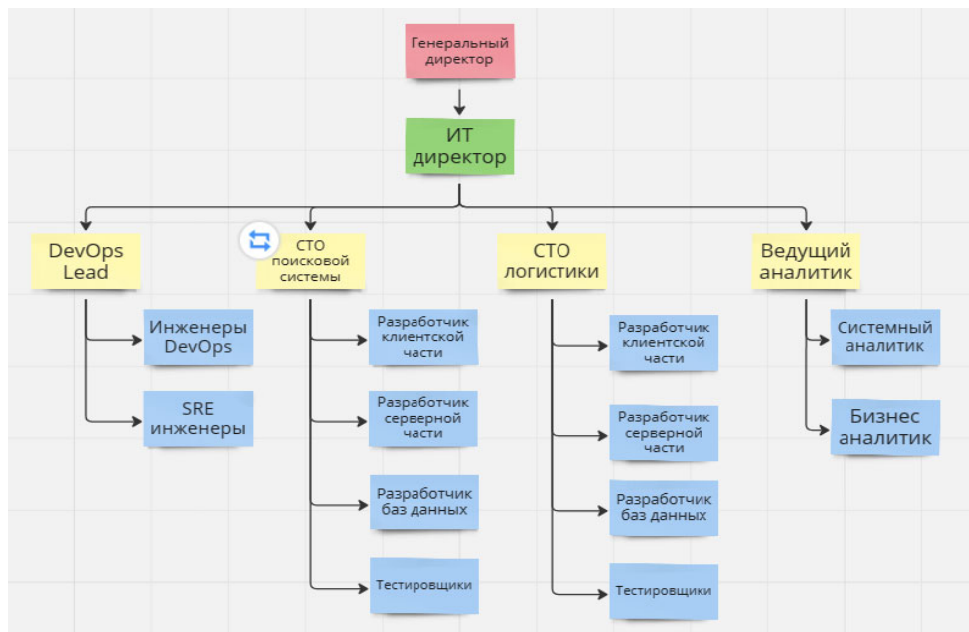


Рис. 2. Организационная структура после внедрения Cloud Native

Также появляется отдельный отдел – DevOps/SRE, который занимается улучшением процессов доставки и развертывания программного обеспечения на тестовых и продакшн-серверах как для клиентов, так и для команд разработчиков. Занимается автоматизацией процессов по развертыванию инфраструктуры с помощью кода.

Исходя из этого, можем сделать выводы:

1. Стоимость владения данной организационной структурой выросла за счет увеличения количества специалистов, вследствие чего растет и фонд оплаты труда. Но стоимость владения инфраструктурой может снизиться за счет грамотного использования облачных ресурсов конкретного провайдера, регулярного контроля использования денег на их услуги и понимания нюансов настройки.

2. При росте количества команд усложняется процесс межкомандного взаимодействия. Это в свою очередь требует выработки дополнительных процессов, регламентов и влияет на конечную стоимость. Все это приводит к ограничениям, т. к. надо сначала провести согласования с другими отделами разработки для более точной интеграции микросервисов с разными версиями и порой с соблюдением обратной совместимости.

3. Командам незачем работать по модели «водопад», и они начинают использовать подход Agile, что в свою очередь удовлетворяет одному из преимуществ микросервисов – скорость публикации новых изменений и экспериментов.

4. Перед внедрением подхода Cloud Native компании надо выработать стратегию для миграции своих ИТ-продуктов в облако с использованием Cloud Adoption Framework и Well-Architected Framework.

Cloud Adoption Framework и Well-Architected Framework для подготовки к миграции в облако

Для успешного внедрения Cloud Native каждой компании, которая хочет его использовать, надо провести внутреннюю подготовительную работу. Для таких целей корпорации, предоставляющие облачные вычисления, придумали Cloud Adoption Framework (CAF) [5]. Одной из первых была компания Amazon с сервисами AWS.

Cloud Adoption Framework – это набор рекомендаций, следуя которым компания может более успешно достичь облачной трансформации. Позволяет выявить возможности улучшений и назначить им приоритеты, а также обеспечивает постепенное развитие дальнейшего плана действий.

Данный фреймворк включает в себя следующие принципы и характеристики:

1. *Ориентация на бизнес* – обозначить четкие стратегические цели, которых вы хотите достичь, используя облачную трансформацию. Цели и задачи должны решать конкретные проблемы компании.

2. *Люди* – развитие внутренней культуры и обучение своих сотрудников новым подходам и технологиям, создавая кросс-функциональные и независимые команды, что позволяет быстрее развивать те или иные направления бизнеса и обеспечить успех облачной трансформации.

3. *Управление* – обеспечение слаженной организации процессов между отделами и максимизации организационных преимуществ компании. Например, управление рисками, оптимизация затрат на облачные вычисления, управление данными, управление портфелями, проектами.

4. *Платформа* – реализация технических решений, которые оптимально подходят для облачной трансформации; позволяет выдерживать более высокие нагрузки и быстрее реализовывать новые решения.

5. *Безопасность* – разработка методов, которые позволят сохранить в целостности конфиденциальные данные и доступность данных при миграции в облачную структуру.

6. *Эксплуатация* – разработка подходов, которые позволят вам наладить работу своих приложений в полном соответствии с требованиями и целями бизнеса.

Для анализа и подготовки технических решений компании могут применять Well-Architected Framework (WAF).

Well-Architected Framework – это концепция, которая позволяет разработчикам и архитекторам облачных решений создать отказоустойчивую, высокопроизводительную и эффективную инфраструктуру для различных приложений и решений своей компании [4].

Данный подход включает в себя:

1. *Оптимизацию бизнес-процессов* – основная задача – перестроить свои текущие бизнес-процессы по разработке, мониторингу, реагированию на инциденты и процессы эксплуатации системы.

2. *Безопасность* – создание и удовлетворение требованиям безопасности для каждого создаваемого приложения. Обеспечение конфиденциальности ресурсов, информации и их целостности. Организация системы контроля для выявления событий, связанных с безопасностью.

3. *Надежность* – обеспечение должного технического уровня надежности системы, способной выдерживать нагрузки и восстанавливать после сбоев, способов проектирования распределенных системы и методов адаптации их к изменяющимся требованиям.

4. *Высокую производительность* – выбор оптимальных технических решений у облачного провайдера с целью получения максимальной отдачи от этих ресурсов. Обеспечение мониторинга и поддержание эффективности по мере роста бизнеса.

5. *Оптимизацию затрат* – обеспечение постоянного процесса отслеживания потребляемых ресурсов и нахождение способов оптимизации финансовых затрат на эти ресурсы.

Появление новой технической роли «архитектор облачных решений»

В результате проделанных ранее действий по использованию Cloud Adoption Framework и Well-Architected Framework в компании может появиться отдельная роль специалиста – архитектора облачных решений (Cloud Solution Architect). Основная его задача – возглавить переход компании к облачной трансформации с использованием подхода Cloud Native.

Как правило, это технический специалист, который занимается не только CAF и WAF, но и проектированием архитектуры программного обеспечения для облачной среды, используя «шаблоны облачной архитектуры» (Cloud Architecture Patterns) [3]. Составляет стратегию миграции в облако, умеет грамотно выбрать подходящего облачного провайдера, зная плюсы и минусы каждого. Это позволяет достичь лучшего результата для компании и ИТ-продуктов.

Заключение

Для успешного внедрения подхода Cloud Native компаниям недостаточно начать переносить свои приложения с одних серверов на серверы облачных провайдеров. Нужно в первую очередь составить четкий план миграции с использованием Cloud Adoption Framework и Well-Architected Framework, чтобы оценить, на каком этапе находится компания и что можно сделать для улучшений, которые позволят более плавно перейти к облачной трансформации.

Реорганизация организационной структуры и текущих бизнес-процессов является главной и первостепенной задачей, где в свою очередь должны быть задействованы первые лица компании. Вследствие чего в компании может появиться новая отдельная роль – архитектор облачных решений, который сможет возглавить облачную трансформацию с помощью подхода Cloud Native, применяя лучшие практики, свои знания и умения для достижения бизнес-целей компании.

В противном случае компания может получить лишь убытки и разочарование при внедрении данного подхода.

Список использованных источников и литературы

1. *Reznik, P.* Cloud Native Transformation. Practical Patterns for Innovation / Pini Reznik, Janie Dobson, Michelle Gienow. – Published by O'Reilly Media, Inc. 2020.
2. Цифровая трансформация и цифровая стратегия. – URL: <https://strategy.cdto.ranepa.ru/1-2-cifrovaya-transformatsiya-i-cifrovaya-strategiya> (дата обращения: 19.03.2024).
3. *Дэвис, К.* Шаблоны проектирования для облачной среды / пер. с англ. Д. А. Беликова. – Москва : ДМК Пресс, 2020. – 388 с. : ил.
4. AWS Well-Architected. – URL: <https://aws.amazon.com/ru/architecture/well-architected/> (дата обращения: 20.03.2024).
5. Cloud Adoption Framework (AWS CAF). – URL: <https://aws.amazon.com/ru/cloud-adoption-framework> (дата обращения: 20.03.2024).
6. Microsoft Cloud Adoption Framework Azure. – URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/cloud-adoption-framework/> (дата обращения: 20.03.2024).
7. Google Cloud Architecture Framework. – URL: <https://cloud.google.com/architecture/framework> (дата обращения: 20.03.2024).

A. O. Churakov, Student
M. V. Leonov, DSc in Economics, Associate Professor
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Impact on changing the organizational structure and business processes of the IT department when using the Cloud Native approach for software development

The impact of changes on business processes and the organizational structure of the IT department when implementing the Cloud Native approach using microservices to develop software that takes full advantage of cloud technologies is considered. The main recommendations from the Cloud Adoption Framework and the Well-Architected Framework are considered, which will allow companies to successfully prepare for cloud transformation using the Cloud Native approach, and the emergence of a new role in the Cloud Solution Architect company is also considered.

Keywords: cloud; cloud computing; company structure, cloud native; kubernetes; microservices; docker; automation; cloud technology; cloud adoption framework; well-architected framework; cloud solution architect.

Я. А. Шадрина, магистрант
Кафедра «Информационные системы и технологии»
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Объяснимый искусственный интеллект в сфере медицины

Рассматривается степень влияния индивидуальных параметров человека на возникновение риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. В основе анализа лежит известный метод машинного обучения – градиентный бустинг. Достоверность прогноза полученной модели составляет около 80 процентов.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, значения Шепли, градиентный бустинг, прогнозирование заболеваний.

На сегодняшний день задача по разработке моделей и методов для прогнозирования заболеваемости является очень актуальной. По данным Федеральной службы государственной статистики, одной из основных причин смертности населения являются болезни системы кровообращения. На диаграмме (рис. 1) представлен ежегодный процент смертности населения в Российской Федерации (РФ) от болезней системы кровообращения (БСК), источником данных является официальный портал единой межведомственной информационно-статистической системы [1].

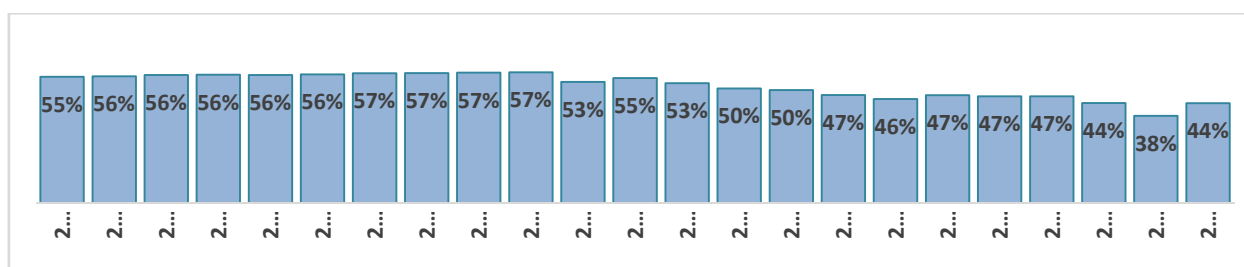


Рис. 1. Процент смертности населения РФ от БСК

Одним из основных инструментов для определения риска возникновения БСК являются различные шкалы риска, например, шкала SCORE [2]. Основными параметрами, которые используются в данной модели, являются возраст, пол, уровень холестерина и артериальное давление. SCORE имеет высокую степень точности предсказания, но даже у тех пациентов, которые попадают в диапазон с низким уровнем риска, нередко наблюдается развитие осложнений в системе кровообращения. В связи с этим становится необходимым наличие дополнительных параметров, с помощью которых появится возможность предупреждать зарождение подобного рода заболеваний.

Своевременное и точное детектирование сердечно-сосудистых заболеваний на раннем этапе играет ключевую роль в минимизации риска возникновения осложнений. Для повышения точности прогнозирования необходимо учитывать множество факторов, между которыми существуют взаимосвязи разной степени сложности. Для решения таких задач применяют методы машинного обучения [3, 4].

Целью настоящей работы является определение наиболее важных параметров, характеризующих человека, которые могут влиять на возникновение риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Для решения задачи классификации использовался метод машинного обучения – градиентный бустинг [5]. В качестве целевой переменной мы рассматриваем наличие или отсутствие у пациентов диагноза, связанного с БСК (диагнозы I00-I99). В ис-

следовании использовались данные ~74 000 пациентов. Рассматривался период с 1 января 2023 г. по 31 декабря 2023 г., в течение которого пациенты сдавали различные медицинские анализы. Так как одно и то же исследование могло проводиться для пациента несколько раз в год, находились средние значения для каждого из параметров, которые входят в состав соответствующей услуги. Каждый пациент обладал следующим набором признаков: возраст, пол, социальная категория гражданина, а также результаты анализов – содержание смеси моноцитов, эозинофилов, базофилов и незрелых клеток (Mid), относительная ширина распределения тромбоцитов по объему (PDW), ширина распределения эритроцитов (RDW – CV), гематокрит (HCT), средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC), эритроциты (RBC), ширина распределения эритроцитов (RDW – SD), гранулоциты (Gran), тромбоциты (PLT), коэффициент крупных клеток тромбоцитов (P-LCR), средний объем эритроцитов (MCV), скорость оседания эритроцитов (СОЭ), лимфоциты (LYM), лейкоциты (WBC), тромбоциты (PCT), средний объем тромбоцитов (MPV), среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), гемоглобин (HGB). Источником данных является медицинская информационная система Республики Татарстан.

На рис. 2 представлены основные метрики классификации полученной нами модели. Эти метрики показывают, сколько истинных и ложных значений было спрогнозировано правильно, а также общее количество значений для каждого класса.

True positive	7737	1356	False positive
	1222	4479	
False negative			True negative

Рис. 2. Матрица ошибок

Таким образом, процент правильно определенных случаев составляет порядка 82 %. Соотношение верно классифицированных положительных случаев ко всем полученным положительным исходам составляет примерно 77 %, а процент правильно классифицированных положительных случаев от общего числа действительно положительных случаев равен 78 %.

Для описания и наглядного представления полученных результатов, а также для того, чтобы понять, какие из перечисленных признаков вносят наибольший вклад в прогнозирование модели, а какие имеют меньшее значение, использовался метод SHAP (SHapley Additive exPlanations) [6]. На графике (рис. 3) представлена столбчатая диаграмма, которая отображает результаты усреднения SHAP-значений по всем пациентам. Как видим, возраст обладает самым большим средним значением. Это говорит о том, что именно возраст оказывает наиболее сильное воздействие на прогноз модели.

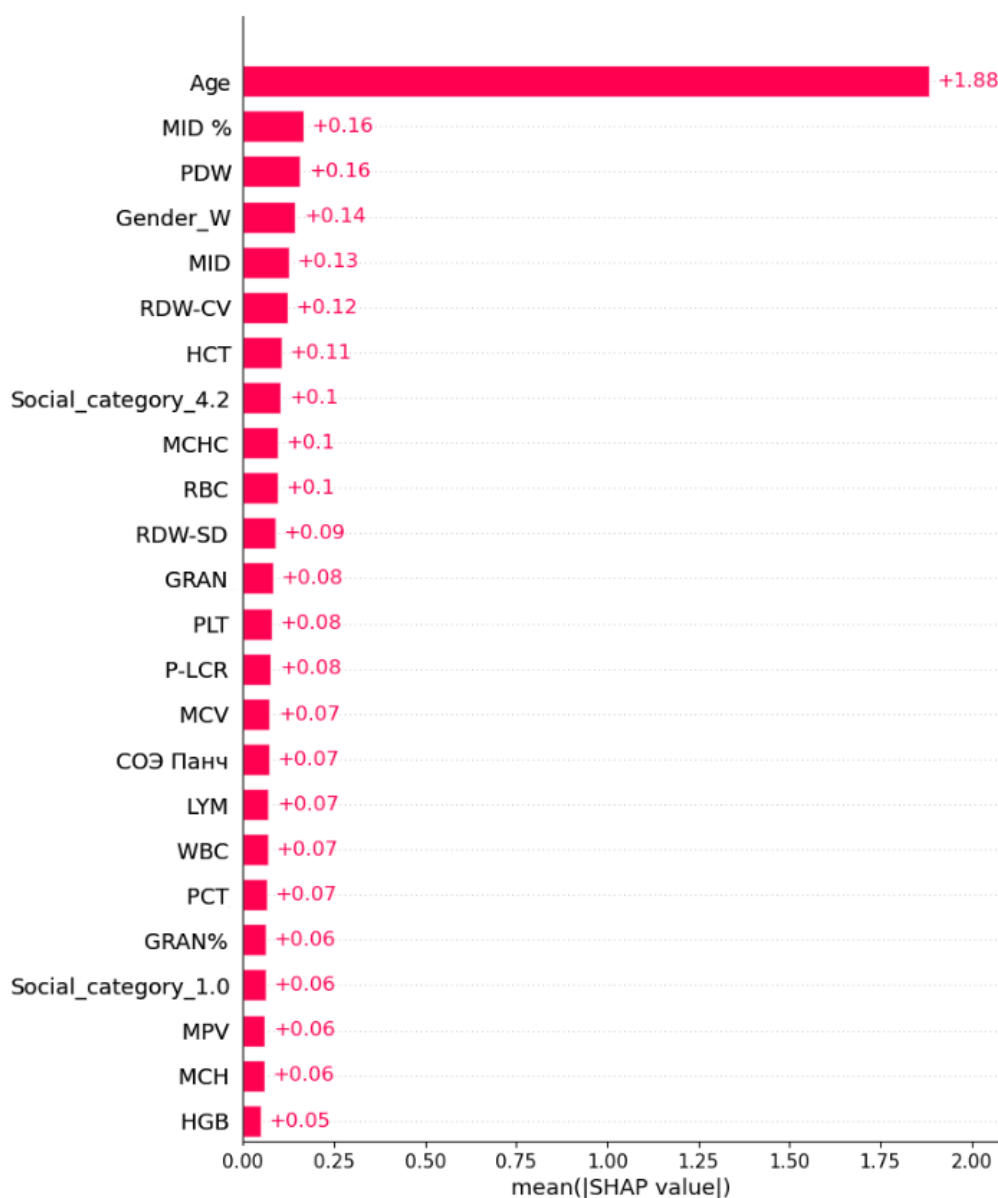


Рис. 3. Усредненные значения SHAP

Диаграмму (рис. 4) можно интерпретировать следующим образом. Слева от центральной вертикальной линии расположены элементы, для которых значение целевой переменной равно 0, а справа – 1. Толщина линий каждого признака зависит от количества пациентов, для которых определено SHAP-значение. Справа на графике представлена шкала цвета: чем краснее точка, тем значение соответствующего признака выше. Синий цвет точки свидетельствует об обратной зависимости признака и исхода.

Можно сделать вывод о том, что вероятность заболевания прямо пропорционально зависит от возраста – чем человек старше, тем вероятность заболеть выше. А вот, например, принадлежность к женскому полу (Gender_W) отрицательно коррелирует с заболеваемостью. То есть у мужчин риск заболеть БСК значительно выше. Если рассмотреть социальную категорию, можно увидеть, что принадлежность к коду 4.2, под которым скрываются неработающие пенсионеры, повышает риск, а код 1, который соответствует работающим во внебюджетной сфере, имеет обратную тенденцию. Наиболее влиятельными и повышающими риск заболеваемости являются параметры таких анализов, как: содержание смеси моноцитов, базофилов и незрелых клеток, а также относительная ширина распределения тромбоцитов по объему.

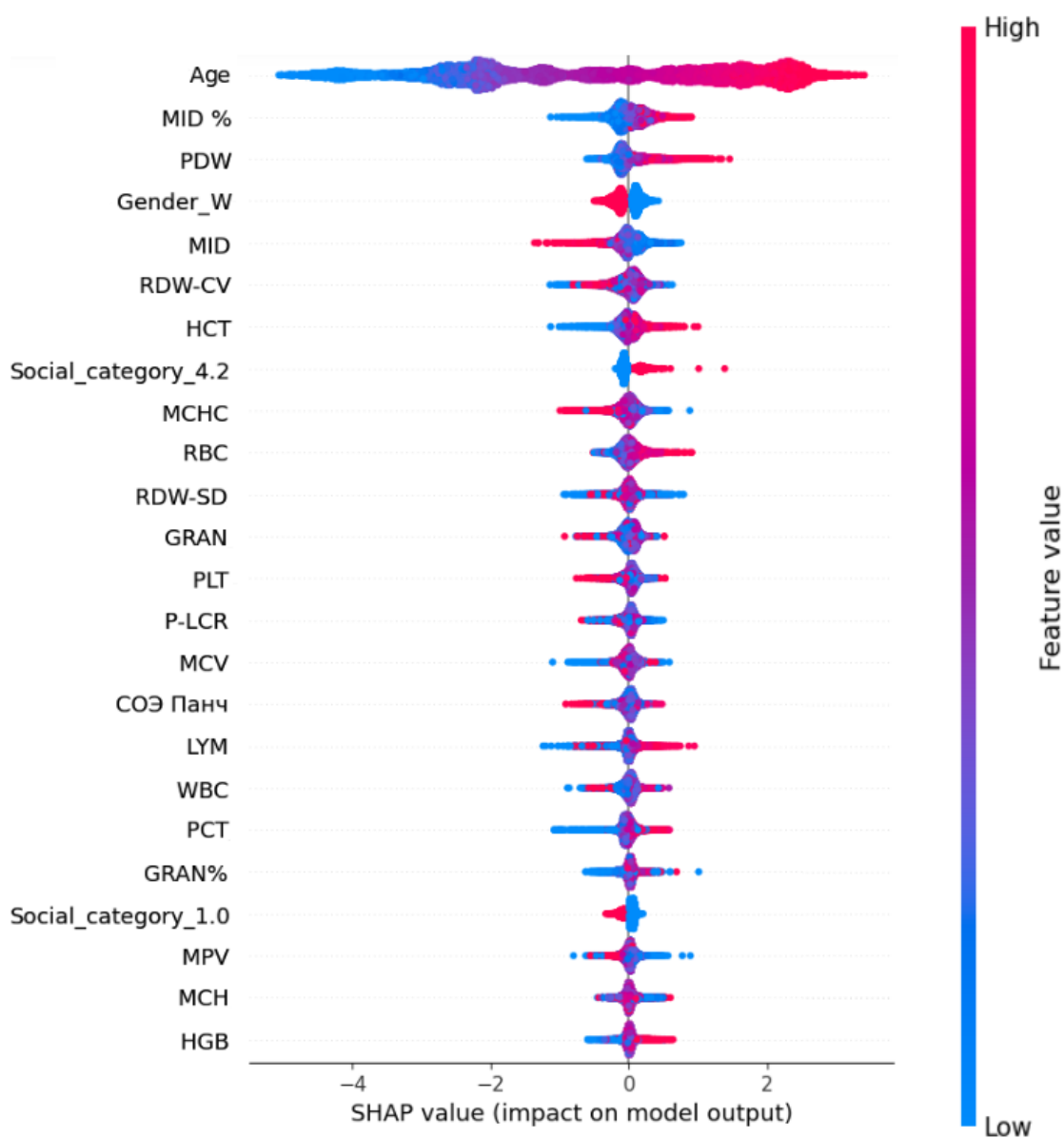


Рис. 4. Степень влияния признаков на результат прогноза

Таким образом, перечисленные биохимические показатели могут играть важную роль при оценке общего состояния здоровья и риска развития БСК. Они могут указывать на наличие или предрасположенность к сердечно-сосудистым заболеваниям, а также помогать в мониторинге эффективности лечения и общего состояния организма.

Список использованных источников и литературы

1. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). – URL : <https://www.fedstat.ru/indicator/31620> (дата обращения: 17.04.2024).
2. European Society of Cardiology Cardiovascular Risk Collaboration. Systematic Coronary Risk Evaluation (SCORE): JACC Focus Seminar 4/8 / I. M. Graham, E. Di Angelantonio, F. Visseren, D. De Bacquer, BA. Ference, A. Timmis, M. Halle, P. Vardas, R. Huculeci, MT. Cooney // J Am Coll Cardiol. – 2021. – No. 77 (24). – Pp. 3046–3057.
3. Alkadya, W. Classifying COVID-19 based on amino acids encoding with machine learning algorithms / W. Alkadya, K. ElBahasy, V. Leiva, W. Gad // Chemom. Intell. Lab. Syst. – 2022. – No. 224 (104535).
4. Cardiovascular disease prediction using machine learning models / A. Nikam, S. Bhandari, A. Mhaske, S. Mantri // Proceedings of the 2020 IEEE Pune Section International Conference. – 2020. – P. 22.

5. Natekin, A. Gradient boosting machines, a tutorial / A. Natekin, A. Knoll // *Frontiers in Neurobotics*. – 2013. – Vol. 7 (21).

6. Lundberg, Scott M. A unified approach to interpreting model predictions / Scott M. Lundberg, Su-In Lee // *Frontiers in Neurobotics*. – 2017. – P. 47.

Y. A. Shadrina, Master's Degree Student
Department of Information Systems and Technologies
Kazan (Volga region) Federal University

Explainable artificial intelligence in medicine

The degree of influence of individual human parameters on the risk of developing cardiovascular diseases is considered. The analysis is based on gradient boosting, which is well known in machine learning. The reliability of the forecast of the resulting model is about 80 percent.

Keywords: cardiovascular diseases, SHAP values, gradient boosting, disease prediction

А. С. Шмыков, магистрант
Кафедра «Программное обеспечение»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Фондовый рынок как объект имитационного моделирования

В статье проводится анализ фондового рынка как объекта имитационного моделирования. Исследуются основные участники фондового рынка, торгуемые на фондовом рынке активы, мотивации участников фондового рынка, некоторые принципы его работы. Приведены основные стратегии инвестирования на фондовом рынке, способы анализа активов фондового рынка.

Ключевые слова: рынок, риск, стратегия, активы, трейдер, брокер, биржа, эмитент, анализ, показатели.

Имитационное моделирование в данном контексте подразумевает создание компьютерных моделей, которые могут воспроизводить основные аспекты работы фондовых рынков. Эти модели могут учитывать различные факторы, такие как спрос и предложение, новостные события, макроэкономические показатели и поведение инвесторов.

Объектом имитационного моделирования является сам фондовый рынок, его динамика и структура. Целью такого моделирования может быть анализ влияния различных факторов на поведение рынка, предсказание его будущего состояния или оценка эффективности различных стратегий инвестирования.

Имитационное моделирование позволяет исследователям и инвесторам проводить виртуальные эксперименты и анализировать результаты без необходимости рисковать реальными средствами. Такие модели могут быть полезны при принятии инвестиционных решений, обучении трейдеров, а также в научных исследованиях в области финансовых рынков.

Фондовый рынок существует уже несколько веков, все это время люди ищут различные законы, по которым данный рынок работает. Сегодня фондовый рынок использует современные технологии для связи отдельных его компонентов, отображения и сбора информации.

Различные исследователи нашли законы и факторы, которые влияют на цены торгуемых на фондовых рынках активов. Гарантированное получение прибылей на фондовом рынке невозможно для всякого человека, который не может получить инсайдерскую информацию. Вся сумма рынка конечна, поэтому торговля является «игрой с нулевой суммой», т. е. получить выгоду могут не все участники рынка, а только часть из них, в то время как другие проигрывают.

Однако фондовый рынок играет значительную роль в современной экономике, т. к. позволяет привлекать и перераспределять капиталы в других секторах экономики, поэтому является интересным объектом для различных сфер науки.

Фондовый рынок – это часть финансового рынка, где осуществляется привлечение и перераспределение капитала за счет выпуска и обращения ценных бумаг. Понятие рынка затрагивает не только функцию передачи ценных бумаг, но и другие операции с ними, такие как выпуск и налогообложение. Кроме того, он позволяет устанавливать справедливое ценообразование [1].

Основными участниками фондового рынка являются [2]:

- *биржа*: это специальная площадка, на которой люди заключают сделки и обмениваются деньгами, товарами, ценными бумагами или производными контрактами. Под последними понимается обязательство купить или продать какой-то актив, когда его цена достигнет определенного уровня;

- *брокер*: это профессиональный участник рынка ценных бумаг, который выступает посредником между частным инвестором и биржей. По закону обычный человек не может совершать операции на бирже напрямую, поэтому он обращается к брокеру, и уже тот от имени клиента покупает или продает финансовые активы. Для работы с брокером инвестору требуется открыть брокерский счет;

- *эмитент*: это юридическое лицо, которое выпускает в обращение акции и облигации, а потом продает их на бирже, чтобы получить дополнительное финансирование и использовать его для развития своего бизнеса. Эмитентами могут быть государство, органы муниципальной власти, частные компании;

- *инвесторы (трейдеры)* – частные инвесторы, фонды, другие участники, которые занимаются скупкой и перепродажей активов, обеспечивая его ликвидность;

- другие участники, обеспечивающие торговлю, честность совершения сделок и т. п.

Активы фондового рынка

Активы, торгуемые на фондовом рынке, делятся на основные и производные [3].

Основными активами являются:

- *акции* – бумаги, подтверждающие право их владельца на определенную долю в определенном бизнесе, акция дает право на часть прибыли компании и право голосования при управлении компанией [4];

- *облигации* – бумаги, представляющие собой долговые расписки о том, что их эмитент взял в долг определенную сумму денег и выкупит эту расписку в определенный срок [5];

Производными финансовыми инструментами (деривативами) называют контракт, по которому стороны получают право или обязуются исполнить оговоренные действия в отношении базового актива. Действия включают в себя: возможность покупки, продажи, предоставления, получения товара или ценных бумаг [6].

Мотивация трейдеров к участию в фондовом рынке

В основном частными участниками фондового рынка становятся представители среднего класса, имеющие регулярный доход и способность создавать сбережения. Существуют разные мотивы, по которым участники фондового рынка могут участвовать в нем [7]:

- *Экономические мотивы* – желание получить материальную выгоду, достижение финансовой безопасности, реализации желаний, связанных с материальными благами и услугами.

- *Когнитивные мотивы* – желание получить новую информацию и интеллектуальную стимуляцию, достигнуть самореализации за счет собственных интеллектуальных способностей в сфере фондового рынка.

- *Социальные мотивы* – желание человека чувствовать себя частью группы, получать общение, решать совместные задачи с другими людьми.

- *Статусные мотивы* – желание демонстрировать собственное высокое положение, доказать самому себе собственный высокий интеллект и статус, чувствовать власть.

- *Эмоциональные мотивы* – желание получить различные эмоции, такие как азарт, гордость. Возможность получить рекреацию, восприятие торговли на рынке как игры.

Стратегии игры на фондовом рынке

Для достижения определенных результатов при торговле на фондовом рынке существуют определенные стратегии, которые позволяют, по мнению применяющих их, минимизировать риски, достигнуть наилучших результатов.

Пассивное инвестирование [8] предполагает постепенное, долгосрочное инвестирование, покупку максимально широкого спектра активов без проведения какого-либо анализа.

Стратегия основана на том, что в долгосрочной перспективе рынок всегда растет.

Такая стратегия дешевле, т. к. инвестор проводит малое количество сделок, поэтому платит мало комиссий.

Риски стратегии меньше, чем в других стратегиях, т. к. *портфель* инвестора максимально диверсифицирован.

Стратегия не требует больших временных затрат.

Стратегия хорошо подходит лицам, не имеющим специальных знаний в сфере фондового рынка.

К основным инструментам пассивного инвестирования относятся индексные и биржевые инвестиционные фонды (БПИФы, или ETF).

Доверительное управление [8] – передача собственных средств в управление фонду или управляющему, который, предположительно, имеет лучшие знания в управлении финансами, за счет чего способен получить большую прибыль. Такой управляющий также выбирает определенную стратегию.

Спекулятивная торговля (активное инвестирование) [9] предполагает активную торговлю с целью получения прибылей за счет разницы цен покупки и продажи.

Ориентация на краткосрочные сделки.

Стратегия имеет высокий риск.

Спекулянты делятся на «быков» и «медведей». «Быки» считают, что цена актива будет расти, поэтому скупают их, «медведи» предполагают, что цена актива будет падать, поэтому они продают их. Со временем, при появлении новых трендов, роли меняются.

Спекулянты используют широкий спектр инструментов: валюты, фьючерсы, акции и облигации.

Подобная деятельность подвержена негативной коннотации, но на практике лица, придерживающиеся ее, обеспечивают основную ликвидность активов.

На практике значительная часть тех, кто выбирает спекулятивную торговлю, не могут получить большую прибыль, чем пассивные инвесторы, но существуют такие фонды и частные инвесторы, которые могут это сделать.

Анализ рынка

Для исследования поведения рынка применяются различные методы *анализа рынка*. Аналитики считают, что этот анализ позволит предсказать поведение цен в определенной перспективе.

Технический анализ – это исследование динамики рынка главным образом при помощи графиков, с целью прогнозирования ценовых тенденций в будущем. Технические аналитики считают, что все факторы, влияющие на стоимость рынка, отражены в цене рынка [10].

В теории технический анализ применим к рынкам любого типа, но в основном применяется к высоколиквидным свободным рынкам (не подверженным внешнему влиянию), таким как валютные и фондовые биржи.

Динамика рынка включает в себя три основных источника информации:

- цена;
- объем;
- открытый интерес.

Объем торгов – это количество лотов, которые были куплены или проданы за определенный период времени. Чем больше сделок, тем ликвиднее и интереснее ценная бумага для участников торгов [11].

Открытый интерес определяется путем суммирования всех открытых позиций, независимо от того, являются ли они длинными (покупка) или короткими (продажа), с дальнейшим вычитанием закрытых позиций [12].

Технический анализ базируется на 3 постулатах:

- динамика рынка учитывает все – идея, основанная на том, что все факторы, влияющие на цену активов, на самом деле отражены в цене рынка;
- движение цен подчиняется тенденциям – идея о том, что движение цен на рынках подчинено тенденциям (трендам), действующий тренд скорее сохранит свою направленность, чем повернет в обратном направлении;

- история повторяется вновь и вновь – идея о том, что выявленные в прошлом модели графиков были эффективны, а значит, вероятно, они будут эффективны и в будущем.

Фундаментальный анализ – это метод подбора ценных бумаг, в основе которого лежит оценка того, насколько эффективен бизнес той или иной компании и какую прибыль эта компания сможет принести инвестору, если он станет ее акционером. Обычно к этому методу прибегают, чтобы найти акции для долгосрочного владения – при этом так, чтобы изначальные вложения многократно окупились либо за счет дивидендного дохода, либо за счет постепенного роста капитализации, а иногда за счет и того и другого [13].

При проведении фундаментального анализа применяются различные виды отчетности компании, учитываются сфера ее деятельности, общая капитализация, рентабельность, стоимость компании в перерасчете на единицу акций, соотношение прибыли и цены акции.

Алгоритмическая торговля

На основании идей анализа рынка строится теория алгоритмической торговли. Возможность проведения алгоритмической торговли возникла с появлением в биржевой торговле электронных площадок [14].

Алгоритмическая торговля – это автоматизация повседневных операций, выполняемых трейдерами, которая позволяет уменьшить время, необходимое для анализа информации об акциях, расчета математических моделей и проведения транзакций.

Для проведения алгоритмической торговли может применяться система *алготрейдинга* – автоматическая система, которая может торговать без трейдера с помощью заданной программы [15].

Различные фонды применяют алгоритмическую торговлю.

У алгоритмической торговли есть преимущества и недостатки. К преимуществам алгоритмической торговли относятся:

- автоматизация процессов;
- отсутствие физических ограничений и человеческого фактора;
- строгое и неуклонное следование заданной программе.

К недостаткам алгоритмической торговли относятся:

- ошибки в программе. Если программист допустит ошибку, робот неуклонно будет следовать ошибочной программе и потеряет деньги;
- достаточная сложность программ. При разработке алгоритмов нужно разбираться не только в программировании, но и в трейдинге. Это требует специализированных навыков и опыта;
- отсутствие информации. В свободном доступе очень мало информации по алготрейдингу;
- недостаток гибкости при изменении рынка. В ручном режиме проще подстроиться под быстрые изменения, чем менять весь алгоритм в программе.

Исходя из преимуществ и недостатков алготрейдинга и эмпирических данных, можно сделать вывод, что эта система так же не может обеспечить гарантированный выигрыш при торговле на фондовом рынке.

Выводы

Фондовые рынки позволяют торговать различными активами, которые представляют собой ценные бумаги, валюты.

Трейдеры участвуют в торговле на фондовых рынках с целью получения прибыли или получения финансовой безопасности, самореализации, с другими целями.

Инвесторы, участвующие в фондовом рынке, применяют различные стратегии для достижения собственных целей. Некоторые из этих стратегий могут быть автоматизированы, но не существует стратегий, которые могут гарантировать получение прибылей.

Помимо трейдеров в системе фондового рынка участвуют биржи, брокеры, эмитенты и другие участники, обеспечивающие его функционирование.

Список использованных источников и литературы

1. Добрынина, К. Фондовый рынок: что это и как он устроен: Академия: РБК, rbc.ru 30.11.2022. – URL : <https://quote.rbc.ru/news/article/60251b7b9a7947c49c76443d> (дата обращения: 19.04.2024).
2. Участники рынка ценных бумаг: Тинькофф журнал. – URL : <https://www.tinkoff.ru/invest/help/educate/how-it-works/what-is-exchange/exchange-members/> (дата обращения: 19.04.2024).
3. Ксения Добрынина, Ценные бумаги: что это и как с их помощью начать инвестировать на бирже: Академия: РБК, rbc.ru 14.12.2022. – URL : <https://quote.rbc.ru/news/article/638f1c729a794740acfb6bab> (дата обращения: 19.04.2024).
4. Что такое акции: Тинькофф журнал. – URL : <https://www.tinkoff.ru/invest/help/educate/how-it-works/ways-to-invest/stocks/> (дата обращения: 19.04.2024).
5. Что такое облигации: Тинькофф журнал. – URL : <https://www.tinkoff.ru/invest/help/educate/how-it-works/ways-to-invest/bonds/> (дата обращения: 19.04.2024).
6. Производные финансовые инструменты: фьючерс, опцион – в чем разница: 22.09.2021/ БКС Экспресс. – URL : <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/proizvodnye-finansovye-instrumenty-fyuchers-option-v-chem-raznitsa> (дата обращения: 19.04.2024).
7. Стребков, Д. О. Мотивация прихода российских частных инвесторов на фондовый рынок // Экономическая социология. – Ноябрь 2007. – Т. 8, №5.
8. Что такое пассивное инвестирование и кому оно больше подходит? Тинькофф журнал. – URL : <https://www.tinkoff.ru/invest/research/education/passive-investment/> (дата обращения: 19.04.2024).
9. Добрынина, К. Биржевой спекулянт: кто это, как зарабатывает, отличия от инвестора: РБК, rbc.ru 25.05.2022. – URL : <https://quote.rbc.ru/news/article/60251b7b9a7947c49c76443d> (дата обращения: 19.04.2024).
10. Мерфи, Джон Дж. Технический анализ финансовых рынков. Полный справочник по методам и практике трейдинга : пер. с англ. – Москва : Вильямс, 2016.
11. Грозецкая, Т. Как анализировать объемы в трейдинге // СБЕР СОВА. 20.11.2023– URL : <https://sbersova.ru/sections/invest/Kak-analizirovat-obyomu-v-treydinge> (дата обращения: 19.04.2024).
12. Давыдов-Громадин, Д. Что такое открытый интерес. Как применять индикатор в торговле биткоином // РБК КРИПТО. – 30.10.2023 – URL : <https://www.rbc.ru/crypto/news/653fac9b9a79477612639b83> (дата обращения: 19.04.2024).
13. Фундаментальный анализ ценных бумаг // Тинькофф журнал. – URL : <https://www.tinkoff.ru/invest/help/educate/how-it-works/rookie-advice/fundamental/> (дата обращения: 19.04.2024).
14. Афанасьева, Ю. Алгоритмическая торговля – что это, риски для инвестора // Финансовый журнал, Finam. – 24.11.21 – URL : <https://www.finam.ru/publications/item/algoritmicheskaya-torgovlya-chto-eto-riski-dlya-invertora-20211124-131400/> (дата обращения: 19.04.2024).
15. Askarbekov, U. Преимущества алго-трейдинга и важность анализа маркет-даты // Хабр. – 13.09.2022 – URL : <https://habr.com/ru/articles/688022/> (дата обращения: 19.04.2024).

A. S. Shmykov, Master's Degree Student
Department of Software
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Stock market as an object of simulation modeling

The article analyzes the stock market as an object of simulation modeling. The main participants of the stock market, assets traded on the stock market, the motivations of stock market participants, and some principles of its operation are examined. The main strategies for investing in the stock market and methods for analyzing stock market assets are given.

Keywords: market, risk, strategy, assets, trader, broker, exchange, issuer, analysis, indicators.

УДК 681.518.3+551.508

В. В. Антоньян, студент

А. Ю. Вдовин, кандидат технических наук, доцент

Кафедра «Вычислительная техника»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Разработка подсистемы получения метеорологических данных
для стрелковой баллистической измерительной установки в закрытом тире**

Одним из вариантов дальнейшего совершенствования систем для оценки результатов испытаний стрелкового оружия и боеприпасов является создание цифровой метеостанции и специального приложения, позволяющего автоматизировать процесс внесения метеоданных (температура, атмосферное давление, влажность) в протокол испытания. Выбраны компоненты метеостанции, разработано приложение, обеспечивающее автоматизированное внесение метеоданных в протокол, что позволяет исключить ошибки, обусловленные влиянием человеческого фактора.

Ключевые слова: микроконтроллер, датчики, температура, влажность, атмосферное давление, веб-сервер, приложение, баллистические испытания, тир.

Измерительные системы для оценки результатов испытаний стрелкового оружия и боеприпасов непрерывно совершенствуются [1–3], реализуются на все более современной элементной базе [4], приобретают новые функции [5] и дополняются новыми компонентами [6–9]. С широким распространением устройств на основе микроконтроллеров (например, Arduino и их многочисленных аналогов) одним из таких новых компонентов может стать цифровая метеостанция.

Метеорологические данные, такие как влажность, температура воздуха на стрелковой трассе, являются частью стандартных протоколов испытаний патронов к гражданскому и служебному огнестрельному оружию (ГОСТ Р 50530–2015), в некоторых видах испытаний требуется вносить в протокол испытаний также величину атмосферного давления. Более того, при испытаниях боеприпасов по действующим ОСТ (например, ОСТ 3-5380–83) требуется выполнять поправки на указанные параметры. Соответственно, дополнение измерительной подсистемы метеостанцией, созданной из недорогих стандартных современных комплектующих, может быть весьма актуальным.

При этом вплоть до настоящего времени данные с приборов (зачастую аналоговых) могут сниматься непосредственно оператором и заноситься в протоколы вручную, что обуславливает возможность появления ошибок, связанных с влиянием человеческого фактора.

В связи с этим целесообразна разработка цифровой метеостанции и соответствующего приложения на стороне ПК (ноутбука) оператора, обеспечивающего периодическое сохранение метеоданных с возможностью их получения при необходимости. Кроме того, при разработке необходимо обеспечить возможность последующей интеграции созданного приложения в программу для проведения баллистических испытаний [10] и в целом рассматривать вариант дальнейшей интеграции созданной подсистемы с приложением для сбора и хранения данных об испытаниях стрелкового оружия [7].

Создаваемую метеостанцию желательно оснастить беспроводным интерфейсом передачи данных для повышения ее мобильности и исключения необходимости прокладки на стрелковой баллистической трассе дополнительных кабелей.

Один из возможных вариантов реализации стрелковой баллистической измерительной установки (на основе световых экранов [11]) представлен на рис. 1.

Поставленную задачу можно решить с использованием платформы Arduino, дополненной модулем Wi-Fi, но в настоящее время существуют микроконтроллеры (МК), изначально содержащие такой модуль (например, ESP8266, ESP32). Для таких МК существуют свободно распространяемые программные средства разработки.



Рис. 1. Пример структурной схемы стрелковой баллистической измерительной установки

Сравнительные характеристики платформы Arduino UNO [12] и упомянутых микроконтроллеров ESP [13–15] приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительные характеристики Arduino UNO и ESP

Параметры	Arduino UNO	ESP8266	ESP32
Напряжение питания, В	7–12	7–12	7–12
Тактовая частота, МГц	16	80	160
Потребляемый ток	45–80 мА	15–400 мА	5–400 мА
SPI/I2C/I2S/UART	1/1/1/1	2/1/1/2	4/2/2/3
Bluetooth	нет	нет	BR/EDR и BLE
Wi-Fi	нет	802.11 b/g/n	802.11 b/g/n
CPU	ATmega328P	Xtensa Single-core 32-bit L106	Xtensa Dual-Core 32bit LX6
Флэш-память	16 Кб	4 МБ	4 МБ
RAM, Кб	0,5	160	520
USB	Type-B	МикроUSB	МикроUSB
Температурный диапазон, °C	–40...+85	–40...+125	–40...+125
Ориентировочная цена	400 р.	320 р.	450 р.

Результаты, приведенные в табл. 2, показывают, что все рассмотренные варианты соответствуют температурному режиму в помещении тира, имеют интерфейсы для интеграции необходимых датчиков. При этом ESP8266 не только обладает модулем Wi-Fi, но и является наиболее дешевым из рассмотренных вариантов, в связи с чем он и был выбран для решения рассматриваемой задачи.

Можно использовать совокупность нескольких датчиков, каждый из которых предназначен для оценки только одного измеряемого параметра (температура, влажность, атмосферное давление), но в настоящее время существуют датчики, позволяющие измерять все три указанных параметра. Одним из примеров такого датчика является BME280, особенности которого приведены в табл. 2 [16].

Таблица 2. Характеристики датчика BME280

Интерфейс	Питание	Измерение температуры	Измерение влажности	Измерение давления
SPI, I2C	1,8–5,5В	от –40 до +85 °С погр. $\pm 0,5..1,5$ °С	от 0 % до 100 % RH погр. $\pm 3,0$ % RH	от 300 до 1100 hPa погр. $\pm 1,0–1,7$ hPa

Поставленная задача была решена посредством реализации клиентского приложения с использованием веб-сервера, в роли которого выступает микроконтроллер ESP8266 (рис. 2).

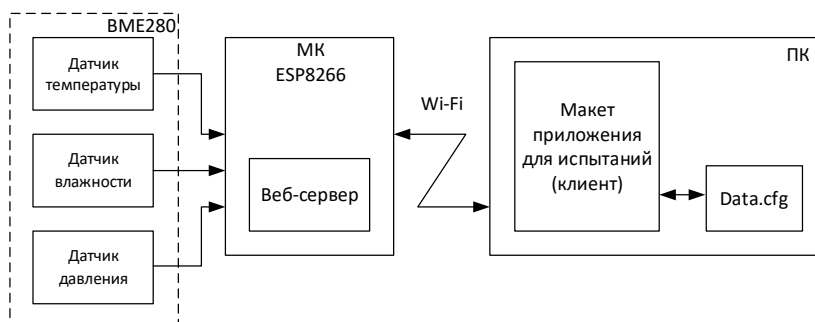


Рис. 2. Схема передачи данных в создаваемой подсистеме

Чтобы ESP8266 работал как веб-сервер, нужно написать код, который будет запускать веб-сервер на ESP8266, и задать его IP-адрес, по которому клиентская часть приложения сможет его найти.

В пользовательском интерфейсе макета приложения для проведения баллистических испытаний (рис. 3) реализован компонент для ввода нужного IP-адреса. После установления связи с веб-сервером происходит передача метеоданных, считываемых с датчика BME280, они автоматически сохраняются в cfg-файл. На рис. 3 числами 8, 9, 10 (текущие значения температуры, давления и влажности соответственно), 11 (IP-адрес веб-сервера), 13 (дата и время последнего обновления поля метеоданных), 16 (поле для служебных сообщений о связи с веб-сервером) обозначены добавленные на макет компоненты.

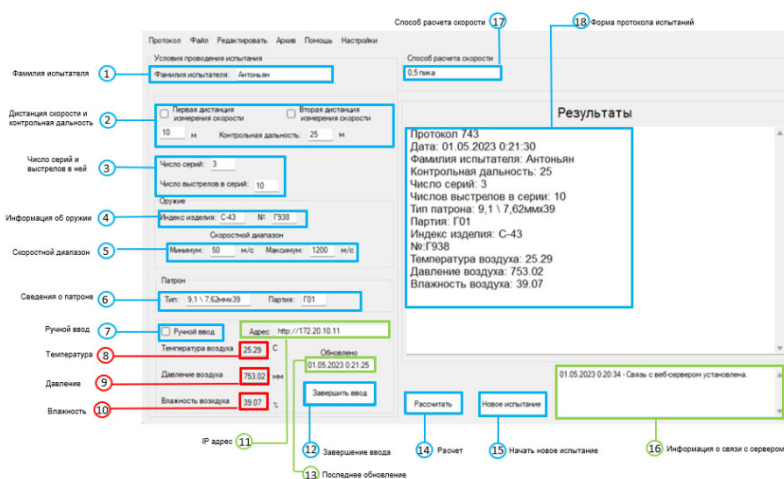


Рис. 3. Макет приложения для проведения баллистических испытаний

Алгоритм работы клиентской части созданного приложения представлен на рис. 4.

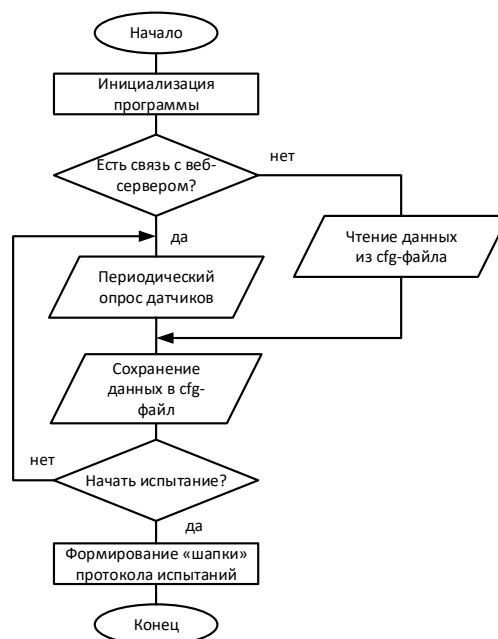


Рис. 4. Схема алгоритма клиентской части созданного приложения

В результате выполнения работы была создана цифровая метеостанция с беспроводным каналом связи, а также макет приложения для проведения баллистических испытаний, дополненный клиентской частью приложения, обеспечивающего получение данных от метеостанции.

Использование разработанного приложения для внесения метеоданных в протокол обеспечивает по сравнению с ручным вводом множество преимуществ, важнейшие из которых: автоматизация процесса заполнения соответствующих полей в протоколе и исключение ошибок, обусловленных влиянием человеческого фактора. Дальнейшая интеграция созданной подсистемы получения метеорологических данных в стрелковую баллистическую измерительную установку (например, на основе световых экранов) обеспечит расширение функциональных возможностей последней.

Список использованных источников и литературы

1. 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.
2. Compton, D. J. An experimental and theoretical investigation of shot cloud ballistics : Doctoral thesis. – London : University of London, 1996.
3. Вдовин, А. Ю. Современная автоматизированная система для оценки скорости перемещения затвора стрелкового оружия / А. Ю. Вдовин, Е. М. Марков, И. Г. Корнилов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2017. – Т. 15, № 3. – С. 82–87. – DOI 10.22213/2410-9304-2017-3-82-87. – EDN: ZGIEOH.
4. Чирков, Д. В. К вопросу определения характеристик движения объекта на основе высокоскоростной видеосъемки / Д. В. Чирков, Е. А. Федорова // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2021. – Т. 24, № 1. – С. 53–63. – DOI 10.22213/2413-1172-2021-1-53-63. – EDN: GHZTGH.
5. 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. – EDN: JXGYCA.
6. Создание на основе звуковой платы имитатора сигналов оптических датчиков автоматизированной системы для определения внешнебаллистических параметров / А. Ю. Вдовин, Е. М. Марков, А. В. Максимова, А. Н. Покушев // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – № 3(30). – С. 52–56. – EDN: WMCGNT.

7. Вдовин, А. Ю. Организация сбора и хранения данных об испытаниях стрелкового оружия с помощью ВЕБ-приложения // Интеллектуальные системы в производстве. – 2019. – Т. 17, № 2. – С. 4–10. – DOI 10.22213/2410-9304-2019-2-4-10. – EDN: UCEZKY.

8. Мингалеев, В. Р. Исследование возможности использования инфракрасного датчика НС-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 Всероссийского молодежного научного 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. – EDN: IKIKXK.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021666199 Российской Федерация. Программа управления светодиодным средством имитации иницирующих воздействий на оптические датчики системы на основе световых экранов : № 2021665506 : заявл. 04.10.2021 : опубл. 11.10.2021 / Е. В. Эсенкулов, А. Ю. Вдовин ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова». – EDN: UHWXIA.

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013661641. Программа управления технологическим процессом испытаний по определению скорости пуль посредством системы на основе световых экранов (оптико-электронных блокировок) при ведении стрельбы с двух позиций «АСИС2Д3.32» / Вдовин А.Ю. – Заявка №2013619411; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11.12.2013.

11. 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.

12. Arduino UNO R3 Datasheet, 2024. – URL: A000066-datasheet.pdf (arduino.cc) (дата обращения: 24.03.2024).

13. ESP8266EX Datasheet, ver. 7.0, 2023. – URL: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf (дата обращения: 24.03.2024).

14. ESP8266 Non-OS SDK. API Reference, ver. 4.0, 2023. – URL: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/2c-esp8266_non_os_sdk_api_reference_en.pdf (дата обращения: 24.03.2024).

15. ESP32 Series Datasheet, ver. 4.5, 2024. – URL: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf (дата обращения: 24.03.2024).

16. BME280 Datasheet, rev. 1.6, 2018. – URL: <https://download.mikroe.com/documents/datasheets/BME280.pdf> (дата обращения: 24.03.2024).

V. V. Anton'yan, Student
A. Yu. Vdovin, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Computer Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of a subsystem for obtaining meteorological data for a small ballistic measuring installation in an indoor shooting range

One of the options for further improving systems for evaluating the results of tests of small arms and ammunition is the creation of a digital weather station and a special application that allows you to automate the process of entering meteorological data (temperature, atmospheric pressure, humidity) into the test report. The components of the weather station have been selected, an application has been developed that provides automated entry of meteorological data into the protocol, which makes it possible to eliminate errors caused by the influence of the human factor.

Keywords: microcontroller, sensors, temperature, humidity, atmospheric pressure, web server, application, ballistic tests, shooting range

И. А. Арасланов, студент

В. А. Сидорина, кандидат педагогических наук, доцент

Кафедра «Радиотехника»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Возможность использования нейронной сети для обработки последовательности точек полигональной модели

Рассматривается возможность использования нейронной сети для обработки последовательности точек полигональной модели и насколько она быстрее или медленнее обрабатывает последовательность точек по сравнению с другими алгоритмами.

Ключевые слова: нейронная сеть, полигональная модель, полигональная графика, машинное обучение, нормализация.

Введение

На данный момент существует множество нейронных сетей, используемых для самых разных задач [1, 2]. Всего за несколько лет развития нейронных сетей были созданы новые методы для решения задач. Некоторые из них используются для упрощения монотонных задач, а также для ускорения их выполнения. Скорость, с которой выполняется задача, напрямую влияет на то, какой объем мы можем обработать за некоторый промежуток времени. Она является важным аспектом при проектировании (создании) программ, обрабатывающих данные. Результат обработки данных могут быть разные. Например, это может быть представление новых упорядоченных или неупорядоченных данных или конечный ответ обработки, выражающий то, что данные удовлетворяют заданным условиям.

Можно привести множество примеров того, где нейросеть обрабатывает данные [1–4], но мы рассмотрим один из них – обработка последовательности точек для построения полигональной модели.

В трехмерной графике существует такое понятие, как «полигон». Полигон (от греч. πολύγωνος – многоугольный) – единица геометрического построения вершин, ребер и граней, которые определяют форму объекта в трехмерной графике при объемном моделировании [5].

Каждый из полигонов является последовательностью точек, связанных между собой таким образом, чтобы образовывать элементарную единицу поверхности трехмерного объекта. Если последовательность точек не будет удовлетворять заданным условиям построения полигона, могут возникнуть дефекты (ошибки) построения полигона.

Исходя из вышеперечисленного, появляется несколько вопросов:

- насколько эффективно может нейронная сеть обработать последовательность точек полигональной модели по сравнению с другими алгоритмами;
- насколько сложно для данной задачи обучать нейросеть и какова итоговая точность модели.

Основная часть

Необходимо решить следующие задачи: построить модель нейронной сети для обработки последовательности точек; составить тестовую выборку данных для проведения обучения и тестов нейронной сети; написать другие алгоритмы для обработки последовательности точек без использования нейронной сети.

Для реализации нейронной сети для обработки последовательности точек необходимо определиться с алгоритмами, которые мы собираемся использовать для решения поставленных задач.

В ходе изучения специальной литературы было выяснено, что нейронная сеть лучше справляется с нормированными значениями [6–8]. Данные о положении точки в трехмерном пространстве являются не обязательно нормированными, поэтому возможно производить обработку входных и выходных данных нейронной сети в двухмерной проекции.

Обработка входных данных

Обработка входных данных производится в 3 этапа: получение двухмерной проекции полигона; квантование координат двухмерной проекции; нормирование координат квантованной двухмерной проекции.

Код этапов алгоритма обработки входных данных выглядит следующим образом:

```
internal List<Point> Get_2D(List<Point3D> list)
```

```
{
    double xy = 0.0f, xz = 0.0f, yz = 0.0f;
    for (int i = 0; i < list.Count; i += 2)
    {
        int l = 0;
        if (i + 2 != 4)
        {
            l = i + 2;
        }

        xy += Math.Sqrt(Math.Pow(list[i + 1].X - list[i].X, 2) + Math.Pow(list[i + 1].Y - list[i].Y, 2)) * Math.Sqrt(Math.Pow(list[l].X - list[i + 1].X, 2) + Math.Pow(list[l].Y - list[i + 1].Y, 2));
        xz += Math.Sqrt(Math.Pow(list[i + 1].Z - list[i].Z, 2) + Math.Pow(list[i + 1].X - list[i].X, 2)) * Math.Sqrt(Math.Pow(list[l].Z - list[i + 1].Z, 2) + Math.Pow(list[l].X - list[i + 1].X, 2));
        yz += Math.Sqrt(Math.Pow(list[i + 1].Z - list[i].Z, 2) + Math.Pow(list[i + 1].Y - list[i].Y, 2)) * Math.Sqrt(Math.Pow(list[l].Z - list[i + 1].Z, 2) + Math.Pow(list[l].Y - list[i + 1].Y, 2));
    }

    int type = 0;
    if (yz > xz)
    {
        if (yz > xy)
        {
            type = 2;
        }
    }
    else
    {
        if (xz > xy)
        {
            type = 1;
        }
    }
    List<Point> list_2D = new List<Point>();
    switch (type)
    {
        case 0:
```

```

        for (int i = 0; i < list.Count; i++) { list_2D.Add(new Point { X = list[i].X, Y =
list[i].Y }); }
        break;
    case 1:
        for (int i = 0; i < list.Count; i++) { list_2D.Add(new Point { X = list[i].X, Y =
list[i].Z }); }
        break;
    case 2:
        for (int i = 0; i < list.Count; i++) { list_2D.Add(new Point { X = list[i].Z, Y =
list[i].Y }); }
        break;
    default:
        break;
    }
    return list_2D;
}
def quantization_points(points):
    length = len(points)
    new_points = np.full((length,2), fill_value=0)
    xy = []
    for i in range(0,length):
        if points[i][0] not in xy:
            xy.append(points[i][0])
        pass
        if points[i][1] not in xy:
            xy.append(points[i][1])
        pass
        pass
    xy.sort();
    new_points = []
    for i in range(0,length):
        new_points.append([xy.index(points[i][0]) + 1,xy.index(points[i][1]) + 1])
        pass
    return(new_points)
def normalization_points(points):
    new_points = np.full((len(points),2), fill_value=0.0)
    x = []
    y = []
    for i in range(0,len(points)):
        x.append(points[i][0])
        y.append(points[i][1])
    max_x = sorted(x)[len(x)-1]
    max_y = sorted(y)[len(y)-1]
    for i in range(0,len(points)):
        new_points[i][0] = points[i][0] / max_x
        new_points[i][1] = points[i][1] / max_y
    return(new_points)

```

Вначале находим проекцию точки полигона на одну из двухмерных плоскостей ($xу$, xz , yz).

Каждому входному значению присваивается порядковый номер, зависящий от его расположения вдоль оси $xу$ (список точек x и y). Причем на оси $xу$ находятся как значения

оси x , так и значения оси y . Это сделано для того, чтобы квантованные значения отражали действительные расположения точек в пространстве.

После квантования идет нормирование значений. Нормированное значение точки вычисляется с помощью следующей формулы.

Построение модели нейронной сети

После того как мы обработали входные данные, можем приступить построению нейросети. В ходе экспериментов была выбрана следующая модель нейронной сети:

```
model = Sequential()
model.add(LSTM(4, activation='sigmoid', input_shape = (4, 2), return_sequences = True))
model.add(BatchNormalization())
model.add(LSTM(8, activation='sigmoid', input_shape = (4, 2), return_sequences = True))
model.add(BatchNormalization())
model.add(LSTM(8, activation='sigmoid', input_shape = (4, 2), return_sequences = True))
model.add(BatchNormalization())
model.add(LSTM(8, activation='sigmoid', input_shape = (4, 2), return_sequences = True))
model.add(BatchNormalization())
model.add(LSTM(4, activation='sigmoid', input_shape = (4, 2)))
```

Выходные данные, которые требуются для выполнения поставленной задачи, представляют собой последовательность равного размера, что и входные данные. Целесообразно использовать синхронизированную рекуррентную модель нейронной сети. Для ее создания мы используем рекуррентные слои LSTM с сигмоидальной функцией активации. Между LSTM мы добавляем слой BatchNormalization для ускорения процесса обучения нейронной сети. Экспериментально было выяснено, что добавление данных слоев увеличило скорость процесса обучения примерно в 4 раза.

Оценка верности решения

Для оценки правильности работы алгоритма был написан алгоритм проверки. Данный алгоритм основан на нахождении точки пересечения двух прямых. Когда полигон имеет ошибку построения, то линии сторон полигона пересекаются между собой, образуя точку, которой не должно быть при правильном построении полигона. Это показано на рис. 1.

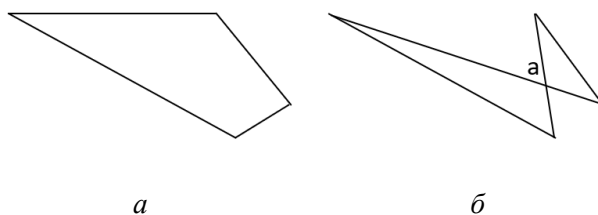


Рис. 1. Полигоны: a – без ошибки построения, b – с ошибкой построения

Точка a является примером такого пересечения линий. Для оценки верности решения написан следующий алгоритм:

```
internal bool Normal_order_points(List<int[]> points)
{
    int length = points.Count;
    int[][] _lines = new int[length][2];
    for (int i = 0; i < length; i++)
    {
        if (i + 1 != length) { _lines[i] = new int[2] { points[i], points[i + 1] }; }
        else { _lines[i] = new int[2] { points[i], points[0] }; }
    }
    int x_max = 0, y_max = 0;
```

```

for (int i = 0; i < length; i++)
{
    if (x_max < points[i][0]) { x_max = points[i][0]; }
    if (y_max < points[i][1]) { y_max = points[i][1]; }
}
for (int i = 0; i < length; i++)
{
    for (int j = i + 1; j < length; j++)
    {
        int a = _lines[i][1][0] - _lines[i][0][0];
        int b = _lines[i][1][1] - _lines[i][0][1];
        int c = _lines[j][1][0] - _lines[j][0][0];
        int f = _lines[j][1][1] - _lines[j][0][1];
        double x = 0, y = 0;
        if (c != 0 && f != 0)
        {
            double t1 = (_lines[i][0][1] / f) - (_lines[j][0][1] / f) - (_lines[i][0][0] / c) +
(_lines[j][0][0] / c);
            double t2 = (a / c) - (b / f);
            if (t2 != 0)
            {
                double t = t1 / t2;
                x = t * (a) + _lines[i][0][0];
                y = t * (b) + _lines[i][0][1];
            }
        }
        if (c == 0 && f != 0)
        {
            if (a != 0)
            {
                x = _lines[j][1][0];
                y = ((b / a) * (x - _lines[i][0][0])) - _lines[i][0][1];
            }
            else { continue; }
        }
        if (c != 0 && f == 0)
        {
            if (b != 0)
            {
                y = _lines[j][1][1];
                x = ((a / b) * (y - _lines[i][0][1])) - _lines[i][0][0];
            }
            else { continue; }
        }
        //Console.WriteLine($"[{x};{y}]");
        if (x <= x_max && y <= y_max && x >= 0 && y >= 0 && ((Math.Round(x,
3) % (int)x != 0.0 && Math.Round(y, 3) % (int)y != 0.0) || (points.ToList<int[]>().FindIndex(p =>
p[0] == (int)x && p[1] == (int)y) == -1))) { return false; }
    }
}
return true;
}

```

Другие алгоритмы сортировки последовательности точек

Для решения вопроса об оценке эффективности работы нейронной сети по сравнению с другими алгоритмами мы возьмем алгоритм угловой сортировки и алгоритм случайной сортировки.

Код для угловой сортировки.

```
internal List<int> Sort2(List<Point3D> list)
{
    int length = list.Count;
    List<int[]> q_points = Quantization_points(Get_2D(list));
    List<int[]> q_points_sort = new List<int[]>();
    List<int> sequence = new List<int>();
    for (int i = 0; i < length; i++)
    {
        q_points_sort.Add(new int[] { 0, 0 } );
    }
    if (!Normal_order_points(q_points))
    {
        Cosole.WriteLine(JsonSerializer.Serialize<List<int[]>>(q_points));
        Point min_point = new Point() { X = 1000, Y = 1000 };
        for (int i = 0; i < length; i++)
        {
            if (min_point.X >= q_points[i][0] && min_point.Y >= q_points[i][1] &&
q_points[i][0] <= q_points[i][1])
            {
                min_point.X = q_points[i][0];
                min_point.Y = q_points[i][1];
            }
        }
        int index_min_point = q_points.ToList<int[]>().FindIndex(p => p[0] ==
(int)min_point.X && p[1] == (int)min_point.Y);
        List<double> angles = new List<double>();
        for (int i = index_min_point + 1; i < length + index_min_point; i++)
        {
            if (i < length)
            {
                double l1 = q_points[i][0] - min_point.X, l2 =
Math.Sqrt(Math.Pow(q_points[i][0] - min_point.X, 2) + Math.Pow(q_points[i][1] - min_point.Y,
2));
                angles.Add(Math.Acos(l1 / l2) * 180 / Math.PI);
            }
            else
            {
                double l1 = q_points[i - length][0] - min_point.X, l2 =
Math.Sqrt(Math.Pow(q_points[i - length][0] - min_point.X, 2) + Math.Pow(q_points[i - length][1] -
min_point.Y, 2));
                angles.Add(Math.Acos(l1 / l2) * 180 / Math.PI);
            }
        }
        angles.Sort();
        q_points_sort[0] = new int[2] { (int)min_point.X, (int)min_point.Y };
        for (int i = index_min_point + 1; i < length + index_min_point; i++)
```

```

    {
        if (i < q_points.Count)
        {
            double l1 = q_points[i][0] - min_point.X, l2 =
Math.Sqrt(Math.Pow(q_points[i][0] - min_point.X, 2) + Math.Pow(q_points[i][1] - min_point.Y,
2));
            q_points_sort[angles.IndexOf(Math.Acos(l1 / l2) * 180 / Math.PI) + 1] = new
int[] { q_points[i][0], q_points[i][1] };
        }
        else
        {
            double l1 = q_points[i - length][0] - min_point.X, l2 =
Math.Sqrt(Math.Pow(q_points[i - length][0] - min_point.X, 2) + Math.Pow(q_points[i - length][1] -
min_point.Y, 2));
            q_points_sort[angles.IndexOf(Math.Acos(l1 / l2) * 180 / Math.PI) + 1] = new
int[] { q_points[i - length][0], q_points[i - length][1] };
        }
    }
    Console.ForegroundColor = ConsoleColor.DarkGreen;
    Console.WriteLine(JsonSerializer.Serialize<List<int[]>>(q_points_sort));
    for (int i = 0; i < length; i++)
    {
        sequence.Add(q_points_sort.FindIndex(p => p[0] == q_points[i][0] && p[1] =
= q_points[i][1]) + 1);
    }
    Console.WriteLine(JsonSerializer.Serialize<List<int>>(sequence));
    Console.ForegroundColor = ConsoleColor.White;
    return sequence;
}
for (int i = 0; i < length; i++)
{
    sequence.Add(i + 1);
}
return sequence;
}

```

Код для случайной сортировки.

```

while (!Normal_order_points(q_points))
{
    int[][] q_points_r = q_points;
    Random random = new Random();
    for (int i = 0; i < q_points.Length; i++)
    {
        int[] old = q_points[i];
        int index = random.Next(i, q_points.Length);
        q_points_r[i] = q_points[index];
        q_points_r[index] = old;
    }
    q_points = q_points_r;
}

```

В таблице показаны результаты сравнения алгоритмов с нейронной сетью.

Результаты сравнения

Тип	Размер обучающей выборки	Время обработки одного полигона	Точность модели
Нейросеть	24	150 мс	100 %
	1944	150 мс	100 %
	247848	150 мс	47 %
Угловая сортировка	–	1 мс	100 %
Случайная сортировка	–	1,6 мс	100 %

По результатам таблицы нейронная сеть может обрабатывать последовательности точек, но ее эффективность намного меньше, чем других алгоритмов. К тому же точность решения падает с увеличением размера обучающей выборки, но удовлетворяет поставленной задаче.

Малая эффективность и падение точности нейронной сети обуславливается тем, что необходимо оптимизировать модель нейронной сети.

Нейронная сеть может проигрывать при малых объемах входных данных, но при увеличении их размера и оптимизации скорости обработки входных данных нейросеть будет превосходить алгоритмы, не использующие нейронную сеть.

Заключение

В результате была построена модель нейронной сети для обработки последовательности точек, составлена тестовая выборка данных для проведения обучения и тестов нейронной сети, написаны алгоритмы для обработки последовательности точек без использования нейронной сети.

В работе для ускорения процесса обучения нейронной сети было рассмотрено использование синхронизированной рекуррентной модели нейронной сети с реализацией рекуррентных слоев LSTM с сигмоидальной функцией активации и добавлением слоя BatchNormalization. Экспериментально выяснено, что добавление данных слоев увеличило скорость процесса обучения примерно в 4 раза.

Список использованных источников и литературы

1. *Kurochka, K.* Classifier for Confocal Thyroid Imaging on Single Board Computers / K. Kurochka, A. Demidov // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. – 2020. – №. 4. – С. 287–290. – EDN UVCFTO.
2. *Демидова, Л. А.* Разработка модели прогнозирования остаточного срока службы накопителей данных с использованием технологии рекуррентных нейронных сетей / Л. А. Демидова, И. А. Фурсов // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. – 2021. – Т. 5, № 1. – С. 43–48. – EDN CXSKCF.
3. *Дель, И. В.* Прогноз приземной температуры воздуха на основе модели рекуррентной нейронной сети / И. В. Дель, А. В. Старченко // Все грани математики и механики : сб. ст. Всероссийской молодежной научной конференции студентов, Томск, 27 мая – 01 июня 2021 г. / под ред. Л. В. Гензе. – Томск : Изд-во науч.-техн. лит., 2021. – С. 58–67. – EDN PGUFSW.
4. *Дюсекенов, Д. С.* Сравнительный анализ рекуррентных нейронных сетей и модели авторегрессии ARIMA при прогнозировании нестационарных временных рядов / Д. С. Дюсекенов, Е. А. Тюменцев // Прикладная математика и фундаментальная информатика. – 2022. – Т. 9, № 4. – С. 33–41. – DOI 10.25206/2311-4908-2022-9-4-33-41. – EDN PEYGIW.
5. *Бердичевский, Е. Г.* Полигональная графика как инструмент трехмерного моделирования // Геометрия многообразий и ее приложения : материалы Пятой науч. конф. с междунар. участием, посвященной 100-летию профессора Р. Н. Щербакова, Улан-Удэ, 03–06 июля 2018 г. / отв. ред. В. Б. Цыренова. – Улан-Удэ : Бурятский государственный университет, 2018. – С. 79–86. – EDN UZWUDM.
6. *Зоткина, А. А.* Решение проблем рекуррентной нейронной сети при помощи модели «долговременной кратковременной памяти» / А. А. Зоткина, Н. С. Шиндина // Современные информационные технологии. – 2023. – № 37 (37). – С. 18–20. – EDN BMPDGV.

7. Иващенко, А. В. Модель ансамблирования интеллектуальных компонентов системы компьютерного зрения на основе рекуррентной нейронной сети / А. В. Иващенко, А. В. Кривошеев // Научно-технический вестник Поволжья. – 2022. – № 6. – С. 164–167. – EDN VLOIOI.

8. A Study on the Behavior of a Neural Network for Grouping the Data // Semantic Scholar. – URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Study-on-the-Behavior-of-a-Neural-Network-for-the-Chittineni-Bhogapathi/84a6408c1c5fcf3f5389278e764714a152c9ec2a>. (дата обращения: 10.04.2024).

I. A. Araslanov, Student
V. A. Sidorina, PhD in Education, Associate Professor
Department of Radio Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Possibility of using a neural network to process a sequence of points of a polygonal model

The possibility of using a neural network to process a sequence of points of a polygonal model is considered and how faster or slower it processes the sequence of points compared to other algorithms.

Keywords: neural network, polygonal model, polygonal graphics, machine learning, normalization.

А. Ю. Шаимов, инженер 1-й категории, старший преподаватель
К. В. Черных, ведущий инженер-конструктор – руководитель группы
А. К. Черных, студент
М. И. Владыкин, студент
А. С. Коротков, студент
А. С. Малькин, студент

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка плат с использованием репрограммируемых ПЛИС

Статья посвящена изучению архитектуры, основных принципов работы, конструкции однократно программируемых и репрограммируемых ПЛИС и разработке схем плат, предназначенных для прототипирования однократно программируемых ПЛИС. В результате разработки была создана схема электрическая принципиальная платы-прототипа.

Ключевые слова: программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС), технология AN-TIFUSE, технология PROASIC3, компания MICROCHIP, схема электрическая принципиальная, плата-прототип.

Введение

В современном мире при тестировании и отладке программ, осуществляющих задачи различного рода, используется метод эмуляции – запуск созданной и скомпилированной программы на подключаемой к персональному компьютеру (ПК) периферии. Для этой задачи применяется два основных вида эмуляции – при подключении платы микроконтроллера через порт ПК либо при подключении к нему платы программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС). Каждый из этих методов обладает собственными преимуществами и недостатками, а также спецификой разработки и использования, на основе которых и осуществляется выбор в пользу применения одного из этих методов. При использовании ПЛИС стоит обратить внимание на возможность применения как однократно программируемых ПЛИС, так и многократно программируемых (репрограммируемых) ПЛИС. В случае последних у разработчика программного обеспечения нет необходимости замены электронного компонента при обнаружении ошибки или при необходимости изменения спектра решаемых задач, ему необходимо лишь переписать программный код и «перепрошить» подключенное устройство.

Использование многократно программируемых ПЛИС целесообразно и перспективно, в том числе в техническом и экономическом аспекте, поскольку позволяет снизить стоимость и сократить время на их разработку, тестирование и производство. Однако при разработке плат-прототипов необходимо также знать основные особенности и характеристики различных серий ПЛИС, а также технологии их изготовления. В рамках данной статьи более детально произведем анализ репрограммируемых ПЛИС (таких как ПЛИС серий PROASIC-PLUS, PROASIC3/E) для последующей замены ими однократно программируемых ПЛИС (серии ACCELERATOR).

Постановка задачи

Необходимо разработать схему электрическую принципиальную платы, предназначенной для прототипирования однократно программируемых ПЛИС.

Требования к устройству:

- поддержка работы в режиме создания конфигурируемых цифровых электронных схем;
- поддержка функции репрограммирования для обнаружения и исправления ошибок в программном коде или при необходимости изменения спектра решаемых задач;

- совместимость с выводами платы исходной однократно программируемой ПЛИС для ее замены в режиме прототипирования с целью дальнейшего стабильного функционирования устройства.

Решение задачи

Для построения схемы платы-прототипа необходимо изучить область применения ПЛИС, их основные разновидности и классификацию по типу хранения конфигурации, особенности архитектуры, основных принципов работы, конструкции однократно программируемых и репрограммируемых ПЛИС и осуществить выбор в пользу конкретной многократно программируемой ПЛИС для прототипирования исходной однократно программируемой ПЛИС. (В нашем случае осуществляется прототипирование ПЛИС AX1000-CQ352M серии ACCELERATOR.)

Отличия от микроконтроллеров

Для разработчиков в микроконтроллерах доступен фиксированный набор решений и средств, присущих конкретному чипу, отступить от архитектуры никаким образом не получится. Вам предоставлен набор команд, с помощью которых вы производите операции взаимодействия с окружающей средой посредством считывания данных с цифровых и аналоговых входов и отправки сигналов исполнительным устройствам с помощью выходов. Кроме этого вы можете производить вычисления, сохранять данные в регистрах или ПЗУ, а также оперировать данными, прошитыми в память микроконтроллера. На этом, в сущности, и заключаются назначение и особенности работы с микроконтроллерами.

Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) отличаются тем, что, программируя устройство, вы сами создаете архитектуру из базовых логических элементов. Таким образом, вы получаете высокое быстродействие и гибкость микросхемы. Это дает возможность, не изменяя чип, сделать целый ряд проектов.

Обобщенно, согласно источнику [1], внутреннее устройство ПЛИС можно разделить на три основные группы:

1. Массив из логических элементов (макроячеек, логических блоков).
2. Блоки входа-выхода (ИО).
3. Линии связи между ними и устройство, которое управляет этими связями.

Главным отличием ПЛИС от микроконтроллеров является то, что в микроконтроллере вы не можете изменять внутренних связей между простейшими элементами, а в ПЛИС на основе прописывания связей основывается программирование и работа с ними.

Выбор микроконтроллеров происходит исходя из множества критериев, таких как:

- быстродействие и тактовая частота;
- объем ПЗУ и ОЗУ;
- количество входов и выходов;
- другие функциональные особенности и периферии типа поддержки линий связи и протоколов (I2C, one-wire, PWM-сигнал и прочее).

При выборе ПЛИС основным критерием является количество программируемых блоков – их должно хватить для реализации задачи.

В зависимости от конкретного ПЛИС количество блоков может изменяться в широких пределах, соответственно, изменяется и стоимость.

Микроконтроллер выполняет последовательно все операции, прописанные в его программе, в то время как блоки ПЛИС выполняют задачу параллельно и независимо друг от друга, поэтому сравнение этих устройств по тактовой частоте нецелесообразно.

Виды ПЛИС

Актуальными на сегодняшний день являются два основных вида ПЛИС:

1. CPLD (Complex Programmable Logic Device – программируемая логическая интегральная микросхема, собственно это и есть ПЛИС в ее классическом понимании). В ней обычно есть встроенная энергонезависимая память, в которую загружается прошивка.

Внутренняя структура строится на матрице макроячеек или логических блоков, а количество элементов в них лежит в пределах сотен и тысяч штук. Благодаря относительной простоте они стоят дешевле, чем следующий вид программируемой логики. Все это приводит к тому, что используется CPLD в основном в схемах, где нужна высокая скорость и большое число выводов, при этом выполняют несложные задачи.

2. FPGA (Field-Programmable Gate Array – программируемая пользователем вентильная матрица, однако ее часто относят к ПЛИС) – более развитые и сложные устройства по сравнению с CPLD, строятся на логических блоках с гибкой коммутацией и содержат большее число элементов (десятки или сотни тысяч штук).

Прошивка, как правило, хранится во внешней энергонезависимой памяти. Кроме простейших логических элементов в FPGA могут содержаться готовые блоки для выполнения каких-либо операций, например, блоки обработки сигнала DSP. Все это позволяет реализовать процессор, устройства обработки сигналов и другие сложные устройства.

Классификация ПЛИС по типу хранения конфигурации

Наиболее распространенные разновидности технологий ПЛИС, согласно источнику [2], представлены ниже:

SRAM-Based

Это одна из самых распространенных разновидностей ПЛИС. Конфигурация ПЛИС хранится в ячейках статической памяти, изготовленной по стандартной технологии CMOS. Достоинство этой технологии – возможность многократного перепрограммирования ПЛИС. Недостатки – не самое высокое быстродействие, после включения питания прошивку нужно вновь загружать. Значит, на плате должен еще стоять загрузчик, специальная микросхема FLASH или микроконтроллер – все это удорожает конечное изделие.

Flash-based

В таких микросхемах хранение конфигурации происходит во внутренней flash-памяти или памяти типа EEPROM. Такие ПЛИС лучше тем, что при выключении питания прошивка не пропадает. После подачи питания микросхема опять готова к работе. Однако у этого типа ПЛИС есть и свои недостатки. Реализация flash-памяти внутри CMOS микросхемы – это не очень просто. Требуется совместить два разных техпроцесса для производства таких микросхем. Значит, они получаются дороже. Кроме того, такие микросхемы, как правило, имеют ограниченное количество циклов перезаписи конфигурации.

Antifuse

Специальная технология, по которой выполняются однократно программируемые ПЛИС. Программирование такой ПЛИС заключается в расплавлении в нужных местах чипа специальных перемычек для образования нужной схемы. Недостаток – собственно программировать / прошивать чип можно только один раз. После этого исправить уже ничего нельзя. Сам процесс прошивки довольно небыстрый. Зато есть масса достоинств у таких ПЛИС: они довольно быстрые (могут работать на больших частотах), меньше подвержены сбоям при радиации – все из-за того, что конфигурация получается в виде перемычек, а не в виде дополнительной логики, как у SRAM-based.

Изучение архитектуры, основных принципов работы, конструкции однократно программируемых ПЛИС AX1000-CQ352M, компании MICROCHIP, изготавливаемых по технологии ANTIFUSE

Компания MICROCHIP выпускает широкий спектр однократно и многократно программируемых ПЛИС на основе технологий Antifuse и Flash, в том числе – не имеющие мировых аналогов радиационно стойкие логические матрицы. Применение ПЛИС MICROCHIP позволяет получать технологические решения, которые обеспечат высокие технико-экономические характеристики и большую надежность устройств.

ПЛИС MICROCHIP широко и успешно применяются:

- в авиационно-космической аппаратуре;
- бортовых системах управления;

- промышленных АСУ;
- телекоммуникационных устройствах;
- медицинском оборудовании;
- портативных устройствах.

Основные преимущества ПЛИС MICROCHIP:

- минимальное потребление по сравнению с ПЛИС других производителей;
- энергонезависимость и готовность к работе сразу после включения питания;
- совместимость по выводам микросхем с различным числом вентиляей;
- высочайшая надежность;
- устойчивость к аппаратным ошибкам, возникающим под воздействием нейтронов и протонов;
- защита от несанкционированного считывания конфигурации.

Семейства ПЛИС MICROCHIP, выполненные по технологии ANTIFUSE, объединяют преимущества программируемой логики и заказных микросхем. В микросхемах этих семейств используется запатентованный программируемый нормально разомкнутый конфигурационный ANTIFUSE-элемент. В процессе однократного программирования образуется надежное низкоомное соединение, обеспечивающее требуемую конфигурацию логической матрицы.

MICROCHIP выпускает четыре семейства ПЛИС, выполненных по технологии ANTIFUSE: AXCELERATOR, SX-A, eX и MX. Их основные характеристики:

- внутренняя частота – свыше 500 МГц;
- от 3 тыс. до 4 млн вентиляей;
- поддержка внутрикристалльной отладки;
- коммерческое, промышленное, военное и MIL-STD-883B исполнение;
- корпуса CSP, PQFP, TQFP, FBGA, BGA, CQFP, CCGA

Программируемая логическая интегральная схема AX1000-CQ352M изготавливается по технологии ANTIFUSE, принадлежит семейству AXCELERATOR, имеет характеристики (согласно источнику [3]), представленные в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики ПЛИС AX1000-CQ352M

Параметры	Значение параметра
Количество системных элементов	612 000
Количество триггеров	6 048
Количество комбинаторных ячеек	12 096
Объем ОЗУ, блоков	36
Объем ОЗУ, бит	165888
Количество блоков ГУН с ФАПЧ	8
Количество банков системы ввода-вывода	8
Количество блоков глобальной синхронизации встроенных	4
Количество блоков глобальной синхронизации предразведенных	4
Количество пользовательских выводов	198
Количество пользовательских дифференциальных пар выводов	98
Температурный диапазон эксплуатации	от минус 55 до плюс 125

Конструкция корпуса ПЛИС приведена на рис. 1.

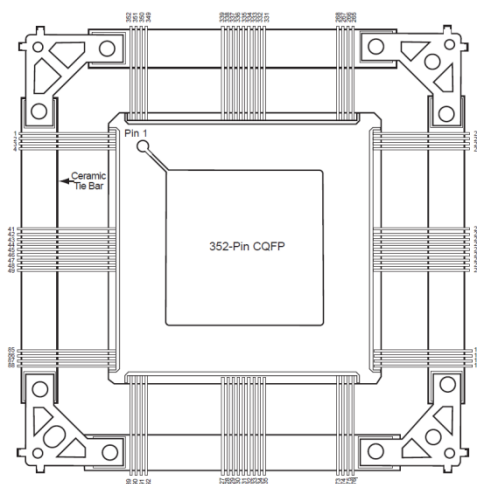


Рис. 1. Конструкция корпуса AX1000-CQ352M

Изучение архитектуры, основных принципов работы, конструкции репрограммируемых ПЛИС технологии PROASIC3 компании MICROCHIP, выбор ПЛИС для реализации схемы платы-прототипа

В отличие от ПЛИС на основе ANTIFUSE-технологии, во FLASH-семействах ПЛИС MICROCHIP ячейки хранения конфигурации, расположенные на кристалле, выполнены по технологии, которая позволяет определять наличие связей между ячейками за счет встроенных транзисторов, изготовленных по технологии с изолированным затвором. Тем самым достигается готовность к работе сразу при подаче питания и значительно меньшее энергопотребление, аналогично технологии ANTIFUSE. При этом ПЛИС, изготовленные по FLASH-технологии, позволяют производить неоднократное программирование структуры.

Репрограммируемые ПЛИС отличаются наличием средств стирания записанной в память информации, что позволяет существенно снизить затраты на разработку, тестирование и производство схем электрических принципиальных, содержащих в своей структуре данные микросхемы.

MICROCHIP предлагает четыре флэш-семейства: ProASICPLUS, ProASIC3/E, IGLOO/E и Fusion. Их основные характеристики:

- внутренняя частота – до 350 МГц;
- от 30 тыс. до 3 млн вентиляей;
- возможность внутрисхемного программирования;
- коммерческое, промышленное, военное и MIL-STD-883B исполнение;
- наличие встроенной энергонезависимой памяти;
- корпуса PQFP, TQFP, FBGA, BGA, CQFP, CCGA, QFN, CS, VQFP.

Основные требования, предъявляемые к репрограммируемой микросхеме ПЛИС, должны удовлетворять следующим критериям:

- объем встроенных триггеров должен быть не меньшим, чем в оригинальной прототипируемой ПЛИС AX1000-CQ352M;
- объем встроенных комбинаторных ячеек должен быть не меньшим, чем в оригинальной прототипируемой ПЛИС AX1000-CQ352M, либо в случае усложненной архитектуры ячейки должны позволять реализовывать аналогичный объем функций AX1000-CQ352M;
- объем встроенного ОЗУ должен быть не меньшим, чем в оригинальной прототипируемой ПЛИС AX1000-CQ352M;
- количество банков системы ввода/вывода должно быть не меньшим, чем в оригинальной прототипируемой ПЛИС AX1000-CQ352M;
- количество пользовательских выводов, в том числе дифференциальных пар выводов, должно быть не меньшим, чем в оригинальной прототипируемой ПЛИС AX1000-CQ352M;

- количество блоков глобальной синхронизации должно быть не меньшим, чем в оригинальной прототипируемой ПЛИС AX1000-CQ352M;
- количество ГУН с ФАПЧ должно быть не меньшим, чем в оригинальной прототипируемой ПЛИС AX1000-CQ352M;
- питание ПЛИС должно осуществляться по возможности от аналогичных источников напряжения, что и прототипируемой ПЛИС AX1000-CQ352M;
- тактовая частота ПЛИС должна быть не ниже 100 МГц;
- корпус ПЛИС должен иметь минимальные размеры, поскольку предполагается плату-прототип размещать на посадочное место прототипируемой ПЛИС AX1000-CQ352M.

Сравнительные характеристики прототипируемой ПЛИС AX1000-CQ352M и рассматриваемых в качестве репрограммируемых ПЛИС платы-прототипа приведены в табл. 2.

Таблица 2. Характеристики протипируемой и репрограммируемых ПЛИС

Параметры	Значение параметра			
	AX1000	A3P1000	A3PE1500	A3PE3000
Количество системных элементов	612 000	1 000 000	1 500 000	3 000 000
Количество триггеров	6 048	24 576	38 400	75 264
Объем ОЗУ, Кбайт	18	18	30	56
Количество блоков ФАПЧ	8	6	6	6
Количество банков системы ввода/вывода	8	4	8	8
Количество блоков глобальной синхронизации	8	18	18	18
Количество пользовательских выводов	198	300	444	620
Количество пользовательских дифференциальных пар выводов	98	74	222	310
Максимальная тактовая частота, МГц	350	350	350	350
Напряжение питания ядра, В	1,5	1,5	1,5	1,5
Напряжение питания системы ввода/вывода, В	1,5–3,3	1,5–3,3	1,5–3,3	1,5–3,3

Сравнительные характеристики показывают, что одновременно всем критериям выбора ПЛИС для прототипирования не соответствует ни одна из предложенных репрограммируемых ПЛИС. Однако ПЛИС A3PE3000 не удовлетворяет требованиям выбора только в части количества встроенных блоков ГУН с ФАПЧ и является наиболее предпочтительной для реализации проекта.

Для разработки проекта выбирается ПЛИС A3PE3000-1FG484I в корпусе FBGA FG484, снабженном 341 пользовательскими выводами и 168 пользовательскими дифференциальными парами выводов. Конструкция корпуса ПЛИС приведена на рис. 2.

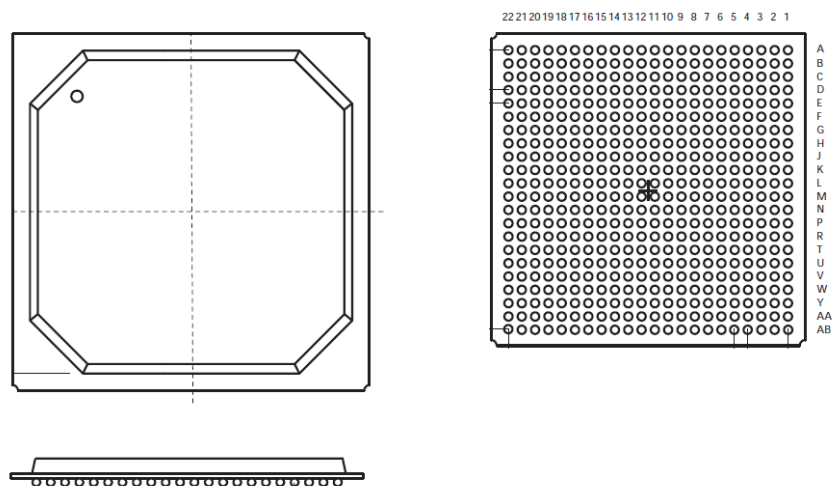


Рис. 2. Конструкция корпуса FBGA484

Результаты разработки

После проведения сравнительного анализа и осуществления выборки соответствующей репрограммируемой ПЛИС осуществляется разработка схемы электрической принципиальной в среде автоматизированного проектирования (САПР). В нашем случае в качестве САПР для разработки схем платы-прототипа был выбран Altium Designer. На рис. 3, 4 представлена разработанная схема в САПР Altium designer.

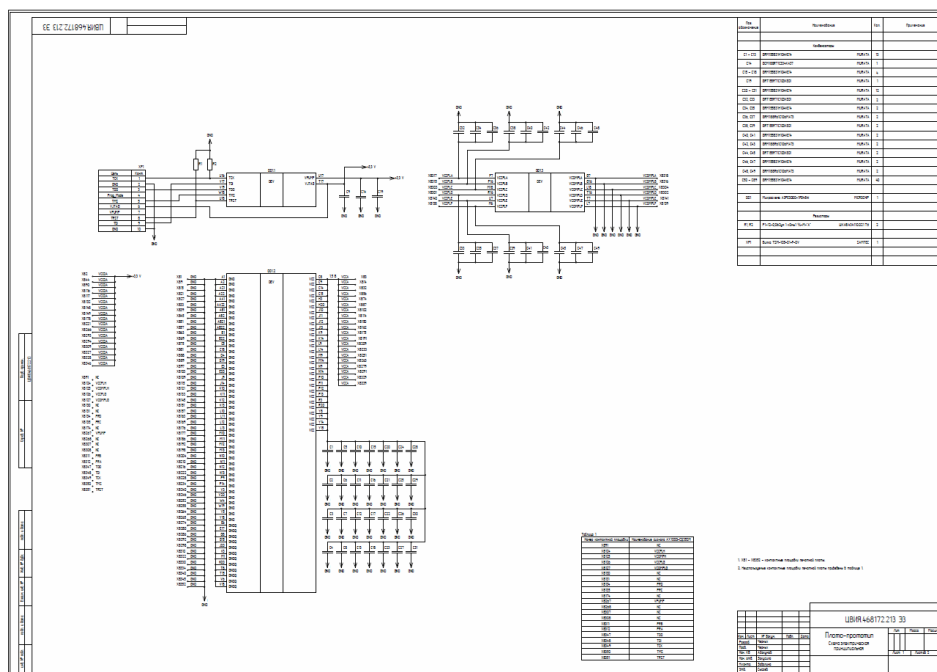


Рис. 3. Схема электрическая принципиальная платы-прототипа, лист 1

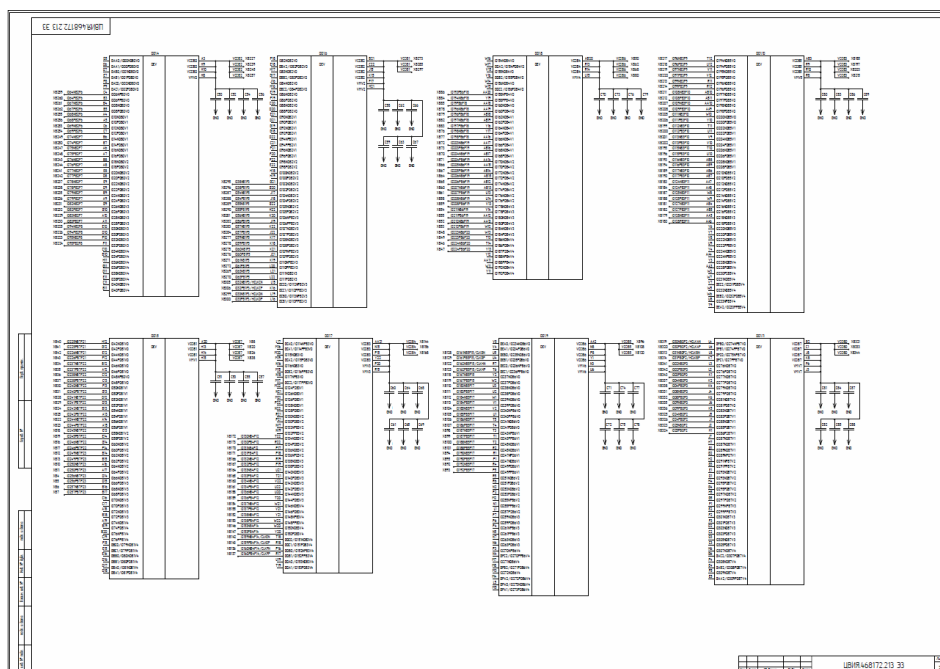


Рис. 4. Схема электрическая принципиальная платы-прототипа, лист 2

Вывод

В работе были рассмотрены основные разновидности ПЛИС и их классификация по типу хранения конфигурации, их отличия от микроконтроллеров в аспекте разработки и области применения. Изучена архитектура, основные принципы работы, конструкция одно-

кратно программируемых и репрограммируемых ПЛИС, проведен их анализ. На основе анализа характеристик разработана схема платы, предназначенной для прототипирования однократно программируемых ПЛИС.

Список использованных источников и литературы

1. Что такое ПЛИС простым языком для начинающих. – URL: <https://elektrik.info/micro-controller/1501-cto-takoe-plis-prostym-yazykom-dlya-nachinayuschih.html> (дата обращения: 22.10.2023).
2. Архитектура ПЛИС (FPGA). – URL: <https://marsohod.org/ll-blog/265-fpga> (дата обращения: 22.10.2023).
3. MICROSEMI ACCELERATOR family FPGAs. – Datasheet, Revision 18, 2012. Pp. 1–4. – URL: <https://www.infinite-electronic.ru/datasheet/43-AX250-FG256.pdf> (дата обращения 22.10.2023).

A. Yu. Shaimov, first category engineer, Senior Lecturer

K. V. Chernyh, leading design engineer – group leader

A. K. Chernyh, Student

M. I. Vladykin, Student

A. S. Korotkov, Student

A. S. Malkin, Student

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of boards using programmable PLDs

This article is devoted to the study of architecture, basic principles of operation, design of single-programmable and reprogrammable FPGAs and the development of circuit boards designed for prototyping single-programmable FPGAs. As a result of the development, an electrical circuit board prototype was created.

Keywords: Field-Programmable Gate Array (FPGA), ANTIFUSE technology, PROASIC3 technology, MICROCHIP company, electrical circuit diagram, prototype board.

А. Ю. Шаимов, инженер 1-й категории, старший преподаватель
К. В. Черных, ведущий инженер-конструктор – руководитель группы
А. К. Черных, студент
М. И. Владыкин, студент
А. С. Коротков, студент
А. С. Малькин, студент

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Разработка программ с использованием технологии ПЛИС

Статья посвящена разработке, моделированию и реализации программ на ПЛИС. В ходе проектирования представлен процесс программирования с использованием технологии ПЛИС. В результате разработки был реализован измеритель АЧХ на ПЛИС.

Ключевые слова: программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС), амплитудно-частотная характеристика, структурная схема, программное моделирование, цифровая схема.

Введение

Современные радиоэлектронные устройства содержат интегральные схемы различной сложности и назначения, поэтому их разработка, технология изготовления и программирование являются одной из развивающихся областей науки и техники. Доступность, простота освоения работы с ними, визуализация процессов требуют знаний, творческого подхода к разработке таких устройств, умственных усилий и способностей – все это является привлекательной работой для миллионов людей (не являющихся даже инженерами и программистами).

Различные интегральные схемы (микроконтроллеры, микропроцессоры, цифровые сигнальные процессоры, логические элементы, программируемые логические матрицы) предназначены для приема, цифровой обработки и передачи сигналов. Программируемые логические интегральные схемы (далее просто ПЛИС) являются наиболее гибкими и универсальными устройствами, т. к. позволяют формировать логику работы ПЛИС в реальном масштабе времени посредством программирования и адаптировать разрабатываемую электрическую схему для решения задач с изменяющимися параметрами. Логика работы ПЛИС описывается в виде непосредственно электрической схемы или в виде программного кода на специальных языках высокого уровня описания аппаратуры, таких как Verilog HDL, VHDL или Vivado. Разработка структуры функциональных блоков, их взаимодействие, программирование и отладка осуществляются при помощи отладочной программной среды с последующей загрузкой в отладочную плату через программатор.

Для обеспечения работы в реальном масштабе времени ПЛИС имеет более высокое быстродействие, по сравнению с контроллерами и процессорами при реализации идентичных функций. Однако универсальность применения и высокое быстродействие достигается технологической сложностью производства для получения высокой степени интеграции полупроводниковых элементов в кристалле, что сказывается на стоимости, ограничивает применение таких элементов для аппаратуры массового производства.

Лидерами на рынке ПЛИС являются Altera и Xilinx.

Quartus II (QII) – это система проектирования на ПЛИС Altera, подходящая для всех выпускаемых семейств микросхем Altera.

Постановка задачи

Необходимо разработать программное обеспечение на ПЛИС для снятия амплитудно-частотной характеристики канала.

Решение задачи

Этапы выполнения проекта на ПЛИС можно условно разделить на следующие части:

- Создание файла проекта.
- Анализ и синтез проекта.
- Трассировка связей и размещение проекта.
- Временной анализ (Time Quest).
- Создание базы данных для передачи в другую САПР для моделирования (по необходимости).
- Программирование конфигурационной памяти [1].

Таким образом, благодаря большому количеству явных преимуществ при работе на ПЛИС, а также из-за наличия в своем распоряжении отладочной платы Altera DE2-115 мы остановились на реализации проекта, где были использованы семейство ПЛИС «Cyclone IV» фирмы Altera, среда разработки Quartus II, язык программирования Verilog HDL.

В качестве алгоритма нахождения амплитуды сигнала применяется принцип нахождения синфазной и квадратурной составляющей амплитуды сигнала в конкретный момент времени.

Синфазная составляющая находится как уровень исходного сигнала, а квадратурная – уровень сдвинутого по фазе на 90° исходного сигнала в тот же момент времени.

В простом случае математическую модель можно описать: пусть исходный входной дискретный сигнал есть $S(nT_\delta) = A \sin(nT_\delta)$, где n – номер отсчета сигнала, T_δ – период дискретизации.

Синфазная составляющая амплитуды совпадает с исходным сигналом и определяется как $A_C = A \sin(nT_\delta)$.

Квадратурная составляющая амплитуды является повернутым по фазе на 90° исходным сигналом и определяется как $A_K = A \sin(nT_\delta + \frac{\pi}{2}) = A \cos(nT_\delta)$.

Возведя данные составляющие в квадрат и складывая их правые и левые части получим:

$$A_C^2 + A_K^2 = (A \sin(nT_\delta))^2 + (A \cos(nT_\delta))^2$$

Используя основное тригонометрическое тождество, получим:

$$A_C^2 + A_K^2 = A^2$$

Откуда и определим амплитуду исходного сигнала:

$$A = \sqrt{A_C^2 + A_K^2}$$

Однако стоит учесть, что при реализации появляется задержка, связанная с инертностью работы блока поворота фазы сигнала (преобразователь Гильберта).

Структурная схема снятия АЧХ канала представлена на рис. 1.

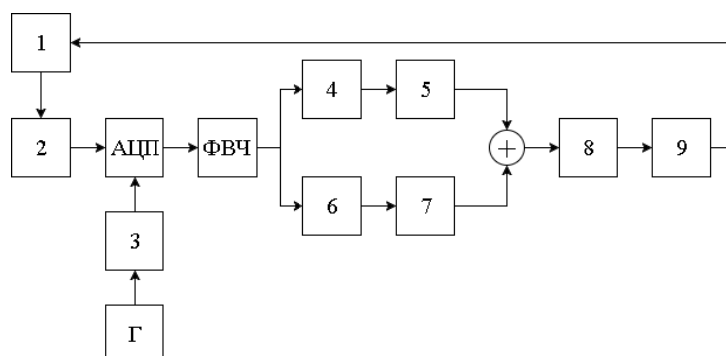


Рис. 1. Структурная схема снятия АЧХ канала

Структурная схема включает в себя ПЭВМ (1), блок управления (2), АЦП-фильтр высоких частот (3), элемент задержки (4), преобразователь Гильберта (6), блоки возведения в квадрат (5 и 6), сумматор, блок извлечения квадратного корня (8), выходной регистр (9). По завершении определения значения амплитуды ее величина пересылается в ПЭВМ (1) ответной квитанцией.

Моделирование данной схемы снятия АЧХ канала было выполнено в среде Matlab.[2] Структура модели приведена на рис. 2.

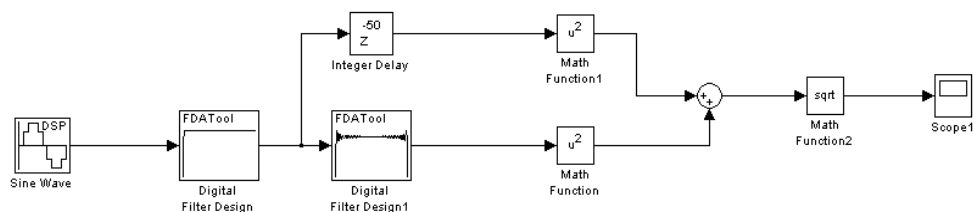


Рис. 2. Моделирование схемы снятия АЧХ канала

Данная программа реализует алгоритм снятия АЧХ приемного тракта с последующей обработкой на ПЭВМ. Ниже приведен алгоритм работы модели.

По команде оператора отсчеты входного сигнала поступают в фильтр высоких частот с целью подавления постоянной составляющей, которая присутствует во входном сигнале.

1. Отсчеты с выхода фильтра одновременно поступают в преобразователь Гильберта для формирования квадратурной составляющей и в элемент задержки для обеспечения когерентности сигналов.

2. Отсчеты, полученные путем преобразования и прошедшие через элемент задержки, возводятся в квадрат.

3. Возведенные в квадрат отсчеты суммируются.

4. После сумматора сумма квадратов поступает на элемент извлечения квадратного корня.

5. На выходе модели формируется искомая амплитуда.

6. Контроль результата моделирования выполняется по виртуальному осциллографу (рис. 3).

Полученное значение амплитуды записывается в память – выходной регистр (9) (см. рис. 1) – и передается по интерфейсу связи в ПЭВМ в виде ответной квитанции в рамках протокола обмена между ПЛИС и ПЭВМ.

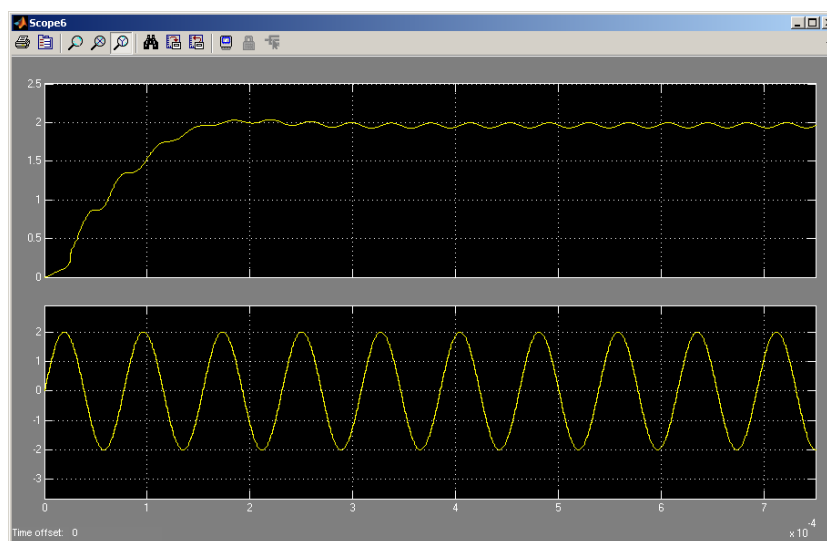


Рис. 3. Графики результата моделирования

На рис. 3 представлены графики результатов моделирования. На верхнем графике изображена вычисленная амплитуда, на нижнем – сигнал с генератора. Время установления выходной амплитуды составляет не более 0,2 мс.

Структурная схема для снятия АЧХ канала на ПЛИС идентична рис. 1.

Данная структурная схема включает в себя ПЭВМ (1), с которого поступают команды на блок управления (2), разрешающий работу АЦП для формирования отсчетов входного сигнала, подаваемого с генератора. Оцифрованный сигнал подается на фильтр высоких частот для того, чтобы убрать постоянную составляющую, появляющуюся в результате прохождения сигнала по каналу (3). Затем полученные отсчеты одновременно подаются на элемент задержки (4), который формируется путем создания сдвигового регистра с 101 ячейкой. Данная величина определяется порядком преобразователя Гильберта (6), после чего отсчеты возводятся в квадрат (блоки 5 и 6). Элемент возведения в квадрат формируется стандартной утилитой Quartus II Megawizard plug-in manager, выбираем блок умножения Altfp_Mult. Результат суммируется. Из суммы извлекается квадратный корень (блоком 8). Элемент нахождения корня формируется стандартной утилитой Quartus II Megawizard plug-in manager, где выбираем элемент Altfp_Sqrt. В результате получаем значение амплитуды входного сигнала, которое записывается в выходной регистр (9). По завершении определения значения амплитуды ее величина пересылается в ПЭВМ (10) ответной квитанцией.

Время вычисления амплитуды входного сигнала составляет 20 мс. При снятии АЧХ в диапазоне от 10 кГц до 800 кГц с шагом 10 кГц ожидаемое время снятия характеристики без учета времени, затрачиваемого на перестройку частоты генератора, составляет 1,58 с.

Цифровая схема измерения АЧХ, реализованная на ПЛИС, представлена на рис. 4. Она содержит следующие блоки:

1. Two – блок управления, в котором осуществляется прием команды и передача ответной квитанции по последовательному интерфейсу RS-232, коммутация данных с одного из десяти АЦП, выработка сигналов, разрешающих работу остальных блоков, входящих в схему.

2. Read_ADC – блок чтения отсчетов с АЦП.

3. HighPass – блок, представляющий фильтр высоких частот.

4. Fir_Hilbert – блок, реализующий преобразователь Гильберта.

5. Delay – блок, задерживающий сигнал на определенное количество отсчетов.

В качестве примера разберем работу элемента сдвига [3]. Программный код на языке Verilog HDL с комментариями выглядит следующим образом:

```
module DELAY ( //объявление модуля, реализующий элемент задержки
input CLOCK_2 // входной провод с тактовой частотой 2 МГц
input [11:0]ram3, // шина входных данных разрядностью 12
output reg [11:0]reg_delay // 12-разрядный регистр задержанных данных)
reg [9:0]count_delay=0; // счётчик тактовых импульсов
reg [5:0]perem=0; //регистр адреса памяти хранения входного отсчета
reg [11:0]ram_save[100:0]; //память хранения входных отсчётов
always @(posedge CLOCK_2 ) /*задание блока чувствительности к тактовой частоте */
begin
ram_save[perem]<=ram3; /* сохранение входного отсчёта в ячейку памяти по текущему адресу perem */
count_delay<=count_delay + 1; // инкремент счёта
if (count_delay==101|count_delay==102) //осуществление задержки на 101 такт
begin
count_delay<=101; // по достижении счетчиком величины задержки
reg_delay<=ram_save[perem]; // разрешение передачи входных отсчетов в
// выходной регистр
end
end
```

```

perem=perem+1; // модификация адреса ячейки памяти
if (perem==101) // создание циклического буфера памяти
perem<=0; // обнуление адреса обращения к ячейке памяти
end
endmodule // завершение модуля

```

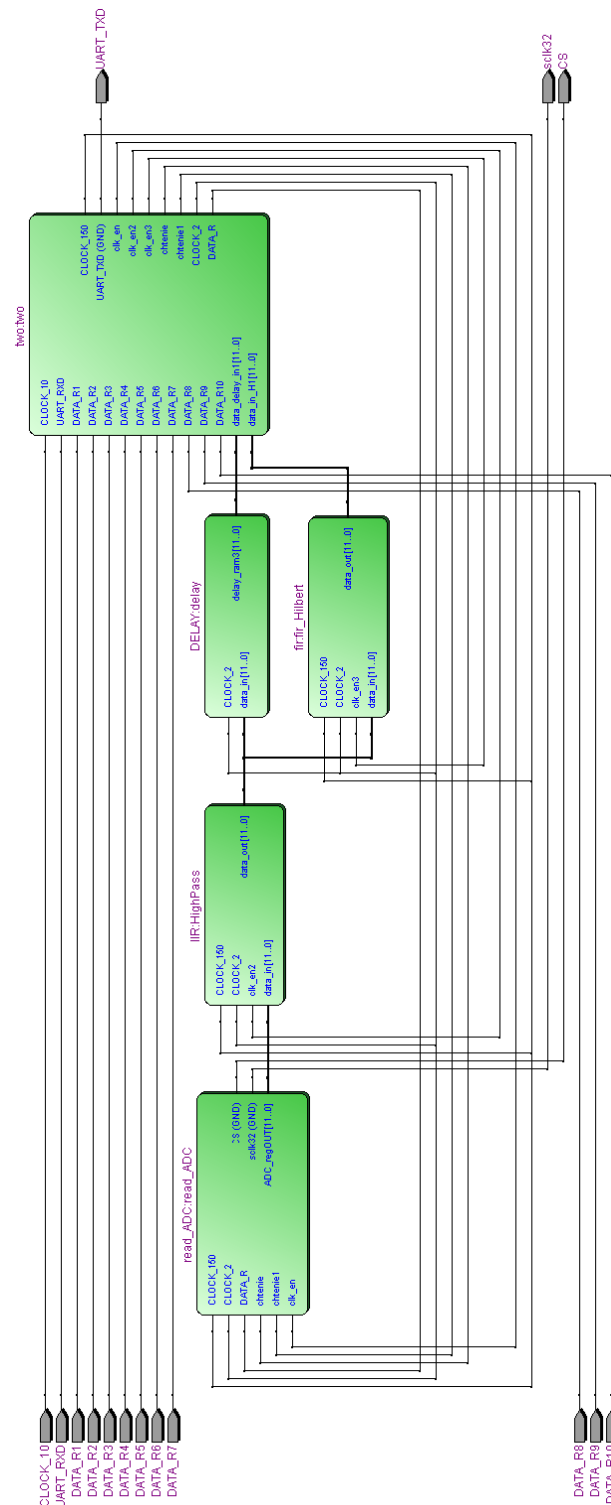


Рис. 4. Цифровая схема измерителя АЧХ

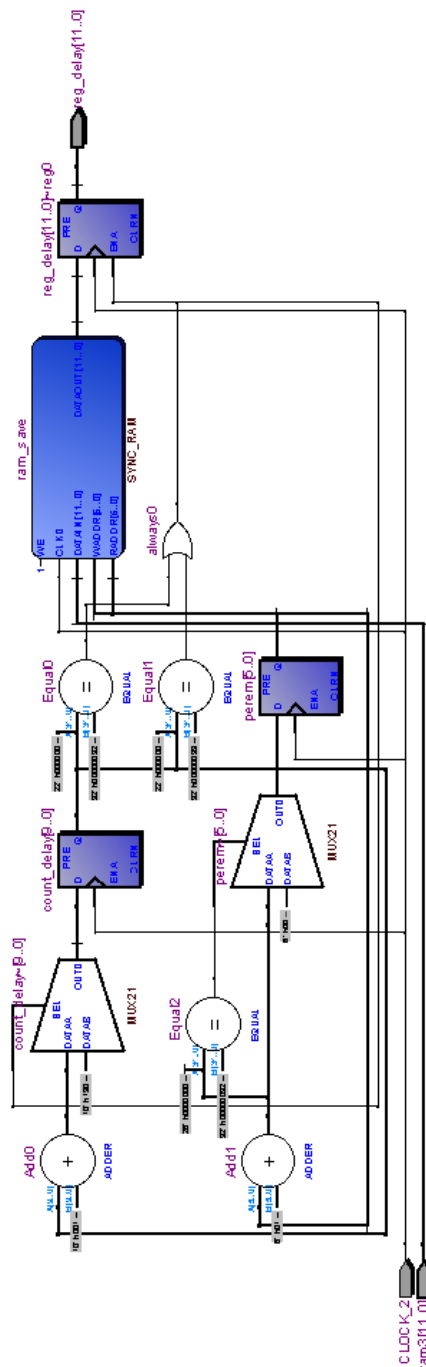


Рис. 5. Цифровая схема элемента задержки

Вывод

Данная реализация измерителя АЧХ на ПЛИС позволяет снимать АЧХ приемного канала в диапазоне 10–800 кГц. Погрешность вычисленной амплитуды составляет не более 4 %. Полученные знания и программные блоки будут применяться в дальнейшем для синтеза других более сложных систем и алгоритмов ЦОС.

Список использованных источников и литературы

1. Акчурин, А. Д. Основы работы в среде Quartus II : учеб.-метод. пособие / А. Д. Акчурин, К. М. Юсупов, А. А. Колчев. – Казань : ДМК Пресс, 2017. – 49 с. – URL: https://kpfu.ru/staff_files/F1473892315/Osnovy_raboty_v_srede_Quartus_II.pdf (дата обращения: 10.04.2024).

2. Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB / А. И. Солонина, С. М. Арбузов. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2012. – 425 с. – URL: https://books.4nmv.ru/books/tsifrovaya_obrabotka_signalov_modelirovanie_v_simulink_3643535.pdf (дата обращения: 15.04.2024).

3. Поляков, А. К. Языки VHDL и Verilog в проектировании цифровой аппаратуры. – Москва : СОЛОН-Пресс, 2013. – 315 с. – URL: [https://ebook.pldworld.com/_eBook/FPGA/HDL/-Ru/Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры \(Поляков\).pdf](https://ebook.pldworld.com/_eBook/FPGA/HDL/-Ru/Языки_VHDL_и_VERILOG_в_проектировании_цифровой_аппаратуры_(Поляков).pdf) (дата обращения: 20.04.2024).

A. Yu. Shaimov, first category engineer, Senior Lecturer

K. V. Chernyh, leading design engineer – group leader

A. K. Chernyh, Student

M. I. Vladykin, Student

A. S. Korotkov, Student

A. S. Malkin, Student

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Software development using PLD technology

This article is devoted to the development, modeling and implementation of FPGA programs. During the design, the programming process using FPGA technology is presented. As a result of the development, the frequency response meter on the FPGA was implemented.

Keywords: Field-Programmable Gate Array (FPGA), amplitude-frequency response, block diagram, software modeling, digital circuit.

E. M. Ivshin, Master's Degree Student
A. V. Korobeynikov, PhD in Engineering, Associate Professor
 Department of Software
 Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Comparative review of the RSocket and STOMP protocols in information-measuring and control systems

The article discusses the problem of choosing a protocol between RSocket and STOMP for transmitting information over a persistent connection. To solve this problem, a comparison of these protocols was carried out. The relevance of using each of the protocols was confirmed, and their strengths were identified. Recommendations for choosing a protocol are formulated.

Keywords: persistent connection, protocol, RSocket, STOMP, network error handling, programming paradigm, limiting the number of requests, transaction.

Introduction

In modern information-measuring and control systems, for two-way communication between their parts, messaging technologies are used with persistent connection via low-level TCP and WebSocket protocols. To simplify the integration of this technology into their system, developers created high-level protocols that work on top of low-level ones. The most popular protocols for these purposes are: MQTT, AMQP, STOMP and RSocket. However, the use of the first two implies the use of third-party message brokers, such as RabbitMQ, ActiveMQ [1, 2]. This fact indicates that the MQTT and AMQP protocols are not suitable for all systems, since they require the use of third-party software, which complicates system support and, in some cases, contradicts the security requirements of the project. The RSocket and STOMP protocols, on the contrary, allow you to implement their functionality using only a ready-made set of libraries [3, 4]. But due to the fact that these standards are less common, developers have the problem of choosing a specific protocol for their application.

To solve the problem described above this article provides a comparative analysis of two protocols: RSocket and STOMP. First of all, the distinctive features of each protocol are highlighted and the basic principles of their use are described. Then the paper discusses their general attributes which distinguish these standards from other protocols. The final part provides recommendations for using of each protocol in specific cases.

Features of the RSocket protocol

RSocket is a high-level protocol that uses binary encoding of data when transmitting it over the network and implements the principles of reactive streams, which are used not only for connection channels, but also for all other parts of the application [5]. RSocket uses the concepts of Requester (requesting part) and Responder (responding part). Thus, the initiator of data exchange can be either the server or the client, that allows developers to create more flexible solutions (Fig. 1).

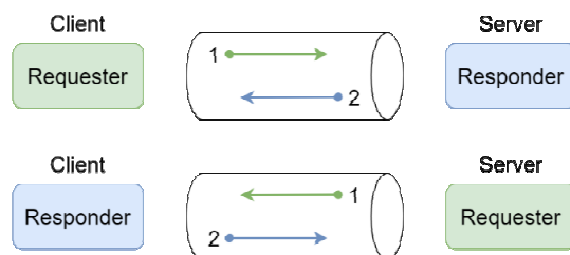


Fig. 1. Model of Client-Server interaction in RSocket

To implement the data exchange function between the two parts, special commands are used. Their names and purposes are described below.

To establish a connection via the RSocket protocol the “SETUP” command is used. It has to be emphasized that this protocol does not involve sending any commands to terminate the connection. Responsibility for the shutdown mechanism is given to the software implementation and is performed by breaking the lower-level connection.

If the connection was disposed due to network problems, then to restore the connection with information saving you can use the “RESUME” command. It allows to restore the connection with all metadata and continue the exchange of information, starting with the first data packet not acquired by the receiving side.

After connection establishing, RSocket provides 4 interaction models with the corresponding commands:

1. Fire-and-Forget (“REQUEST_FNF” command) – the Requester sends information to the Responder without waiting for a response (Fig. 2).

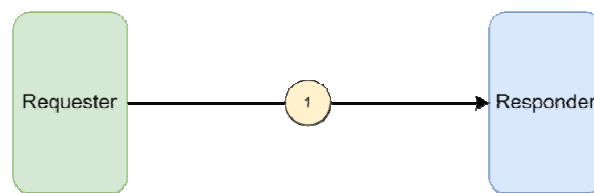


Fig. 2. Fire-and-Forget interaction model

2. Request-Response (“REQUEST_RESPONSE” command) – the Requester sends one request, and the Responder sends one response; this model is most similar to the standard HTTP interaction model (Fig. 3).

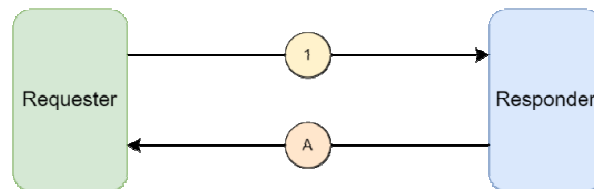


Fig. 3. Request-Response interaction model

3. Request-Stream (“REQUEST_STREAM” command) – resembles the “Request-Response” model, except that in response to a single request, the Responder sends a stream of values (Fig. 4).

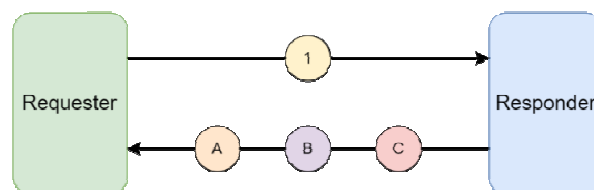


Fig. 4. Request-Stream interaction model

4. Request-Channel (“REQUEST_CHANNEL” command) - In this model the Requester opens a bidirectional stream through which both parts can send data to each other at any point in time (Fig. 5).

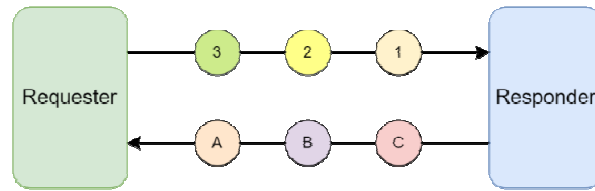


Fig. 5. Request-Channel interaction model

When using any of these interaction models, errors will occasionally occur. When one of the parts has error, it must send the “ERROR” command with the obligatory indication of the error code. The connection will be disposed only in cases where it is impossible to continue working due to an error (for example, unsuccessful connection establishment, problem with command decoding). This type of error handling minimizes the number of times applications need to re-establish a connection after an error, allowing for more efficient use of temporary resources.

It is also worth mentioning a unique feature of RSocket, which is the ability, using the “LEASE” command, to limit the number of individual requests that a Requester can send in a certain period.

At the end of this block, it should be noted that when using the RSocket protocol in your application, the developer will have to write code exclusively in the reactive paradigm.

Features of the STOMP protocol

STOMP is a high-level protocol that transmits data over the network in text format. This approach makes it possible to significantly simplify the development and debugging of the application, since text is more easily perceived by humans than the binary RSocket format.

One of the features of the STOMP protocol is that it has a strict separation between the client and the server. This fact infer that the capabilities of each part are determined in advance, for example, only the client can initiate data exchange [6]. This separation simplifies system design because the core functionality of the application parts does not need to be implemented or constrained independently.

An important characteristic of this protocol is that the STOMP server is modeled as a set of routes. They are used to separate the processing logic of transmitted and received messages. These messages are exchanged between the server and the client by sending commands, as in the RSocket protocol.

To establish a connection the “CONNECT” command is used. To dispose connection “DISCONNECT” command is recommended to use. The client has the ability to disconnect without sending a special command by breaking the low-level connection, but in this case, it is not guaranteed that previously sent commands were received by the server.

The client has 2 main commands for exchanging data with the server:

1. SEND – the client sends a message to the server along a specific route. This command is similar to the “Fire-and-Forget” model from the RSocket protocol (Fig. 6).

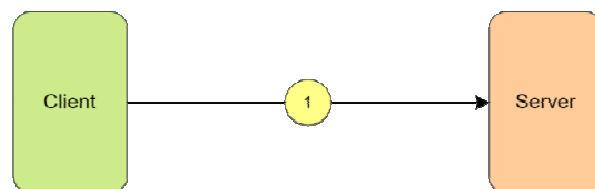


Fig. 6. Interaction model of the SEND command

2. SUBSCRIBE – the client informs the server that it wants to start receiving messages sent by the server along a specific route. This command works on the same principle as the “Request-Stream” model from the RSocket protocol (Fig. 7).

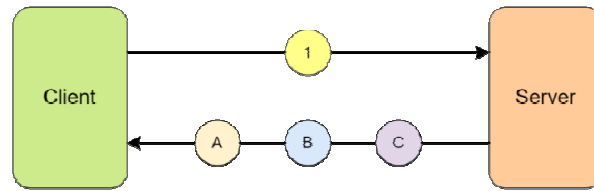


Fig. 7. Interaction model of the SUBSCRIBE command

A useful feature of the STOMP protocol is the client's ability to mark server messages as either processed or unprocessed. The ACK and NACK commands are used for this. The logic for working with marked messages must be implemented by the developer on the server independently. This functionality can facilitate the design of the system and its practical implementation in the case where the client must be able to mark messages as read or unread (an example of such an application might be chat).

In addition, the STOMP protocol allows a client to begin a transaction by sending a "BEGIN" command. After this, any messages sent or acknowledged during the transaction will be processed atomically. The transaction must be committed or aborted. To commit changes, use the "COMMIT" command, and to cancel it, use "ABORT". Any ongoing transactions that have not been committed will be implicitly aborted if the client issues a "DISCONNECT" command or if the connection is disposed for any reason. Such a tool can be very useful for complying with ACID principles [7] if you have transactional functionality in your system.

An important condition when using the STOMP protocol is that if a fatal error occurs on the server that does not allow further work, it sends the client an "ERROR" command containing information about the error and the client command that caused it. After sending this command, the server must close the connection. This approach differs from another which used in the RSocket protocol because in STOMP the server sends the "ERROR" command only in cases where it is impossible to continue interaction between the server and the client. In case of minor errors, the connection is not broken, and they are processed on the server. If necessary, the logic for transmitting error information to the client can be implemented by sending messages along a separate route.

Concluding this block, it is important to note that libraries implemented interaction with the STOMP protocol force the developer to use an imperative programming paradigm. It is worth considering that the imperative approach is not opposed to the reactive one. Both of them can be used simultaneously [8]. This paradigm is called "reactive-imperative". From these facts it follows that when using STOMP, the developer does not have access to the functional approach that can be applied in RSocket in the form of a "reactive-functional" paradigm.

Features inherent in RSocket and STOMP

Despite some differences, these protocols have some similarities.

Firstly, both protocols assume that all version changes are backwards incompatible. When connection is establishing, both parts must approve the version of the protocol on which they are ready to start working. RSocket requires the server to be able to handle a client running a lower version of the protocol. There is no such requirement in STOMP: the server selects the latest version of the protocol that it and the client support simultaneously.

Secondly, both protocols have mechanisms that allow both parts to understand the state of the connection. In RSocket, this mechanism is implemented through the "KEEPALIVE" command, in "STOMP" - through the "HEARTBEAT" command. Their operating principle is that both parties must send the commands mentioned above to each other at certain intervals. If one of the connection participants did not send a command, then the connection is considered disposed.

Results

To structure the information described above, Table 1 was compiled. The data in this table points to the fact that each of the STOMP and RSocket protocols has many unique built-in tools.

Table 1. Comparison of RSocket and STOMP protocols by features

Feature	RSocket	STOMP
Format	Binary	Text
Network architecture	Requester-Responder	Client-Server
Programming paradigm	Reactive-imperative, Reactive-functional	Imperative (including Reactive-imperative)
Interaction models	«Fire-and-Forget», «Request-Response», «Request-Stream», «Request-Chanel»	«Fire-and-Forget», «Request-Stream»
Built-in error handling tool	All errors	Only fatal errors
Support for older versions	+	+
Connection Status Monitoring	+	+
Reconnecting without losing data	+	–
Limiting the number of requests to one of the parts	+	–
Monitor message status on client (read/unread)	–	+
Availability of transactions	–	+

Conclusion

To summarize, we can say that it is impossible to clearly determine which protocol is better, since both of them implement the minimum required functionality: simultaneous support for several versions, monitoring connection status, handling critical errors. To select a protocol for their application, developers must decide which set of factors is most important to them.

The RSocket protocol is a good choice if the application should:

- 1) transfer data as quickly as possible;
- 2) implement flexible functionality for interaction between two parts without an explicit division into server and client;
- 3) be able to restore the connection without losing data;
- 4) limit the number of requests to each part.

The STOMP protocol should be chosen if the application requires:

- 1) to transmit data in a human-readable format;
- 2) to have a clear division into client and server, for which the “Fire-and-Forget” and “Request-Stream” interaction models will be sufficient;
- 3) to mark messages as read and unread;
- 4) to use transactions when communicating with the server.

It is also worth considering that if a developer plans to implement one of these protocols into an existing application, he should be guided by the paradigm in which the program code was written. If the paradigm was reactive, you should choose the RSocket protocol. If imperative, then STOMP. Thus, the programmer does not have to rewrite the old code, which significantly saves money and time.

References

1. MQTT.org. (2022). *MQTT software*. MQTT. Retrieved March 10, 2024, from <https://mqtt.org/software/>.
2. OASIS. (2024). *Products and Success Stories*. AMQP. Retrieved March 10, 2024, from <https://www.amqp.org/about/examples>.
3. RSocket Contributors. (2023). *Implementations*. RSocket. Retrieved March 15, 2024, from <https://rsocket.io/about/implementations>.
4. *The Simple Text Oriented Messaging Protocol*. Implementations. (n.d.). Retrieved April 1, 2024, from <https://stomp.github.io/implementations.html>.

5. Walls, C. (2022). Working with RSocket. In *Spring in action* (6th ed., pp. 369–384). Manning Publications Co.
6. Wang, V., Salim, F., & Moskovits, P. (2013). Using Messaging over WebSocket with STOMP. In *The Definitive Guide to HTML5 websocket: Build real-time applications with HTML5* (pp. 85–108). Apress.
7. Gray, J. (1981). The Transaction Concept: Virtues and Limitations. In *Proceedings of the Seventh international conference on very large data bases: September 9-11, 1981, Cannes, France* (Vol. 7, pp. 144–154). VLDB Endowment.
8. Nurkiewicz, T., Christensen, B., & Meijer, E. (2017). Reactive Programming with RxJava. In *Reactive programming with RxJava: Creating asynchronous, event-based applications* (pp. 1–25). O'Reilly Media, Inc.

Е. М. Ившин, магистрант

А. В. Коробейников, кандидат технических наук, доцент

Кафедра «Программное обеспечение»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Сравнительный обзор протоколов RSocket и STOMP в информационно-измерительных и управляющих системах

В статье рассматривается проблема выбора протокола между RSocket и STOMP для передачи информации по постоянному соединению. Для решения данной проблемы проведено сравнение этих протоколов. Подтверждена актуальность использования каждого из протоколов, выявлены их сильные стороны. Сформулированы рекомендации по выбору протокола.

Ключевые слова: постоянное соединение, протокол, RSocket, STOMP, обработка ошибок сети, парадигма программирования, ограничение количества запросов, транзакция.

Д. Р. Касимов, кандидат технических наук, доцент¹

И. С. Пономарёв, магистрант²

Р. Г. Соскин, магистрант¹

К. М. Постников, магистрант¹

¹Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»

²Кафедра «Программное обеспечение»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Реверс-инжиниринг программных систем, основанный на пользовательском опыте и графическом интерфейсе

В статье анализируется реверс-инжиниринг программных систем, обсуждаются его цели, традиционные методы и важность данного процесса. Представлена методика реверс-инжиниринга, которая демонстрирует способы анализа систем, не имея доступа к исполняемым файлам. Этот подход опирается на использование пользовательского опыта взаимодействия с программным продуктом и анализ существующих графических интерфейсов. Рассмотрено практическое применение данной методики.

Ключевые слова: реверс-инжиниринг; методы реверс-инжиниринга; пользовательский интерфейс; пользовательский опыт.

Обратное проектирование, или реверс-инжиниринг (от англ. Reverse Engineering), представляет собой процесс извлечения информации и конструкторских особенностей из уже существующих продуктов, которые были созданы человеком. Эта концепция приобрела особую значимость в области информационных технологий. Хотя начало данной практики ушло корнями в прошлое, до появления компьютеров и программируемого оборудования, современный реверс-инжиниринг тесно связан с развитием программирования и разработки программного обеспечения [1].

Сегодня реверс-инжиниринг в программировании – это изучение программного продукта, которое может производиться с одной из следующих целей [2]:

- глубокого понимания принципов работы и функциональности программного продукта;
- восстановления критической или утерянной документации, необходимой для дальнейшего развития продукта;
- оптимизации программного кода для увеличения производительности и эффективности;
- профилактики обхода средств безопасности, защиты и лицензирования;
- исследования вирусов и вредоносных программ [3];
- внесения изменений в исходный код с целью исправления ошибок или добавления нового функционала;
- создания копий функциональности без прямого использования оригинального исходного кода.

Рассмотрим процесс копирования подробнее. Процесс копирования программного продукта может стать необходимым в случае, если доступ к исходной системе потерян или изменились условия использования системы. Также копирование может быть актуальным для переноса существующей функциональности на современные платформы или аппаратное обеспечение. Этот процесс включает в себя создание копии системы, которая сохраняет основные функции и характеристики оригинала. При копировании программного продукта важно учитывать лицензионные и правовые аспекты, особенности защиты авторских прав и конфиденциальности данных. Аккуратность и точность воспроизведения функционально-

сти оригинальной системы являются ключевыми аспектами при выполнении процесса копирования.

Традиционными методами реверс-инжиниринга с целью копирования являются [4]:

- *Дизассемблирование* (Disassembly). Перевод машинных кодов обратно в читаемый ассемблерный код. Данный метод может помочь в анализе исходного программного кода на низком уровне, выделить алгоритмы работы и понять архитектуру программы. Популярными инструментами для дизассемблирования являются: Ghidra, IDA, Binary Ninja и Radare2 [5].

- *Декомпиляция* (Decompilation). Этот метод позволяет преобразовать бинарный исполняемый файл обратно в исходный код на высоком уровне (например, такой как C# или Java).

- *Динамический анализ* (Dynamic analysis). Метод анализа программы во время ее выполнения.

- *Статический анализ* (Static Analysis). Изучение статических аспектов программного кода, таких как структура, поток управления, зависимости, для понимания его работы без фактического исполнения.

- *Обратная разработка протоколов* (Protocol Reverse Engineering). Изучение и анализ коммуникационных протоколов для взаимодействия между различными компонентами программного обеспечения или системами.

В некоторых случаях стандартные методы реверс-инжиниринга могут оказаться неприменимыми, особенно когда отсутствует доступ к основным исполняемым файлам программной системы. Такое может произойти, например, в случае клиент-серверной архитектуры, где сервер выполняет основные вычисления, и доступ к нему закрыт. В таких ситуациях эффективным методом реверс-инжиниринга является анализ пользовательских интерфейсов и откликов конечного пользователя. Понимание взаимодействия пользователя с системой через интерфейс позволяет воссоздать базовую логику и функциональность программы. Анализ пользовательских путей, ввода/вывода данных и особенностей работы приложения через интерфейс может дать ценные сведения для последующего восстановления работы системы при ограниченных доступах к исходным файлам или серверной части системы.

Чтобы реализовать данный метод, нужны любые сведения о том, как функционировала исходная система. К источникам таких сведений можно отнести:

- *пользователей*. Люди, соприкасающиеся с системой, являются ценным источником информации о ее работе и функциональности. Их опрос может дать ценное представление о принципах работы системы и ее архитектуре. Однако следует отметить, что каждый пользователь имеет свою субъективную точку зрения, и данные, полученные от них, могут быть искажены личным опытом и предпочтениями. Поэтому для получения более объективной картины необходимо анализировать мнение нескольких пользователей и учитывать различные точки зрения;

- *выходные данные системы*. Изучение выходных данных системы представляет собой важный метод, позволяющий понять многообразие информации, генерируемой программой. Эти данные могут включать в себя печатные формы документов, отчеты и иные информационные продукты, которые создает исследуемый программный продукт. Анализ таких выходных данных позволяет сформировать представление о множестве данных, которыми оперирует система, и о ее функциональности в целом. Анализ этих данных открывает путь к разгадыванию внутренних механизмов и принципов функционирования системы;

- *руководство пользователя и иная техническая документация*. Вместе с программным продуктом часто поставляется разнообразная техническая документация, включая руководство для пользователей. Этот вид информации является ключевым источником знаний о принципах функционирования системы, поскольку он предоставлен напрямую от разработчиков. Анализ руководств пользователя и другой сопутствующей документации позволяет лучше понять основные функциональные возможности программного продукта, спе-

цифику его использования, а также методы взаимодействия пользователя с системой. Документация, созданная разработчиками, обычно содержит ценные подробности о работе программы;

- *экранные формы.* Графический интерфейс пользователя является ценным источником информации для проведения реверс-инжиниринга. Анализ экранных форм позволяет лучше понять функциональность системы и взаимосвязи между различными частями приложения. При изучении экранных форм можно выявить важные элементы пользовательского интерфейса, способы взаимодействия пользователя с системой, логику переходов между формами и работу приложения в целом. Этот анализ помогает построить бизнес-модель приложения, опираясь на взаимосвязи между экранными элементами и функциональностью системы. Разбор графического интерфейса позволяет расшифровать бизнес-процессы, реализованные в приложении, и создать модель работы системы, основанную на визуальном взаимодействии пользователя с приложением. Основываясь на детальном изучении экранных форм, можно эффективно восстановить логику и работу системы.

После анализа первичных источников и формирования базового понимания об основных функциях системы следующим важным шагом является выделение абстракций и базовых сущностей. Путем идентификации ключевых объектов, их атрибутов, методов и взаимосвязей можно создать логическую модель системы, которая послужит основой для последующей реализации [6]. Абстракции и объектные сущности могут быть представлены с использованием диаграмм классов, ER-диаграмм (сущность-связь), диаграмм потоков данных и других подходов к моделированию данных и функциональности системы. Каждая выделенная сущность должна быть определена с учетом ее роли, свойств, методов обработки данных и взаимодействия с другими объектами.

Основными плюсами восстановления старого функционала системы через пользовательские интерфейсы являются:

- *Взаимодействие с конечными пользователями.* При использовании пользовательских интерфейсов восстановленный функционал будет более адаптирован к потребностям конечных пользователей благодаря их участию в процессе восстановления.

- *Экономия времени на создании экранных форм.* Использование старых пользовательских интерфейсов позволяет значительно сократить время, которое обычно требуется на разработку новых экранных форм и интерфейсов. Путем анализа существующего пользовательского опыта можно быстро восстановить и внедрить основной функционал без необходимости начинать разработку с нуля.

- *Отсутствие необходимости переобучения персонала заказчика.* Поскольку восстановление функционала через пользовательские интерфейсы позволяет сохранить основные приемы и методы работы с системой, нет необходимости проводить обширные курсы переобучения персонала заказчика. Это уменьшает издержки и время, затрачиваемое на адаптацию к новой системе.

К минусам подобного подхода стоит отнести:

- *Высокие трудозатраты на выявление «закулисного» функционала.* Выявление скрытого или невидимого функционала программной системы может потребовать значительных усилий и трудозатрат. Не всегда очевидно, какие функции могут скрываться за пользовательским интерфейсом, что требует дополнительного анализа и тестирования.

- *Нехватка исходных данных.* Работа с пользовательским интерфейсом может ограничить доступ к полному набору данных и внутренней структуре системы. Отсутствие полной информации о внутреннем функционале может затруднить правильное восстановление и воспроизведение всех аспектов работы системы и может привести к искажениям исходного функционала системы.

Примером использования описанной методики реверс-инжиниринга через пользовательский опыт и интерфейсы может служить восстановление функционала системы по ведению операционных карт технических процессов (ОКТП).

В качестве исходных данных использовались:

- технические требования от заказчика, основанные на опыте использования старой системы;
- описание основных функций и взаимодействия с системой от ее непосредственных пользователей – технологов;
- руководство по эксплуатации;
- скриншоты пользовательских интерфейсов.

В ходе работы брался какой-то отдельный интерфейс (или их совокупность), который на первый взгляд казался законченной сущностью. Цель заключалась в том, чтобы путем изучения выбранного интерфейса или набора интерфейсов выяснить функционал системы. При этом проводился детальный анализ элементов управления, взаимодействия пользователя с интерфейсом, возможных действий и реакций системы на них. Такой подход позволял понять и выявить сущность, которая скрывалась за интерфейсом, выявить ее основные атрибуты, чтобы в дальнейшем использовать при реализации. Далее будут описаны этапы данного процесса на примере блока ОКТП, который является графическим или текстовым описанием какого-либо действия, выполняемого в рамках операционной карты техпроцесса. На рис. 1 показан графический интерфейс блока ОКТП из старой системы.

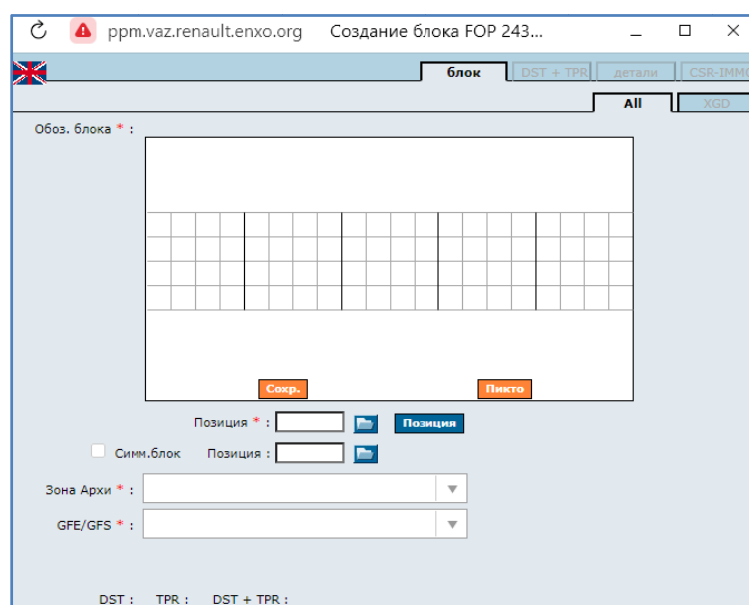


Рис. 1. Интерфейс блока ОКТП в исходной системе

Этап 1. Опрос пользователей. На этом этапе происходил опрос пользователей на тему взаимодействия с выбранным интерфейсом. Выяснялось, как взаимодействие с тем или иным элементом управления в выбранном интерфейсе влияет на систему в целом. Определялись пожелания к новому интерфейсу.

Этап 2. Макетирование интерфейса. Опираясь на скриншоты пользовательских интерфейсов из исходной системы, в программе для макетирования Figma [7] строились макеты интерфейсов, которые будут представлены в новой системе. На рис. 2 показан пример макета интерфейса для блока ОКТП.

Этап 3. Согласование интерфейса. Согласования нового интерфейса включает в себя представление разработанных на предыдущем этапе макетов заинтересованным сторонам (заказчику, пользователям и другим заинтересованным лицам) для получения обратной связи и утверждения макета.

Этап 4. Выделение и описание сущности и ее атрибутов. Исходя из анализа сведений, полученных на предыдущих этапах, происходит инкапсуляция всех необходимых данных в отдельную сущность. Это позволяет структурировать информацию и определиться

с дальнейшей реализацией серверной части, в частности выделить необходимые API-функции для взаимодействия с клиентской частью приложения. На рис. 3 показан пример описания сущности на примере блока ОКТП.

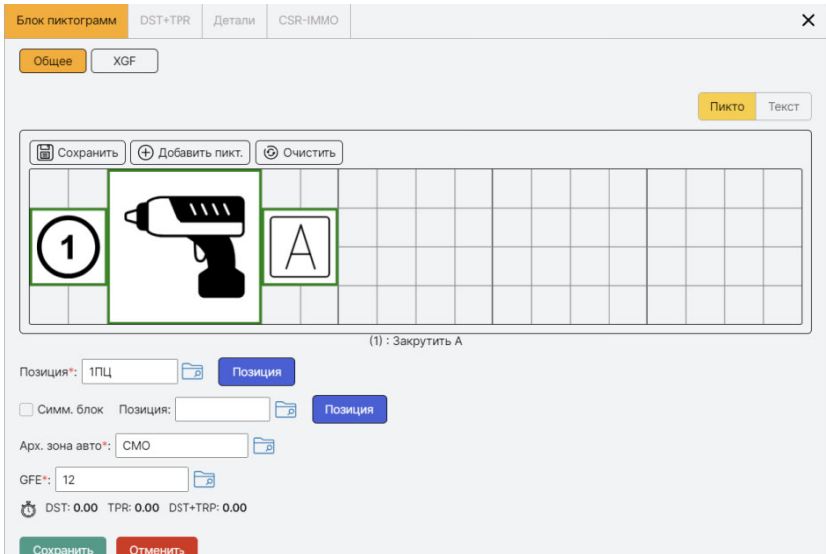


Рис. 2. Интерфейс блока ОКТП

```
export interface OKTPBlock {
  /** Код записи. Для инсерта код у нас всегда 0 */
  Code: number;
  /** Уникальный код неизменяемый, нужен для привязки табл. штампов к блокам */
  Id: number;
  /** Код листа ОКТП, к которому прикрепляем создаваемый Блок ОКТП */
  OKTPSheetCode: number;
  /** Порядковый номер блока на листе
   * Не является обязательным при использовании данной структуры для Insert блока
   * Потому что пользователь не вводит этот номер, его должен определять сервер при Insert
   * При Update этот номер можно будет поменять
   */
  OrderNum?: number;
  /** Тип блока ОКТП. 0 - текстовое представление, 1 - пиктограммное(визуальное) представление */
  SignType: BlockType;
  /** Текстовый образ(описание) блока октп,
   * Если BlockType=0, то пользователь будет вручную без пиктограмм описывать текстом, что происходит в блоке
   * Если BlockType=1, то текст будет генерироваться на стороне веб-клиента исходя из выбранных пиктограмм
   */
  SignText: string;
  /** Пиктограммное представление блока ОКТП в виде картинки.
   * Используется только если BlockType=1
   */
  SignPictogram?: {
    Code: number;
    Value: string;
  };
  /** Сцена с расставленными пиктограммами, хранимая в json, который мы будем передавать закодированным в base64
   * Используется только если BlockType=1
   */
  GraphObjectsData?: {
    Code: number;
    Value: string;
  };
  /** Position, 0 - null's ago + для к блокам ОКТП
   * Позиция, симм.блок, симм. позиция, арх. зона, gfe - Заполняется только для периметра Сборка авто */
  /** Позиция оператора. Только для периметра Сборка авто */
  OperatorPosition?: OperatorPosition;
  /** Признак того, что операция в данном блоке симметричная.
   * true(1) - симметричная, false(0) - обычный блок(несимметричный)
   * Данный флаг позволяет выбрать 2ю поз. оператора при создании блока.
   * @example Например установка фар авто. Блок, описывающий данную операцию, будет симметричным,
   * потому что, фару нужно установить как на позиции оператора 2ЛП0(Левая передняя фара), так и на позиции 2ПР0(Правая передняя фара)
   */
  IsSymmetric: boolean;
  /** 2ая позиция оператора, являющаяся симметричной позицией к 1ой,
   * будет передаваться только если Symmetry=true */
  SymmetricPosition?: OperatorPosition;
  /** Архитектурная зона автомобиля. Только для периметра Сборка авто */
  ArchitecturalZone?: ArchZone;
  /** GFE. Только для периметра Сборка авто */
  GFE?: GFE;
  /** Флаг указывающий на то, что в блоке не может быть деталей от A до L */
  NoPG: boolean;
  /** Комментарий к блоку ОКТП */
  Notice?: string;
  /** Процесс. Только для периметров Сварка кузова Сварка шасси */
  Process?: Process;
  /** Информация(представление) о DST/TPR по блоку ОКТП.
   * Суммарное время действий, метод которых DST, которые выполняются в автоматически, в блоке ОКТП */
  SummDSTAuto: number;
  /** Суммарное время действий, метод которых DST, которые выполняются вручную, в блоке ОКТП */
  SummDSTManual: number;
  /** Суммарное время действий, метод которых TPR, которые выполняются в автоматически */
  SummTPRAuto: number;
  /** Суммарное время действий, метод которых TPR, которые выполняются вручную, в блоке ОКТП */
  SummTPRManual: number;
  /** Массив с семействами блока ОКТП */
  Families: OKTPBlockFamily[];
}
```

Рис. 3. Описание сущности блока ОКТП

Этап 5. Серверная реализация. После определения атрибутов сущности и необходимых API-функций осуществляется разработка функционала на серверной стороне. Проектируется физическая модель базы данных, которая соответствует ранее описанной сущности.

Этап 6. Сращивание серверных функций с графическим интерфейсом. На этом этапе происходит соединение серверных функций, разработанных на этапе 5, с ранее разработанным графическим интерфейсом.

Этап 7. Тестирование и отладка. Финальный этап, на котором происходит обкат взаимодействия клиентской части приложения с серверной.

Так, повторяя вышеописанный процесс раз за разом, постепенно, кирпичик за кирпичиком, восстанавливается функционал базовой системы. Таким образом, опираясь на метод реверс-инжиниринга, основанный на пользовательском опыте и графическом интерфейсе, удалось выделить основные элементы операционной карты технических процессов и идентифицировать ключевые функциональности и визуальные элементы, необходимые для восстановления функционала в новой системе. Результаты показаны на рис. 4, где продемонстрирован пример операционной карты из исходной системы, и на рис. 5 с интерфейсом восстановленной системы.

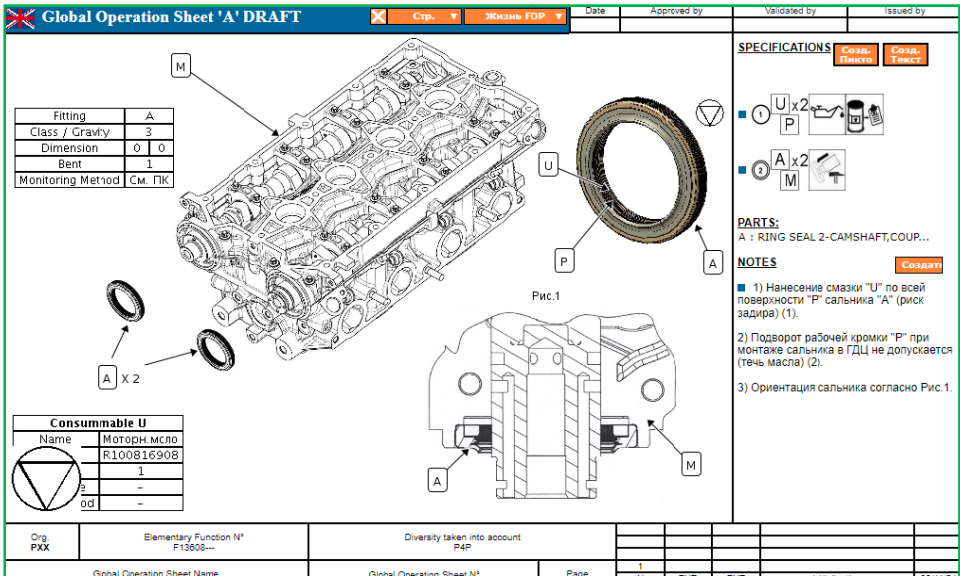


Рис. 4. Операционная карта технического процесса в старой системе

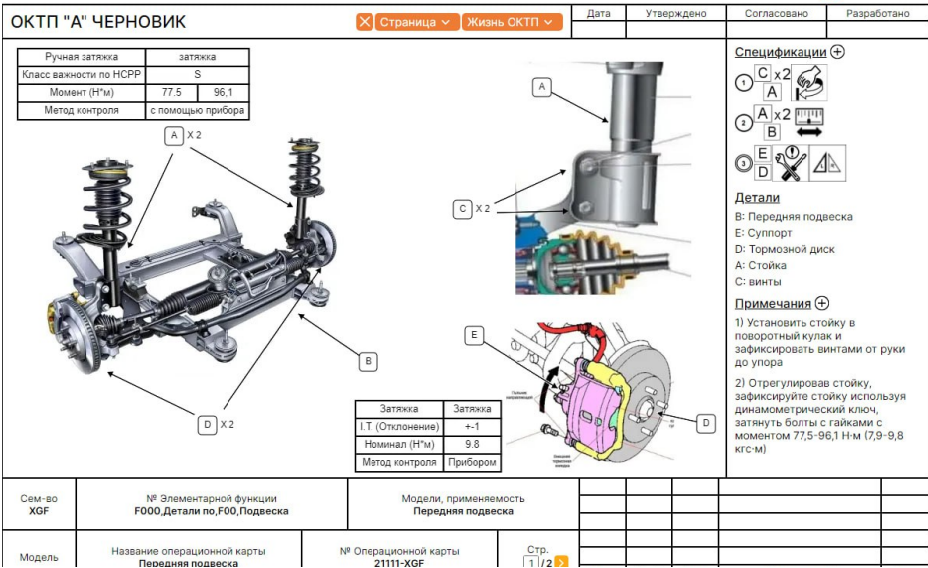


Рис. 5. Интерфейс операционной карты в восстановленной системе

Процесс реверс-инжиниринга через пользовательский опыт и интерфейсы позволил эффективно восстановить основной функционал системы и адаптировать его к потребностям конечных пользователей. В результате такого подхода удалось сохранить основные принципы работы с системой, минимизировав необходимость переобучения персонала заказчика и обеспечив эффективную экономию времени на разработку новых экранных форм.

Выводы

В статье были рассмотрены основные цели и методы реверс-инжиниринга. Была описана методика реверс-инжиниринга через пользовательский опыт и интерфейсы. Данный метод может быть эффективным для восстановления функционала системы и уменьшения временных и финансовых затрат. Однако необходимо учитывать потенциальные трудности в выявлении скрытого функционала, недостаток данных и ограничения в дальнейшем развитии системы. При реализации такого подхода важно балансировать между достоинствами и недостатками, учитывая специфику системы и потребности пользователей. Методика была испытана на практике и показала свою эффективность.

Список использованных источников и литературы

1. Eldad Eilam. Reversing: secrets of reverse engineering. – Wiley Publishing, Inc. 10475 Crosspoint Boulevard Indianapolis, IN 46256. - 2005
2. Bryant, A., Mills, R., Grimaila, M., and Peterson, G. Top-level goals in reverse engineering executable software // Journal of Information Warfare. 05/2013. 12(1): 32–43
3. Abigail, A. (2021). Reverse Engineering Research. 10.13140/RG.2.2.28030.51520
4. Reverse engineering introduction and basic concepts. – URL: <https://unclespld3r.github.io/posts/2023/03/reverse-engineering-introduction-and-basic-concepts/> (дата обращения: 01.04.2024).
5. James Mattei, Madeline McLaughlin, Samantha Katcher, and Daniel Votipka. 2022. A Qualitative Evaluation of Reverse Engineering Tool Usability. In Proceedings of the 38th Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC '22). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 619–631
6. Melody Moore. Reverse Engineering User Interfaces - A Technique. College of Computing Georgia Institute of Technology Atlanta, GA 30332-0280. 1997
7. Figma. – URL: <https://www.figma.com/index.html> (дата обращения: 20.02.2024)

D. R. Kasimov, PhD in Engineering, Associate Professor¹

I. S. Ponomarev, Master's Degree Student²

R. G. Soskin, Master's Degree Student¹

K. M. Postmikov, Master's Degree Student¹

¹Department of Automated Data Processing and Control Systems

²Department of Software

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Reverse engineering of software systems based on user experience and graphical interface

The article analyzes the reverse engineering of software systems, discusses its goals, traditional methods and the importance of this process. A reverse engineering technique is presented that demonstrates ways to analyze systems without having access to executable files. This approach is based on using the user experience of interacting with a software product and analyzing existing graphical interfaces. The practical application of this technique is considered.

Keywords: reverse engineering; reverse engineering methods; user interface; user experience.

И. В. Князев, аспирант

П. А. Ушаков, доктор технических наук, профессор

Кафедра «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Элементы с комплексным фрактальным импедансом на основе резистивно-емкостной среды со структурой слоев C-R-NC

В работе представлен результат синтеза элемента с фрактальным импедансом со структурой слоев C-R-NC комплексного дробного порядка. Результат синтеза проверен в программе схемотехнического моделирования OrCAD.

Ключевые слова: элементы с фрактальным импедансом, комплексный дробный порядок, программа синтеза, дробное интегрирование и дифференцирование.

Введение

Элементы с фрактальным импедансом (ЭФИ) в настоящее время применяются для выполнения аналоговых операций дробного дифференцирования и интегрирования D^α при моделировании систем, характеризующихся дробной динамикой, для создания ПИД-регуляторов, аналоговых частотно-избирательных фильтров и генераторов дробного порядка. Преимуществом и основной отличительной особенностью ЭФИ перед классическими пассивными элементами является то, что они характеризуются не только номиналами, но и дробно-степенной зависимостью импеданса от частоты. Изменение параметра α в пределах от 0 до 1 позволяет изменять характер импеданса ЭФИ без изменения его конструкции [1]. Однако все известные образцы ЭФИ реализуют лишь вещественные значения показателя α [2].

В последнее время появились работы, в которых обосновывается необходимость применения операторов интегрирования и дифференцирования с комплексным показателем $D^{\alpha \pm j\beta}$, где $\alpha, \beta \in R+$. Так, в [3] анализируются хаотические системы Чуа дробного порядка, в [4] с помощью производных комплексного дробного порядка проводится оптимизация ПИД-регуляторов, в [5] с помощью операторов комплексного дробного порядка можно описать большой класс элементов и систем, характеризующихся как целочисленной, так и дробной динамикой, в [6] проводится анализ генераторов Ван дер Поля комплексного дробного порядка. Очевидно, что для практической реализации рассматриваемых в этих работах идей и методов, необходима разработка ЭФИ с комплексным дробным показателем.

В работах авторов [7, 8] показано, что ЭФИ со структурой слоев и вещественным показателем можно создать на основе многослойной резистивно-емкостной среды со структурой слоев C-R-NC.

Цель данной работы – показать, что на основе этой среды можно создать и ЭФИ с комплексным дробным показателем.

Параметры синтеза

Рассмотрим реализацию устройств, выполняющих операции ДИД (в дальнейшем, для простоты – дробных операторов) на основе операционного усилителя, по классической схеме, изображенной на рис. 1.

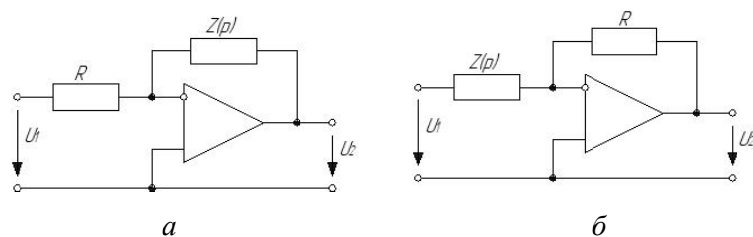


Рис. 1. Схемы интегратора (а) и дифференциатора (б) дробного порядка на основе операционного усилителя

Очевидно, что для выполнения операций ДИД комплексного дробного порядка импеданс $Z(p)$ должен соответствовать выражению

$$Z(p) \cong F_0(p)p^\gamma, \quad (1)$$

где $p = \sigma + j\omega$ — комплексная частота, $\gamma = \alpha + j\beta$, $0 < |\alpha| \leq 1$, $0 < |\beta| \leq 1$, $F_0(p) = \text{const}$ для $\omega_1 < \omega < \omega_2$.

Для упрощения описания фрактального импеданса введем нормированное выражение импеданса

$$Z(p) / F_0(p) = \bar{Z}_0(p). \quad (2)$$

Тогда в частотной области выражение для нормированного импеданса запишем как

$$\bar{Z}_0(j\omega) = (j\omega)^{\alpha + j\beta}. \quad (3)$$

Отсюда ЛАЧХ и ФЧХ нормированного входного импеданса ЭФИ соответственно будут иметь вид:

$$\lg(\bar{Z}_0(j\omega)) = \alpha \lg(\omega) - \beta \frac{\pi}{2} \lg(e), \quad (4)$$

$$\varphi_Z(j\omega) = \alpha \frac{\pi}{2} - \beta \ln(\omega). \quad (5)$$

Таким образом, с помощью выражений (4) и (5) задачу синтеза дробного оператора с комплексным порядком дифференцирования/интегрирования можно свести к синтезу двухполюсника с заданными частотными характеристиками: или ЛАЧХ (4) или ФЧХ нормированного входного импеданса (5).

Для общего представления о частотных характеристиках нормированного импеданса ЭФИ комплексного дробного порядка на рис. 2 приведены графики ЛАЧХ и ФЧХ для $\beta = -0,5$ при различных значениях α . При значениях $\alpha < 0$ ЭФИ представляет комплексную фрактальную емкость.

Как видно из рис. 2, двухполюсник $Z(p)$ имеет линейные АЧХ и ФЧХ нормированного импеданса.

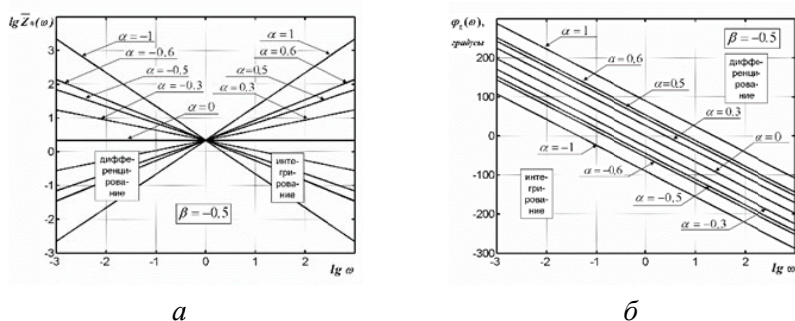


Рис. 2. ЛАЧХ (а) и ФЧХ (б) нормированного импеданса двухполюсника $Z(p)$ при $\beta = -0,5$

Так же, как и в случае с ЭФИ с вещественным показателем $\gamma = \alpha$, реализация линейной фазы во всем диапазоне частот практически невыполнимая. Поэтому будем проводить синтез двухполюсника $Z(p)$ в ограниченном диапазоне частот $\omega_1 < \omega < \omega_2$, ФЧХ которого удовлетворяет условию

$$\alpha \frac{\pi}{2} - \beta \ln(\omega) - \frac{\Delta\varphi_c}{2} < \varphi_Z(\omega) < \alpha \frac{\pi}{2} - \beta \ln(\omega) + \frac{\Delta\varphi_c}{2}, \quad (6)$$

где $\Delta\varphi_c$ – допустимое отклонение фазы от линейного закона ФЧХ в заданном диапазоне частот.

Программа синтеза

Для синтеза конструкции ЭФИ с комплексным дробным порядком воспользуемся программой, описанной в [9], в интерфейсе которой предусмотрена возможность задания координат начала и конца линейной ФЧХ синтезируемого ЭФИ или коэффициентов комплексного дробного порядка (рис. 3).

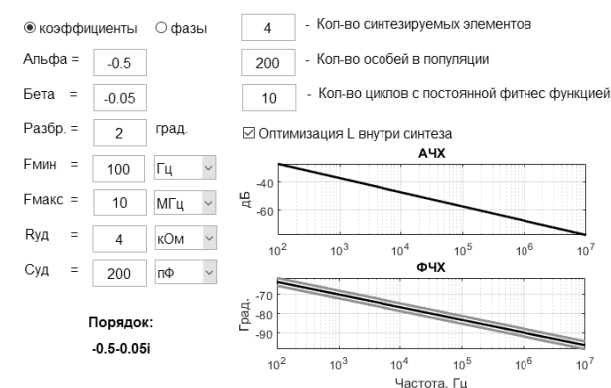


Рис. 3. Интерфейс программы синтеза ЭФИ со структурой слоев C-R-NC

Для примера зададим значение $\alpha = -0,5$ и $\beta = -0,05$. Результаты синтеза представлены на рис. 4 и рис. 5.

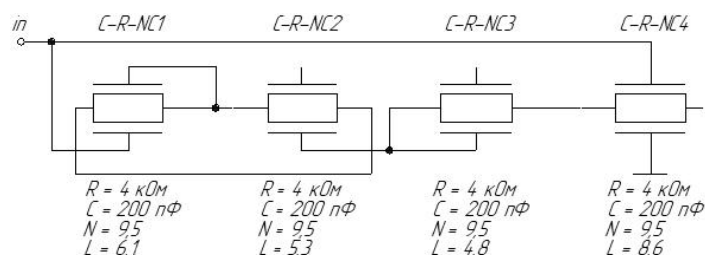


Рис. 4. Схема синтезированного ЭФИ с порядком $\gamma = -0,5 - 0,05j$

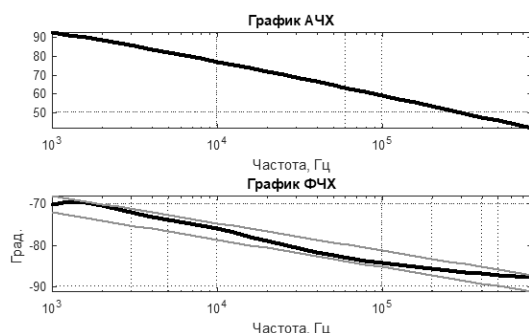


Рис. 5. ЛАЧХ и ФЧХ синтезированного ЭФИ с порядком $\gamma = -0,5 - 0,05j$

Убедимся, используя стандартную программу схемотехнического моделирования OrCAD, что программа действительно синтезировала ЭФИ с заданной линейной ФЧХ. При моделировании были использованы схемотехнические модели отрезков C-R-NC-линий. Расчетные графики ЛАЧХ и ФЧХ схемотехнической модели синтезированной конструкции ЭФИ (рис. 4) с комплексным дробным показателем $\gamma = -0,5 - 0,05j$ изображены на рис. 6.

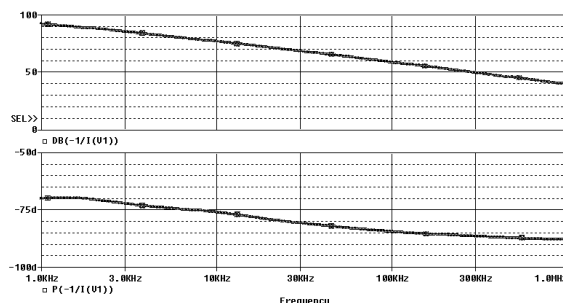


Рис. 6. ЛАЧХ и ФЧХ в программе схемотехнического моделирования OrCAD

Заключение

Таким образом, на конкретном примере показано, что ЭФИ комплексного дробного порядка можно реализовать на основе резистивно-емкостной среды со структурой слоев C-R-NC. Корректность работы программы синтеза проверена в программе схемотехнического моделирования OrCAD.

Список использованных источников и литературы

1. Gil'mutdinov A. Kh., Ushakov P. A., El-Khazali R. Fractal Elements and their Application. Springer. 2017. P. 252. ISBN: 9783319452494.
2. Двухполюсные элементы с фрактальным импедансом и их применение в радиотехнике и связи / П. А. Ушаков, Г. Д. Бабошкин, С. В. Стойчев, В. Г. Гравшин // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2020. – Т. 23, №1. – С. 75–105. – URL: <https://doi.org/10.22213/2413-1172-2020-1-75-105> (дата обращения: 13.03.2024).
3. Lin, X. Chaos and Synchronization in Complex Fractional-Order Chua's System / X. Lin, S. Zhou, Li H. Hua // International Journal of Bifurcation and Chaos. – 2016. – P. 26. – DOI: 10.1142/S0218127416500462.
4. Tenreiro Machado, J. A. Optimal Controllers with Complex Order Derivatives // J. Optim Theory Appl. – 2013. – Vol. 156. – Pp. 2–12. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10957-012-0169-4> (дата обращения: 13.03.2024).
5. Tenreiro Machado, J. A. Fractional generalization of memristor and higher order elements // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. – 2013. – Vol. 18, Issue 2. – Pp. 264–275. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2012.07.014> (дата обращения: 13.03.2024).
6. Pinto, C. M. Complex order van der Pol oscillator / C. M. Pinto, J. A. Tenreiro Machado // Nonlinear Dyn. – 2011. – Vol. 65. – Pp. 247–254. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11071-010-9886-0> (дата обращения: 13.03.2024).
7. Князев, И. В. К вопросу о выборе алгоритма синтеза элементов с фрактальным импедансом на основе резистивно-емкостных элементов с распределенными параметрами со структурой слоев вида C-R-NC / И. В. Князев, П. А. Ушаков // Интеллектуальные системы в производстве. – 2021. – Т. 19, № 2. – С. 62–71. – URL: <https://doi.org/10.22213/2410-9304-2021-2-62-71> (дата обращения: 13.03.2024).
8. Князев, И. В. Разработка программы проектирования элементов с фрактальным импедансом на основе C-R-NC-структур / И. В. Князев, П. А. Ушаков // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. ст. Всерос. науч.-техн. конф. – Ижевск. 2020. – С. 294–299.
9. Князев, И. В. Синтез элементов с фрактальным импедансом на основе многослойной резистивно-емкостной среды со структурой слоев вида C-R-NC. / И. В. Князев, П. А. Ушаков // Интеллектуальные системы в производстве. – 2022. – Т. 20 (3). – С. 55–65. – URL: <https://doi.org/10.22213/2410-9304-2022-3-55-6> (дата обращения: 13.03.2024).

I. V. Knyazev, Post-graduate
P. A. Ushakov, DSc in Engineering, Professor
Department of Design of Radio-Electronic Equipment
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Elements with complex fractal impedance based on resistive-capacitive medium
with C-R-NC layer structure**

The paper presents the result of the synthesis of an element with fractal impedance with a C-R-NC layer structure of complex fractional order. The synthesis result was tested in the OrCAD circuit modeling program.

Keywords: elements with fractal impedance, complex fractional order, synthesis program, fractional order integration and differentiation.

Н. И. Бушуев, бакалавр

А. А. Козлова, бакалавр

Г. А. Мкртчян, бакалавр

Д. Д. Насыров, бакалавр

П. С. Королев, кандидат технических наук, доцент

Департамент электронной инженерии

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва

Обзор современных методов оценки надежности электронных модулей при проектировании

В работе рассмотрены существующие методы для оценки показателей надежности на основе стандартов, представленных в справочниках надежности разных стран. Проведен анализ недостатков подходов к вычислению коэффициента качества производства, основанных на традиционной и модернизированной моделях. Описан усовершенствованный подход к созданию системы оценки качества производства, который предполагает уменьшение временных затрат на получение результатов, а также оценку качества предприятия не только в целом, но и по разным категориям отказов.

Ключевые слова: надежность, коэффициент качества, интенсивность отказов.

Введение

В современных радиоэлектронных устройствах (РЭУ) существует проблема несоответствия расчетных оценок надежности электронных компонентов на этапе проектирования с реальными данными об отказах в процессе эксплуатации. Разница в интенсивности отказов может достигать нескольких порядков. Кроме того, на этапе проектирования часто наблюдается завышение оценки надежности. Это связано с тем, что целевой уровень надежности не достигается из-за недостатков в стратегии обеспечения надежности.

Цель работы – повысить достоверность количественной расчетной оценки единичных показателей надежности РЭУ на этапах проектирования с учетом состояния системы менеджмента качества (СМК) предприятия-исполнителя. Для этого были изучены материалы по надежности РЭУ и оценке качества производства, модели интенсивностей отказов, представленные в разных странах, а также предложена модернизированная модель для расчета показателей надежности.

Работа состоит из двух частей. В первой части описаны методы оценки надежности РЭУ, а также математические модели интенсивностей отказов из стандартов РФ, США, Франции, Германии и Китая, проведен их анализ на соответствие требованиям к проектированию и производству аппаратуры. Во второй части приведена модернизированная система по оценке качества производства, основанная на американском справочнике.

Существующие методы оценки надежности

В российском справочнике «Надежность ЭРИ 2006» [1] представлена модель, позволяющая оценить суммарную интенсивность отказов радиоэлектронных устройств $\lambda_{ру}$ с помощью следующего выражения (1):

$$\lambda_{ру} = K_A \sum_{n=1}^N \lambda_n, \quad (1)$$

где K_A – коэффициент качества производства РЭУ; N – количество ЭРИ в РЭУ; λ_n – интенсивность отказов ЭРИ.

Коэффициент качества K_A может принимать только 2 значения:

- $K_A = 1$ по военным стандартам «Мороз-6» и «Климат-8»;
- $K_A = 0,2$ по положению РК-98.

Данный коэффициент не учитывает возможные изменения, осуществляемые для повышения качества РЭУ, которые могут происходить на предприятии.

Другая математическая модель, используемая в США, представлена в справочнике «Handbook of 217plus reliability prediction model» [2] и является модификацией традиционного метода расчета надежности. Традиционный подход прогнозирования надежности электронных компонентов основывается на статистическом анализе эмпирических данных, полученных в ходе эксплуатации изделия. Традиционные методы обычно приводят к форме модели, которая носит мультипликативный характер, т. е. прогнозируемая частота отказов компонентов является произведением базовой частоты отказов и нескольких факторов, которые учитывают нагрузку и переменные компонентов, влияющие на надежность. Примером традиционной модели по оценке интенсивности отказов может служить следующее выражение (2):

$$\lambda_P = \lambda_b \pi_e \pi_q \pi_s, \quad (2)$$

где λ_P – прогнозируемая интенсивность отказов; λ_b – базовая интенсивность отказов; π_e – коэффициент влияния окружающей среды; π_q – коэффициент качества; π_s – коэффициент нагрузки.

Основной недостаток традиционной модели заключается в том, что значение интенсивности отказа в экстремальных условиях может принимать нереалистично большое или малое значение, что не будет соответствовать действительности.

Модель, представленная в справочнике, является сочетанием аддитивного и мультипликативного методов, которые прогнозируют отдельную частоту отказов для каждой категории. Общая интенсивность отказов складывается из коэффициентов по отдельным категориям и вычисляется по следующей формуле (3):

$$\lambda_P = \lambda_{IA} K_A + \lambda_{SW}, \quad (3)$$

где λ_{IA} – первоначальная оценка интенсивности отказов; K_A – коэффициент качества производства; λ_{SW} – интенсивность отказов программных элементов.

Коэффициент качества производства K_A может быть определен по формуле (4):

$$K_A = \sum_j^N \prod_i^M \Pi_{ij}, \quad (4)$$

где Π_{ij} – соответствующий коэффициент категории отказа для j -го элемента i -го вида отказа; N – количество ЭРИ; M – количество видов отказа.

Общую формулу, учитывающую все факторы, можно расписать следующим образом:

$$K_A = \Pi_P \Pi_{IM} \Pi_E + \Pi_D \Pi_G + \Pi_M \Pi_{IM} \Pi_E \Pi_G + \Pi_S \Pi_G + \Pi_I + \Pi_N + \Pi_W, \quad (5)$$

где Π_P – коэффициент, учитывающий отказы комплектующих элементов; Π_{IM} – коэффициент, учитывающий отказы в начальный период эксплуатации; Π_E – коэффициент, учитывающий отказы, возникающие в результате влияния окружающей среды; Π_D – коэффициент, учитывающий конструктивные отказы; Π_G – коэффициент, учитывающий отказы, возникающие вследствие несовершенства управления надежностью; Π_M – коэффициент, учитывающий производственные отказы; Π_S – коэффициент, учитывающий отказы, возникающие вследствие несовершенства системы управления; Π_I – коэффициент, учитывающий эксплуатационные отказы; Π_N – коэффициент, учитывающий отказы, возникающие вследствие несовершенства методов контроля; Π_W – коэффициент, учитывающий деградиационные отказы.

Каждый из этих коэффициентов Π_i может быть рассчитан по формулам (5), (6):

$$\Pi_i = \alpha_i (-\ln(R_i))^{\frac{1}{\beta_i}}, \quad (5)$$

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} G_{ij} W_{ij}}{\sum_{j=1}^{n_i} W_{ij}}, \quad (6)$$

где α_i и β_i – константы для каждого вида отказов, численные значения которых представлены в [2]; R_i – рейтинг процесса для i -го вида отказов, принимающий значения от 0 до 1; G_{ij} –

оценка от 0 до 1 для j -го элемента i -го вида отказа; W_{ij} – вес j -го элемента i -го вида отказа; n_i – количество критериев оценивания i -го вида отказа.

Значение параметров G_{ij} и W_{ij} берутся из соответствующих таблиц справочника. Пример формы продемонстрирован в табл. 1.

Таблица 1. Значение коэффициентов и параметров при расчете параметра R метрики Π_G

№ п/п	Вопрос (переведено с английского языка на русский язык)	G_{ij}	W_{ij}
1	Существует ли эффективная система передачи сообщений об отказах и анализа внесения исправлений (FRACAS) для развернутой системы?	Yes = 1 No = 0	8
2	Каков процент отказов в процессе эксплуатации, для которых определена первопричина?	$G = \text{percentage}/100$	8
3	Проводится ли анализ, чтобы определить, повторяется ли сбой?	Yes = 1 No = 0	6
4	Определены ли потенциальные корректирующие действия, связанные с проектированием, производством или управлением системой?	Yes = 1 No = 0	6
5	Проводятся ли консультации с первоначальными разработчиками или производственным персоналом по поводу возможных внесений исправлений?	Yes = 1 No = 0	4
6	Существует ли инфраструктура поддержки на местах, способная повлиять на необходимые изменения?	Yes = 1 No = 0	10
7	Адекватно ли протестированы системы, чтобы убедиться, что изменения были сделаны правильно и не привели к другим дефектам или повреждениям?	Yes = 1 No = 0	5

Формула для оценки коэффициента, учитывающего отказы, возникающие вследствие несовершенства управления надежностью (7):

$$\Pi_G = \frac{1,12(t+2)^{-\alpha}}{2^{-\alpha}}, \quad (7)$$

где t – время эксплуатации.

Математическая модель, представленная во французском справочнике FIDES [3], может быть рассчитана по формулам (8), (9):

$$\lambda = \Pi_{PM} \Pi_{Process} \lambda_{Phy}, \quad (8)$$

$$\lambda_{Phy} = \sum_{i=1}^{Phase} \left[\frac{t_{annual}}{8760} \right]_i \Pi_i \lambda_i, \quad (9)$$

где Π_{PM} – коэффициент, учитывающий влияние контроля и качества производства; $\Pi_{Process}$ – коэффициент, учитывающий все процессы, начиная от создания спецификации и заканчивая эксплуатацией и обслуживанием; λ_{Phy} – оценка интенсивности отказов физического воздействия с учетом профиля миссии; t_{annual} – продолжительность i -й фазы в течение одного года; Π_i – коэффициент, учитывающий электрические, механические и тепловые перегрузки; λ_i – интенсивность отказов, которая соответствует каждому профилю миссии.

В Германии для оценки надежности используется формула, приведенная в стандарте Siemens SN 29500-1-2016 [4]. Для расчета интенсивности отказов λ_{EM} используется следующие выражения:

$$\lambda_{EM} = \sum_{i=1}^n \lambda_i, \quad (10)$$

$$\lambda_i = \lambda_{ref} \cdot \pi_U \cdot \pi_I \cdot \pi_T \cdot \pi_W \cdot \pi_D \cdot \pi_Q \cdot \pi_L \cdot \pi_S \cdot \pi_K \cdot \pi_F, \quad (11)$$

где λ_{EM} – интенсивность отказов ЭМ1; λ_i – интенсивность отказов i -го ЭРИ; λ_{ref} – базовая интенсивность отказов; π_U – коэффициент зависимости от напряжения; π_I – коэффициент зависимости от тока; π_T – коэффициент температурной зависимости; π_W – коэффициент, определяемый внешневоздействующими факторами; π_D – коэффициент чувствительности к дрейфу; π_Q – коэффициент качества конденсатора; π_L – коэффициент нагрузки; π_S – коэффициент частоты переключения реле; π_K – коэффициент критерия отказа; π_F – коэффициент ранней фазы отказа.

В китайском стандарте Chinese Standard GJB/z 299B [5] представлен расчет интенсивности отказа для отдельных ЭРИ. Интенсивность отказов складывается из коэффициентов, индивидуальных для каждого компонента. Примечательно, что также прослеживается сходство с традиционным методом вычисления надежности компонентов, поскольку используется одинаковая формула. Пример расчетной формулы для маломощных резисторов (до 2 Вт) представлен ниже (12):

$$\lambda_p = \lambda_b \pi_e \pi_q \pi_R, \quad (12)$$

где λ_p – интенсивность отказа при эксплуатации, $10^{-6}/\text{ч}$; λ_b – базовая интенсивность отказа, $10^{-6}/\text{ч}$; π_e – коэффициент влияния окружающей среды; π_q – коэффициент качества; π_s – коэффициент влияния резистора

Базовую интенсивность отказа можно вычислить по формуле (13):

$$\lambda_b = A e^{B \left(\frac{T+273}{N_T} \right)^G} e^{\left[\frac{S}{N_S} \left(\frac{T+273}{273} \right)^J \right]^H}, \quad (13)$$

где A – корректирующий фактор; B – формообразующий фактор; T – рабочая температура окружающей среды, °C; N_T – постоянная температура; G, J, H – постоянные ускорения; S – отношение рабочей мощности к номинальной.

Интенсивность отказов изделия складывается из общей интенсивности отказов компонентов и вычисляется по формуле (14):

$$\lambda_s = \sum_{i=1}^N n_i \lambda_i, \quad (14)$$

где λ_s – суммарная интенсивность отказов; λ_i – интенсивность отказов ЭРИ i -го типа; n_i – количество ЭРИ i -го типа в составе ЭМ1; N – количество классов ЭРИ.

Методы расчета надежности, используемые в стандартах и справочниках представленных стран, основываются на традиционном методе расчета и не учитывают систематические мероприятия по улучшению качества производства, а также особенности каждого отдельного предприятия. Несовершенство данного подхода представлено в монографии «Информационная поддержка жизненного цикла электронных средств» [6]. В ней приводится процентное распределение категорий отказов для электронных схем, которое представлено на рис. 1.



Рис. 1. Поле отказов электронных схем

Рисунок показывает, что число системных отказов находится в пределах 14–22 %, что говорит о несовершенстве традиционного подхода к оценке надежности [7–8].

В справочнике «Handbook of 217plus reliability prediction model» представлена улучшенная система, позволяющая учитывать большее количество факторов, влияющих на итоговую надежность. Кроме того, в американском справочнике представлена модель, имеющая параметры, которые могут изменяться со временем в зависимости от действий, проводимых на предприятии. К недостаткам метода можно отнести большое количество вопросов (порядка 450), ответы на которые необходимо получить для корректного вычисления интенсивности отказов. Кроме того, представленные вопросы никак не систематизированы, и часть из них содержит в себе ответы на другие вопросы, что может затруднять прохождение опроса.

Модифицированная система оценки надежности

Модифицированная система оценки надежности представляет собой усовершенствованный подход, основанный на методе, представленном в справочнике «Handbook of 217plus reliability prediction model». В усовершенствованном методе вопросы распределяются на подгруппы в соответствии с их уровнем электронного модуля и категориями предметной области. Изменения позволяют распределить вопросы между сотрудниками для ускорения времени прохождения опроса. Кроме того, модифицированная система предполагает наличие иерархии вопросов. Это может помочь исключить часть вопросов после получения ответов для вышестоящих при заполнении нижестоящих вопросов. Пример присвоения категории вопросам представлен в табл. 2:

Таблица 2. Распределение вопросов, относящихся к метрике Π_G , согласно предлагаемому методу

Вопрос	G	W	Направленность	Вид направленности	Отдел производства	Уровень ЭМ	Категория предметной области	Предполагаемый ответ
Существует ли эффективная система передачи сообщений об отказах и анализа внесения исправлений (FRACAS) для развернутой системы?	Yes = 1 No = 0	8	Продукт	Документация	Качества	3, система	FRACAS	G^-
Каков процент отказов в процессе эксплуатации, для которых определена первопричина?	$G = \text{percentage}/100$	8	Продукт	Документация	Качества	Все	Анализ	G^-
Проводится ли анализ, чтобы определить, повторяется ли сбой?	Yes = 1 No = 0	6	Продукт	Документация	Качества	Все	Риски/опыт	G^-
Определены ли потенциальные корректирующие действия, связанные с проектированием, производством или управлением системой?	Yes = 1 No = 0	6	Продукт	Аппарат, ПО	Качества	3, система	Техподдержка	G
Проводятся ли консультации с первоначальными разработчиками или производственным персоналом по поводу возможных внесений исправлений?	Yes = 1 No = 0	4	Персонал	Руководитель	Качества	Все	Техподдержка	G

По сравнению с исходной системой, в табл. 2 были добавлены столбцы «Направленность», «Вид направленности», «Уровень ЭМ», «Категория предметной области» и «Предполагаемый ответ». В последнем столбце вариант ответа «G» предполагает, что ответ соотносится с нижестоящим вопросом, а вариант ответа «G⁻» – к вышестоящему.

Пример визуализации модифицированной работы системы представлен на рис. 2. Рассмотрим раздел опроса, связанный с анализом проблем управления повышением надежности для рядового сотрудника отдела контроля качества, работающего с документами на предприятии, которое занимается вторым уровнем электронных модулей (ЭМ).

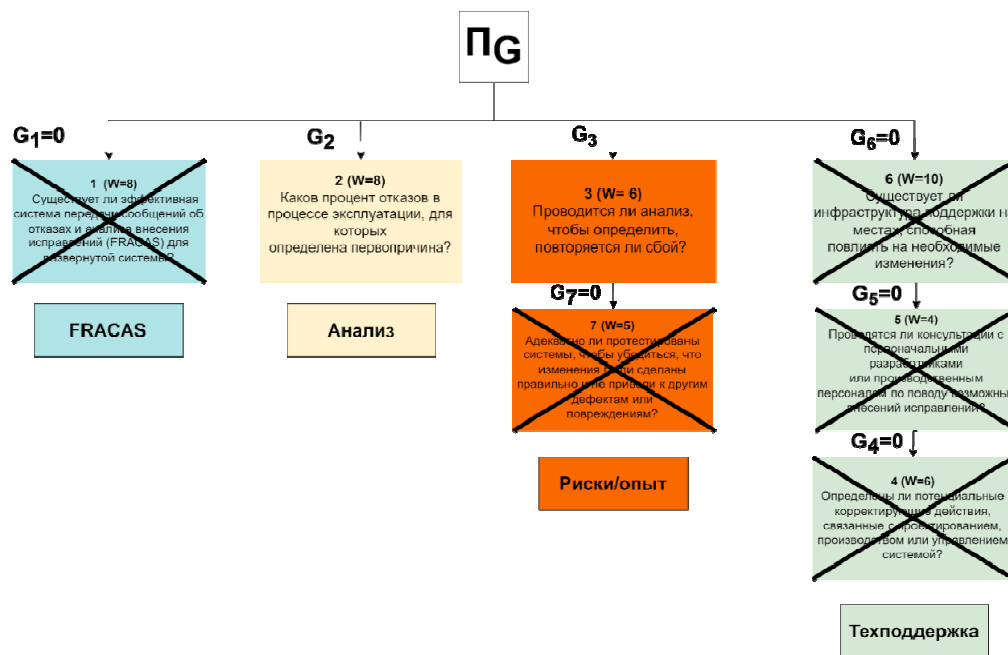


Рис. 2. Дерево опроса по оценке несовершенства управления повышением надежности PG , адаптированной под предложенный пример

Данный случай наглядно показывает, что сотруднику достаточно ответить на 2 из 7 вопросов, а расчет метрики в соответствии с табл. 2 сводится к следующей формуле:

$$PG = \frac{1,12(t+2)^{-\alpha}}{2^{-\alpha}}, \quad (15)$$

где $\alpha = R = \frac{\sum_{j=1}^7 G_j W_j}{\sum_{j=1}^7 W_j} = \frac{8 \cdot G_2 + 6 \cdot G_3}{47}$.

Основываясь на вышеописанной системе, была разработана программа, выполненная в виде веб-интерфейса, которая позволяет пользователю после прохождения опроса получать готовое значение коэффициента качества производства, а также оценку коэффициентов отдельных категорий отказов. Алгоритм прохождения опроса представлен на рис. 3.

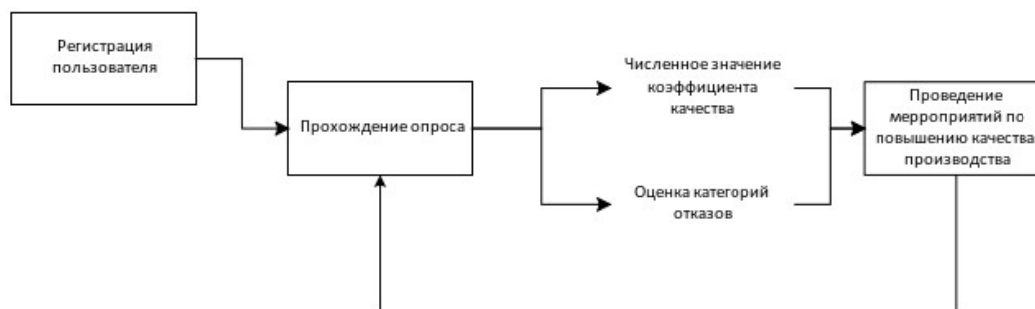


Рис. 3. Алгоритм прохождения опроса

Кроме того, разработанная система позволяет проходить опрос более одного раза, что дает возможность пользователю отслеживать изменения качества производства, а также проводить эффективную политику изменений, происходящих на производстве.

Заключение

В ходе работы были рассмотрены существующие методы оценки надежности электронных модулей на этапе проектирования, представленные в разных странах. Они основываются на традиционном подходе, т. е. интенсивность отказа вычисляется с помощью коэффициента качества производства, который в свою очередь определяется эмпирическим путем и не изменяется со временем независимо от проводимых мероприятий по улучшению производства, а также изменений в организационной структуре предприятия. Кроме того, был рассмотрен более совершенный подход, предложенный в справочнике «Handbook of 217plus reliability prediction model», в котором оценка качества производства происходит по категориям отказов и не является постоянной величиной. Однако американский справочник содержит следующие недостатки: большое количество вопросов, а также отсутствие их систематизации, что затрудняет прохождение опроса.

В связи с существующими недостатками опросника была разработана усовершенствованная система оценки качества производства, улучшение которой заключается в разделении вопросов на соответствующие уровни электронных модулей и возможность автоматического внесения ответа при заполнении части вопросов. Для модернизированной системы был разработан веб-интерфейс, позволяющий пользователю проходить опрос и получать значение общего коэффициента качества производства, а также оценку по каждой категории отказа. Это позволит организациям-изготовителям оборудования оптимизировать уровень производства и повысить качество производимых РЭУ.

Публикация подготовлена в ходе проведения исследования (проект № 24-00-024 «Развитие методов прогнозирования показателей надежности электронных модулей») в рамках программы «Научный фонд Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)» в 2024 г.

Список использованных источников и литературы

1. Надежность электрорадиоизделий : справочник. – Москва : МО РФ, 2006. – 641 с.
2. RIAC-HDBK-217Plus. Handbook of 217PlusTM Reliability Prediction Models. – USA : RIAC, 2006. – 170 p.
3. Peyghami, S. A Guideline for Reliability Prediction in Power Electronic Converters / S. Peyghami, Z. Wang and F. Blaabjerg // IEEE Transactions on Power Electronics. – 2020. – Vol. 35. – Pp. 10958–10968.
4. Lienig, J. Reliability Analysis / J. Lienig, H. Bruemmer // Fundamentals of Electronic Systems Design. – 2017. – Springer, Cham. – Pp. 45–73.
5. Chinese Standard GJB/z 299B. Reliability prediction model for electronic equipment. Part one: part stress analysis prediction. – China, 1998. – 104 p.
6. Информационная поддержка жизненного цикла электронных средств : монография / В. В. Гольдин, В. Г. Журавский, А. В. Сарафанов, Ю. Н. Кофанов. – Москва : Радио и связь, 2002. – 379 с.
7. Королев, П. С. Комплексный метод оценки показателей безотказности радиотехнических устройств космической аппаратуры // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2021. – Т. 64, № 4. – С. 316–328.
8. Артюхова, М. А. Оценка показателей надежности электронных средств с учетом многофакторного коэффициента качества производства / М. А. Артюхова, В. В. Жаднов, С. Н. Полесский // Компоненты и технологии. – 2014. – № 4 (153). – С. 204–207.

N. I. Bushuev, Student
A. A. Kozlova, Student
G. A. Mkrtchan, Student
D. D. Nasyrove, Student
P. S. Korolev, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Electronic Engineering
National Research University Higher School of Economics, Moscow

The overview of modern methods for evaluating the reliability of electronic modules

The article examines existing methods for assessing reliability prediction models based on standards presented in Standards from different countries. The analysis of the disadvantages of approaches to calculating the production quality coefficient based on traditional and modernized models is carried out. And further, an improved approach to creating a production quality assessment system is described, which involves reducing the time spent on obtaining results, as well as evaluating the production quality not only as a whole, but also for different categories of failures.

Keywords: reliability; quality factor; failure rate of the system.

Г. С. Пестерев, студент
Е. М. Зайцева, кандидат педагогических наук, доцент
Кафедра «Радиотехника»
М. З. Ахметзянов, старший преподаватель
Кафедра «Физическая культура и спортивные технологии»
Е. В. Коротаева, студент
Кафедра «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование»
Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

Разработка и апробация прибора для контроля количества отжиманий с учетом требований центров тестирования комплекса ГТО

В статье представлены все этапы разработки прибора для контроля количества отжиманий для автоматического подсчета правильно выполненных отжиманий в упоре лежа. Представлен программный код для платформы Arduino Nano. Результаты апробации устройства показали его точность и простоту использования относительно существующих аналогов.

Ключевые слова: Arduino Nano, язык программирования Си++, ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04, 3D-моделирование, нормативы ГТО.

Введение

Целью проекта является разработка прибора для автоматического подсчета отжиманий. Такое устройство позволит исключить человеческий фактор при подсчете количества и оценке качества отжиманий в центрах тестирования комплекса ГТО.

В настоящее время при сдаче норм ГТО и на других спортивных мероприятиях для подсчета количества отжиманий используется специальная контактная платформа, которая имеет большие массогабаритные показатели, высокую стоимость и высокую погрешность измерений.

Постановка задачи

Прибор должен определять индивидуальное расстояние полного сгибания и разгибания локтей для каждого человека. Устройство должно вести счет правильно выполненным упражнениям и производить световую и голосовую индикацию результата.

Требования к прибору:

- минимальные массогабаритные показатели;
- соответствие требованиям, предъявляемым для устройств подсчета количества отжиманий в центрах тестирования комплекса ГТО;
- минимальная стоимость комплектующих устройства и его изготовления;
- наличие световой и звуковой индикации результата выполнения упражнений.

Решение задачи

Данная работа является продолжением большого проекта, представленного на конференции «Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства» (октябрь-2023: http://pribor21.istu.ru/doc/2023/PriborXXI-2023_Program_ru.pdf).

Реализация проекта проведена на базе платформы Arduino Nano. Макетная плата представлена на рис. 1.

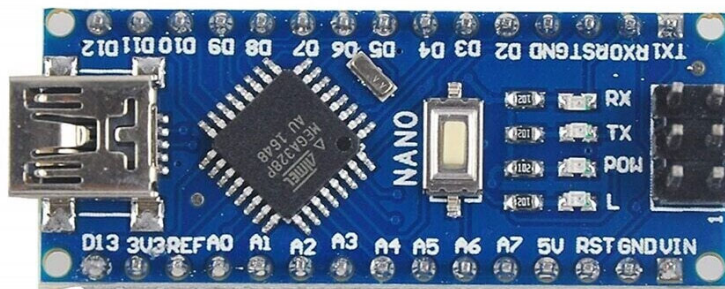


Рис. 1. Макетная плата Arduino Nano

Технические характеристики Arduino Nano:

- микроконтроллер: ATmega328;
- напряжение питания 3–15 В;
- флеш-память 16 Кб или 32 Кб в зависимости от чипа;
- ОЗУ 1 Кб или 2 Кб в зависимости от чипа;
- частота 16 МГц;
- размеры 19 x 42 мм.

Для измерения расстояния от платформы до груди человека использован ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04.

На рис. 2 представлена фотография ультразвукового датчика HC-SR04, который имеет следующие технические характеристики:

- напряжение питания: +5В;
- эффективный рабочий угол: $< 15^\circ$;
- расстояние измерений: от 2 см до 400 см;
- разрешающая способность: 0.3 см;
- угол измерений: 30 градусов;
- ширина импульса триггера: 10 микросекунд;
- размеры: 45 мм x 20 мм x 15 мм.

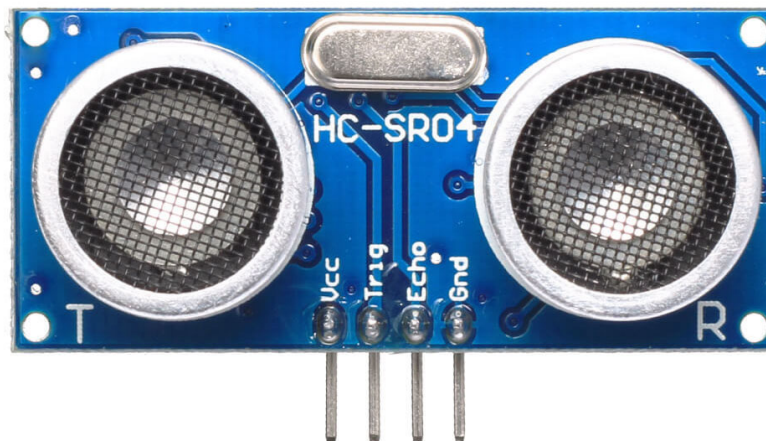


Рис. 2. Ультразвуковой датчик HC-SR04

Корпус для прибора разработан в программе «КОМПАС-3D». Корпус прибора контроля количества отжиманий представлен на рис. 3.

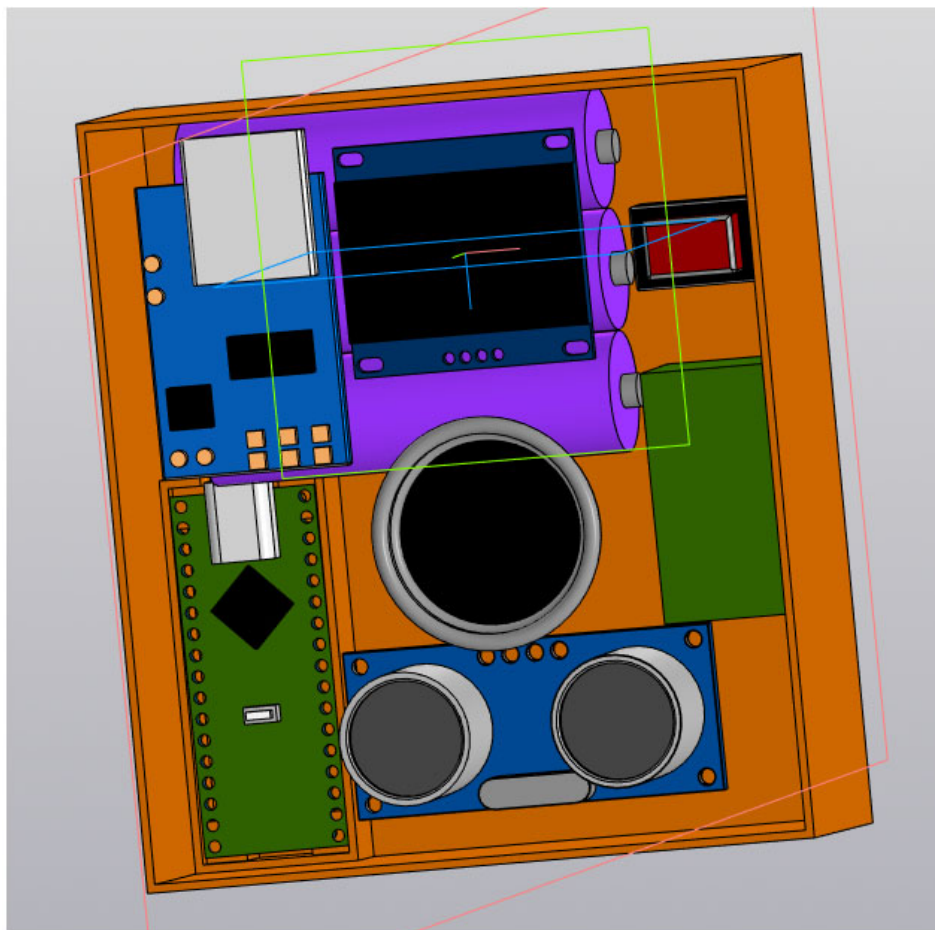


Рис. 3. 3D-модель прибора

В ходе реализации проекта изготовлен опытный образец, который использовался для проверки правильности технических решений. Опытный образец прибора для учета количества отжиманий представлен на рис. 4.

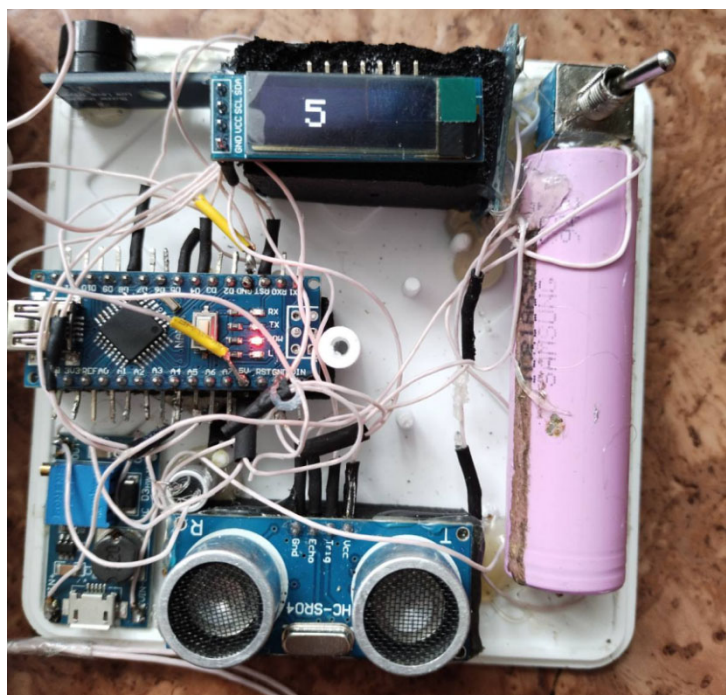


Рис. 4. Опытный образец прибора для учета количества отжиманий

Разработана передняя модель прибора, которая содержит следующие элементы: кнопка включения, окно для установки OLED-дисплея и отверстия для излучателя и приемника, расположенных на ультразвуковом датчике. Фотография передней панели представлена на рис. 5.



Рис. 5. Передняя модель прибора

Программная часть

Язык программирования Arduino называется Arduino C и представляет собой язык C++.

Для программирования микроконтроллера ATmega328P использовалась среда разработки Arduino IDE. Начало программы представлено на рис. 6.

```
sketch_mar21a.ino
1  #include <Adafruit_GFX.h>           //OLED библиотека
2  #include <Adafruit_SSD1306.h>
3  #include <Wire.h>                   //Библиотека I2C
4  #include <HCSR04.h>
5  #define PIN_TRIG 3
6  #define PIN_ECHO 2
7  #define SCREEN_WIDTH 128 // Ширина OLED-дисплея, в пикселях
8  #define SCREEN_HEIGHT 32 // Высота OLED-дисплея в пикселях
9  #define OLED_RESET -1 // т.к.у дисплея нет пина сброса прописываем -1, если используется общий сброс Arduino
10 const int pin = 8;                 // Указываем порт I/O
11 int min1 = 30, min2 = 10, max1 = 50, rez = 0, i;
12 bool down =0, start = 0, start2 =0;
13 long min3 =0, max3=0;
14 int k = 1;
15
16 UltrasonicDistanceSensor distanceSensor(PIN_TRIG, PIN_ECHO);
17 Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET); //Объявляем имя и задаем параметры
18
19 void setup () {
20   Serial.begin(9600); // We initialize serial connection so that we could print values from sensor.
21   display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); //Запуск дисплея
22   display.display();
23   pinMode(pin, OUTPUT); // Указываем порт, как выход
24   pinMode(A1, OUTPUT);
25   delay(10);
26 }
27
28 void loop () {
```

Рис. 6. Код для счетчика отжиманий

Интерес представляет следующий блок программы. Происходит оценка начального положения тела участника и объявление этого расстояния константой – distance. Далее значения расстояний, которые участник достигает в верхней точке, сравниваются с этой константой. А значения расстояний в нижней точке сравниваются с константой нижней точки, которая задается при программировании. В случае выполнения обоих условий к содержимому счетчика прибавляется единица. Счетчик работает от расстояния 30 см (первое условие в программе). Это нужно для того, чтобы избежать ложных срабатываний (в момент, когда человек еще не встал в исходное положение и расстояние до его груди от платформы составляет менее 30 см).

Также при достижении расстояний в нижней и верхней точках происходит звуковая индикация, которая оповещает участника и судью о том, что нужное расстояние достигнуто.

```

if (max3>30)
{
    if ( distance >= max3-2 && start2 == 0)
    {
        down =1;

    }

    if (distance <= min2 && down == 1)
    {
        down =0;
        start2 =1;
for (i=0; i<=50; i++)
{
digitalWrite(pin, HIGH); // Отключаем зуммер, устанавливаем вывод в HIGH
digitalWrite(pin, LOW); // Включаем зуммер, устанавливаем вывод в LOW
delay(1); // Пауза
}
}

if (start2 ==1 && distance>=max3-2)
{
    rez++;
    start2 =0;
    digitalWrite(pin, HIGH); // Отключаем зуммер, устанавливаем вывод в
HIGH
for (i=0; i<=50; i++)
{
digitalWrite(pin, HIGH); // Отключаем зуммер, устанавливаем вывод в HIGH
digitalWrite(pin, LOW); // Включаем зуммер, устанавливаем вывод в LOW
delay(1); // Пауза
}
}
}
else
{
    if ( distance > min2 && distance < max1 )
    {
        down =1;
        max3 = distance;
for (i=0; i<=70; i++)

```


Результаты испытаний устройства

При проведении испытаний прибора для подсчета количества отжиманий необходимо было учитывать следующие особенности

1. Определить положение прибора «счетчик отжиманий» относительно положения туловища испытуемого.
2. Определить корректность расстояния фиксации нижней точки при сгибании рук и опускании туловища.
3. Определить корректность расстояния фиксации верхней точки при разгибании рук и подъеме туловища в исходное положение.
4. Определить работоспособность прибора при различных вариантах спортивной одежды.
5. Разработать рекомендации для использования прибора.

При определении положения прибора относительно положения туловища и рук испытуемого необходимо учитывать, что счетчик должен находиться на одном уровне относительно положения рук, а расстояние между руками зависит от антропометрических параметров человека. Схема установки счетчика представлена на рис. 7 и 8.

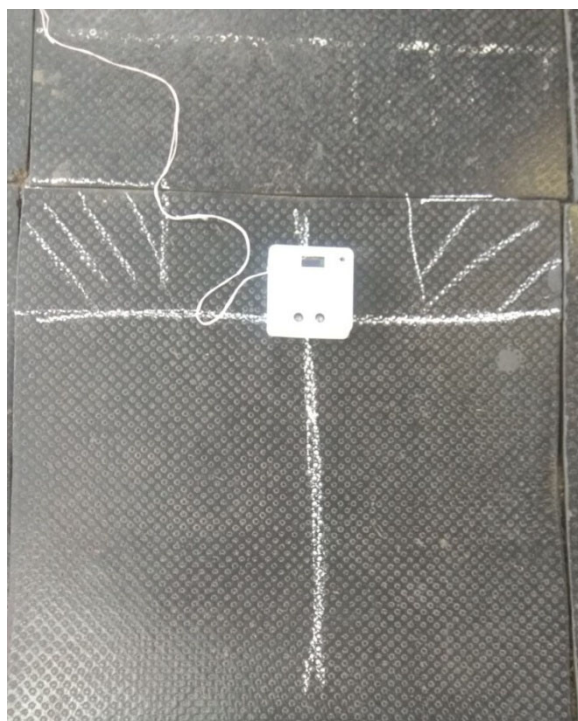


Рис. 7. Расположение прибора



Рис. 8. Положение человека относительно прибора

В результате эксперимента определено расстояние срабатывания в нижней точке (А-1). По условиям норм ГТО нижняя точка должна быть 5 см, но счетчик срабатывал на расстоянии $5 \pm 0,3$ см.

Было выявлено, что в результате накапливающегося утомления и анатомических особенностей механики движения тела участники не достигают точки В-1 после выполнения упражнения. Поэтому к точке В1 добавлена погрешность 3 см.

В таблице приведены усредненные характеристики контрольных точек В1 и В2, полученные в результате апробации прибора для контроля количества отжиманий на группе из 10 студентов ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова».

Характеристика контрольных точек В-1 и В-2

Величина	Расстояние в исходном положении до выполнения упражнения (В-1)	Расстояние в исходном положении после выполнения упражнения (В-2)	Максимальный перепад точек В-1 и В-2	Перепад точек В-1 и В-2
$X \pm \sigma$	$42,13 \pm 4,51$	$39,6 \pm 4,46$	4,0	$2,5 \pm 1,35$

Из таблицы видно, что разница между положениями тела до и после выполнения упражнения отличаются, при этом максимальный перепад точек составляет 4 см, и его необходимо учитывать при программировании микроконтроллера счетчика отжиманий.

Вывод

Применение прибора для контроля количества отжиманий позволит решить проблему человеческого фактора, влияющего на точность подсчета результата теста «сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу». Прибор «счетчик отжиманий» может быть применим в Центрах тестирования комплекса ГТО и может быть использован при проведении физкультурно-массовых мероприятий. Данное устройство можно усовершенствовать, добавив в него модуль Wi-Fi или Bluetooth. Кроме того, предполагается разработать паспорт прибора.

Список использованных источников и литературы

1. Блум, Дж. Изучаем Arduino / Джереми Блум. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2020. – 540 с. – ISBN 978-5-9775-6736-7.
2. Комплекс ГТО – отжимание // TRAMPLINSPORT.RU, Россия. – URL: <https://tramplinsport.ru/info/kompleks-gto-otzhimanie> (дата обращения: 14.10.2023).
3. Пат. 170016 Рос. Федерация : МПК А63В 21/00 (2017.04). Устройство для контроля отжиманий от пола в положении упора лежа / Гаткин Е.Я. и др. – Заявка № 2016116207/17 от 11.04.2017. – Оpubл. 11.04.2017.

G. S. Pesterev, Student
 E. M. Zaitseva, PhD in Pedagogy, Associate Professor
 Department of Radio Engineering
 M. Z. Akhmetzyanov, Senior Lecturer
 Department of Physical Culture and Sports Technologies
 E. V. Korotaeva, Student
 Department of Automobiles and Metalworking Equipment
 Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Development and testing of a device for monitoring the number of push-ups,
 taking into account the requirements of testing centers of the GTO complex**

This article presents all the stages of developing a device for monitoring the number of push-ups for automatically counting correctly performed push-ups in a prone position. Program code for the Arduino Nano platform is presented. The results of testing the device showed its accuracy and ease of use relative to existing analogues.

Keywords: Arduino Nano, C++ programming language, ultrasonic distance sensor HC-SR04, 3D modeling, GTO standards.

E. A. Podshivalova, Master's Degree Student
R. A. Timirshin, Master's Degree Student
A. Yu. Vdovin, PhD in Engineering, Associate Professor
 Department of Computer Engineering
 Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Shot cloud parameter estimation systems

When studying the behavior of a shot cloud in space, it is necessary to estimate the totality of its parameters: accuracy, velocity, length of the shot cloud. Existing methods and tools that allow determining these parameters are reviewed and a brief analysis of them is performed. Technical solutions have been identified that make it possible to estimate the totality of the specified parameters of the shot cloud. All these solutions are very difficult to implement and have an extremely high cost.

Keywords: shot cloud, accuracy, velocity, light shield, optical sensor.

Introduction

Shotguns are widely used in hunting and sports [1-4], there are products for law-enforcement agencies [5], and the possibility of using this type of weapon to combat small-sized UAVs is currently being considered [6].

Many factors influence how a shot hits a target. For example, the size of the shot, the type of weapon used, its choke, the design characteristics of the cartridge, climatic conditions, the size of the target, etc. At the same time, the largest number of studies are devoted, first of all, to the issues of estimate the accuracy of hits on the target. But for hitting a target, the velocity of the shot at a certain distance, as well as the distribution of the shot in the direction of shooting, also plays an important role [7, 8]. Let us analyze existing methods and means for estimating these parameters.

1. Accuracy of fire

In accordance with the current GOST 28653-2018, the accuracy of fire from small arms is a characteristic of the proximity to each other of the impact points of the missile (projectile) for the group of shots under consideration. According to GOST 28072-89, accuracy is estimated using the K index (the ratio of the number of holes to the number of pellets of the corresponding projectiles) according to formula (1)

$$K = \frac{n}{N} \cdot 100\%, \quad (1)$$

where n is the number of holes on the paper target from pellets surrounded by a circle of a hundred-sided target when applied to the most affected area of the paper target, N is the number of pellets in the projectile.

From the above it becomes clear that the definition of accuracy is reduced to the definition of coordinates. Traditionally, coordinates were estimated manually using a ruler based on shooting results at a paper target.

Currently, estimate is carried out using systems based on matrix photodetectors [9, 10] and infrared cameras [11]. The disadvantages of such systems include the fact that they, as a rule, involve the use of consumables (paper for the target).

In addition, it is necessary to mention a device [12], in which the target is made in the form of a metal circle, cut into segments, where a hit sensor is installed on the back side of each segment. In this case, the main disadvantage is the high complexity of the design and a large measurement error (coordinates can only be determined with an accuracy of up to a fraction).

2. Velocity of the shot cloud

According to GOST 28653-2018, the initial velocity of the projectile is considered to be the conditional velocity of the incoming movement of the missile at the point of departure, which, in the absence of the aftereffect of powder gases, provides the missile with the same trajectory beyond the aftereffect as with the true muzzle velocity and the presence of an aftereffect period.

The initial velocity is the most important ballistic indicator that determines the sharpness of the battle. For a long time, the velocity of a projectile in the immediate face of the muzzle had to be calculated based on the time it took the projectile to cover distances of a certain length.

The initial velocity of the shot was determined by the magnitude of the rollback of the barrel installed on the rollers [8].

More advanced devices were also used, built on the principle of a galvanic pendulum [13].

The average velocity over the distance was determined based on the time spent by the projectile to cover the distance. This time can be determined using a thin wire located in front of the muzzle, through which an electric current passes [13]. Bursting out of the barrel, the projectile breaks the wire and opens the electrical circuit. At the same time, one or another time counter (chronograph) is turned on. Next, the projectile hits a special target and breaks the second circuit, which turns off the time counter. This option is more suitable for determining bullet velocity.

Currently, the method for determining the velocity and amount of movement of a missile (for example, a shot) is regulated by GOST R 50530-2015, according to which the velocity of the missile V is determined by formula (2)

$$V = \frac{1}{T}, \quad (2)$$

where T is the flight time of the missile in a blocking base 1m long.

In this case, two optical blocking devices are used. Preliminary studies [14] have shown that systems based on light shields can be used for such tests. Light shield is a device consisting of a sensor and a linear emitter, when the luminous flux is shaded by an object, an electric pulse is generated at the output of the sensor [15]. An example of such a system is the ballistic measurement system «Prototypa 2010/2269/E1». It is designed to simultaneously measure the pressure of powder gases in the cartridge and the initial velocity of the shot when fired from a measuring ballistic barrel [16].

3. The length of the shot cloud at a given distance

It is possible to estimate the length of a shot cloud at a certain range, for example, using high-speed video shooting [17]. For this option, it is claimed that it is possible to create a three-dimensional model of a shot cloud, but this option should be considered very expensive and requires labor-intensive preparation, which consists of disassembling the cartridge, painting the pellets with a specially prepared mixture and then reassembling it.

Compton's experimental setup [18] is known, designed for a comprehensive study of the movement of a shot cloud in space and combining optical sensors, hit sensors and a CCD camera. Its main disadvantages are the extremely high cost and complexity of implementation.

There is also the possibility of estimating the time span of a shot cloud at the required distance using light shields [19]. Further, knowing the value of the average velocity at this distance (can be determined analytically, based on reference data, or also using light shield - see above), you can estimate the length of the shot cloud at this distance.

4. Conclusion

Existing technical solutions that make it possible to estimate a set of parameters of a shot cloud, such as length, velocity at a given distance and the coordinates of points where pellets hit, are very difficult to implement and have an extremely high cost. In this regard, it is advisable to develop a domestic measuring system that allows solving a similar problem, which can be very relevant.

References

1. *Sheinin, S. M.* (1991). Experience in improving shotgun ammunition. Tula : Publishing house MISHA.
2. *Arbuzov, I. A.* (2006). Mathematical analysis of a shotgun shot. Moscow: Sputnik+.
3. *Mikhailov, L.E., & Izmetinsky, N.L.* (1976). Izhevsk hunting shotguns. Izhevsk : Udmurtia.
4. *Trofimov, V.N.* (2005). Combined hunting and sporting smoothbore shotguns. Directory. M.: Ruchenkin Publishing House.
5. Special carbine 18.5KS-K. Available at: <https://kalashnikovgroup.ru/catalog/boevoe-strelkovoe-oruzhie/boevoe-glادkostvolnoe-oruzhie/karabin-spetsialnyy-18-5-ks-k?ysclid=lvagmo6sww483343918> (accessed: 13.03.2024).
6. *Chirkov, D.V., Sementsov, M.A., Luppov, D. O., & Gavshin, I.N.* (2023). The concept of handheld small arms for combating unmanned aerial vehicles. In Prospective directions for the development of artillery weapons, methods of their operation and repair: collection of proceedings of the XVII All-Russian Scientific and Practical Conference, Perm, May 25, 2023 (pp. 130-134). Perm: Federal State Treasury Military Educational Institution of Higher Education Perm Military Institute of the National Guard Troops of the Russian Federation.
7. *Blum, M.M.* (1987). Hunting shotgun: reference book (2nd ed.). M.: Agropromizdat.
8. *Zernov, A.A., & Kreutser, B.A.* (1930). Shot fire for hunting and sports. M.: Vseokhotsoyuz.
9. *Apetyan, O. S., Nikitin, S. B., Sudarikov, N. I., & Titov, A. L.* (2003). Method for determining the dispersion characteristics of shotguns and ammunition (Patent No. 2205353 C2 Russian Federation). IPC F41J 5/02.
10. *Markov, E. M., & Vdovin, A. Y.* (2014). Development of a mobile television system for measuring the parameters of a shotgun shot based on a video surveillance camera. Bulletin of Izhevsk State Technical University named after M.T. Kalashnikov, 4(64), 121-123.
11. *Zakharov, V. N., Romashkin, V. V., & Rublev, N. I.* (2005). A method for determining the coordinates of hits on a target for a shooting range and a device for its implementation (Patent No. 2255294 C1 Russian Federation). IPC F41J 5/08.
12. *Baranov, A. N., Blokhin, Y. K., Golubkova, N. A., et al.* (1997). Stand for estimating the accuracy of lethal elements of a hunting shotgun cartridge (Patent No. 2072090 C1 Russian Federation). IPC F41J 5/00.
13. *Martino, K. V.* (1991). Shotgun fighting: A reference guide for the beginning hunter. Ufa: Bashk. book publishing house.
14. *Vdovin, A. Yu.* (2010). Development of a system based on light shields for determining external ballistic parameters: specialty 05.13.01 "System analysis, management and information processing (by industry)": dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Izhevsk. EDN QETLEZ.
15. *Afanasiev, V. A., Vdovin, A. Yu., & Kornilov, I. G.* (2019). Weight functions of light shield and the signal at the input of optical sensor at the intersection of the bullets of light shield. Journal of Measurements in Engineering, 7(2), 74-83. Available at: <https://doi.org/10.21595/jme.2019.20441> (accessed: 13.03.2024). EDN ZCCHQO.
16. Ballistic measuring system Prototipa 2010/2269/E1. (n.d.). Available at: <https://all-pribors.ru/opisanie/60090-15-prototipa-2010-2269-e1-71696> (accessed: 13.03.2024).
17. *Konstantinov, A. Yu.* (2016). A method for recording with equipment the parameters of all pellets in the impact zone of a flying target when firing from a smooth-bore weapon (Patent No. 2591234 C1 Russian Federation, IPC F41J 5/10). EDN TJAWWM.
18. *Compton, D. J.* (1996). An experimental and theoretical investigation of shot cloud ballistics. Doctoral thesis. University of London.
19. *Vdovin, A. Y.* (2021). Study of the temporal distribution density of the shot sheaf span to create a simulation model of the optical sensor signal. Computer Optics, 45(5), 779-783. Available at: <https://doi.org/10.18287/2412-6179-CO-851> (accessed: 13.03.2024).

Е. А. Подшивалова, магистрант
Р. А. Тимишин, магистрант
А. Ю. Вдовин, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Вычислительная техника»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Системы оценки параметров дробового снопа

При исследовании поведения дробового снопа в пространстве необходимо оценивать совокупность его параметров: кучность, скорость, длина дробового снопа. Рассмотрены существующие методы и средства, позволяющие определять эти параметры, выполнен их краткий анализ. Выявлены технические решения, позволяющие оценивать совокупность указанных параметров дробового снопа. Все эти решения весьма сложны в реализации и имеют чрезвычайно высокую стоимость.

Ключевые слова: дробовой сноп, кучность, скорость, световой экран, оптический датчик.

Д. Р. о. Угузов, студент

В. А. Сидорина, кандидат педагогических наук, доцент

Кафедра «Радиотехника»

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

Использование искусственного интеллекта на промышленных предприятиях

В статье рассматривается, как искусственный интеллект можно использовать на промышленных предприятиях и почему в будущем каждое успешное предприятие должно использовать эту технологию. Представлен обзор наиболее выгодных сфер использования искусственного интеллекта, сложности и проблемы.

Ключевые слова: искусственный интеллект, промышленное предприятие, обзор сфер использования искусственного интеллекта.

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) – это совокупность инструментов и алгоритмов, разрабатываемых для решения человеческих задач, превосходя человеческие возможности. Искусственный интеллект с каждым годом чаще используется в жизни людей: для поиска информации, обработки фотографии или поиска ошибок. Современные промышленные предприятия стараются использовать возможности этой технологии для решения своих задач: обработка большой информации, анализ продукта или прогнозирование спроса. В статье мы подробно рассмотрим использование искусственного интеллекта на промышленных предприятиях.

По статистике последних лет, 68 % российских компаний используют искусственный интеллект, он помогает экономить огромные суммы денег, в эту статистику входят и промышленные предприятия. Промышленные производства стремятся использовать совокупность искусственного интеллекта и робототехники для оптимизации своих процессов. Искусственный интеллект значительно повышает эффективность систем планирования на производстве за счет внедрения алгоритмов машинного обучения [1–3].

Основная часть

Искусственный интеллект универсален, и его можно использовать в разных сферах предприятий, далее будут рассмотрены лучшие и выгодные сферы использования.

Прежде всего, рассмотрим прогнозирование спроса на товары. Знать заранее, нужен ли товар кому-либо, это преимущество, ведь можно регулировать производство, тем самым сэкономив деньги и ресурсы. Для достижения этого преимущества некоторые предприятия создавали команды аналитиков, которые опирались на недавние данные и пытались составить прогноз. В настоящее время достаточно использовать искусственный интеллект. Искусственный интеллект может работать с большим объемом данных, благодаря чему он будет опираться на исторические данные и анализировать десятки факторов влияния. Построенный в таком случае прогноз будет более точным, чем прогноз аналитиков [4].

Следующий способ применения – контроль качества. Человеческое зрение не всегда наблюдает дефекты в товаре. Простая усталость или непрофессионализм увеличивает вероятность брака. Компьютерное зрение же не устает и при правильной настройке с помощью искусственного интеллекта с высокой долей вероятности обнаружит дефект. Система Google Cloud Visual Inspection AI, запущенная компанией Google в 2021 г., выявляет дефекты в продукции за 0,3 секунды и снижает количество пропущенных дефектов до 10 %. Использу-

щие этот искусственный интеллект компании сократили расходы на контроль качества и уменьшили количество брака [4, 5].

Еще одна сфера применения – робототехническая автоматизация работы с документами. Несколько лет назад роботы использовались в промышленности только для создания физического товара. Сейчас роботы с помощью искусственного интеллекта могут автоматизировать ведение записей, обработку запросов, выполнение вычислений и т. д., в общем, большую часть работы с документами. В настоящее время можно не тратить человеческое время на обработку документов. Система Robotic Process Automation использует технологии искусственного интеллекта для решения этой задачи [4].

Четвертая область использования – предиктивное обслуживание. Предиктивное обслуживание можно назвать диагностическим процессом, основанным на искусственном интеллекте, который выявляет условие поломки. Реактивное и превентивное техобслуживание снижает количество сбоев или предотвращает их, а предиктивное обслуживание предсказывает сбой компонентов конкретной единицы. Предиктивное обслуживание помогает минимизировать время простоя, что хорошо для промышленных предприятий, ведь у них большая стоимость приостановки производства. Организовать систему предиктивного обслуживания можно с помощью множества датчиков или сканеров. Нидерландская железнодорожная компания Strukton Rail заявила, что предиктивное обслуживание позволило вдвое снизить количество технических сбоев на железнодорожных путях [4].

Новейший способ применения искусственного интеллекта – виртуальная симуляция рабочего процесса. Ранее искусственный интеллект не использовался для виртуальных симуляций, но в настоящее время гигантская компания NVIDIA планирует изменить это. Их новая разработка Omniverse Cloud API, представленная 21 марта 2024 г., использует искусственный интеллект для создания «своего 3D-мира». По сути, это точнейшая симуляция рабочих процессов в виртуальном мире. Можно проверить логистику работы на складе или оптимальную конфигурацию конвейера на промышленном предприятии [6].

В заключение рассмотрим сферу обнаружения и распознавания лиц. Эта практика активно используется сейчас в Китае. С помощью камер и искусственного интеллекта следят за рабочим местом сотрудника, если работник покинул место, то начинается отсчет времени, который потом будет записан в базе данных и использован для пересчета рабочего времени [7]. Обнаружения и распознавания лиц помимо функции контроля еще имеет функцию удобства. В большинстве современных смартфонов есть возможность открывать телефон с помощью биометрических данных, в приложениях банков используют отпечатки пальца для быстрого входа.

Это лучшие примеры использования искусственного интеллекта для промышленных предприятий, но не все. Искусственный интеллект развивается, и в будущем человечество поставит для него новые задачи. Человеку же нужно научиться решать проблемы в применении искусственного интеллекта. Рассмотрим сложности использования искусственного интеллекта:

1. Высокая стоимость. Искусственный интеллект – дорогостоящий инструмент. Для разработки или настройки этих технологий приходится использовать опытных специалистов и тратить большие суммы денег [4].

2. Качество данных. Искусственному интеллекту для работы нужны надежные данные. Использование ненадежных или устаревших данных в некоторых случаях приводит к нежелаемому результату [4].

3. Утечка данных. Нарушение свободной конкуренции приводит к утечкам данных и сложности сохранить конфиденциальность персональных данных [3].

4. Сокращение рабочих мест. В последние годы искусственный интеллект уже заменяет примерно 100–200 тыс. людей. Неизбежная разработка и внедрение искусственного интеллекта на промышленных предприятиях в будущем может обернуться безработицей для человечества [3].

Вывод

Искусственный интеллект появился совсем недавно, но это уже неотъемлемая часть жизни как людей, так и предприятий. Роботы и программы выполняют сложную работу быстрее человека с малой вероятностью ошибки. Вложения больших предприятий и корпораций в искусственный интеллект окупаются, при этом качество работы увеличивается. За искусственным интеллектом стоит будущее всего человечества. В статье рассмотрены способы применения искусственного интеллекта и проблемы в его использовании. В результате исследования были определены и отрицательные моменты, тормозящие развитие и внедрение искусственного интеллекта в производственные процессы, такие как нехватка высококвалифицированных кадров и финансирования проектов в этой сфере.

Список использованных источников и литературы

1. Коробова, А. Е. Цифровая логистика: использование искусственного интеллекта / А. Е. Коробова, Н. Д. Берман // ТОГУ-Старт: фундаментальные и прикладные исследования молодых : материалы регион. науч.-практ. конф., Хабаровск, 11–15 апр. 2023 г. – Хабаровск : Тихоокеанский государственный университет, 2023. – С. 311–316. – EDN WNVYVS.
2. Рязанова, А. А. Исследования и разработки в области искусственного интеллекта: достижения, выводы, перспективы // Вестник современных цифровых технологий. – 2022. – № 13. – С. 38–46. – EDN GUJYBQ
3. Ильина, Н. Ум без зарплаты: 68% компаний в России используют искусственный интеллект / Н. Ильина, М. Колобова // Известия. Россия. – URL: <https://iz.ru/1110451/natalia-ilina-mariia-kolobova/um-bez-zarplaty-68-kompanii-v-rossii-ispolzuiut-iskusstvennyi-intellekt> (дата обращения: 02.04.2024).
4. Пять примеров успешного использования ИИ на производстве // Хабр. Россия. – URL: <https://habr.com/ru/articles/727358/> (дата обращения: 02.04.2024).
5. Visual Inspection AI // Google Cloud. – URL: <https://cloud.google.com/solutions/visual-inspection-ai> (дата обращения: 02.04.2024).
6. NVIDIA GTC 2024: полный обзор представленных технологий. NVIDIA представляет Omniverse Cloud API // AINews. Россия. – URL: <https://ainews.ru/nvidia-announced-at-gtc-2024/#p5> (дата обращения: 02.04.2024).
7. В офисах Китая за сотрудниками следят камеры с ИИ // pikabu. Россия. – URL: https://pikabu.ru/story/v_ofisakh_kitaya_za_sotrudnikami sledyat_kameryi_s_ii_11269751 (дата обращения: 02.04.2024).

D. R. o. Uguzov, Student
V. A. Sidorina, PhD in Pedagogy, Associate Professor
Department of Radio Engineering
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The use of artificial intelligence in industrial enterprises

The article examines how artificial intelligence can be used in industrial enterprises and why every successful enterprise should use this technology in the future. An overview of the most profitable areas of artificial intelligence use, complexity and problems is presented.

Keywords: artificial intelligence, industrial enterprise, overview of the use of artificial intelligence.

С. В. Умбетов, аспирант
С. П. Пронин, доктор технических наук, профессор
Кафедра информационных технологий
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул

Анализ контрастной зависимости цветовых компонентов отраженного света от корродированной поверхности металлического трубопровода

Рассматривается анализ цветовых компонентов на фотометрических данных металлического образца под воздействием агрессивной среды в течение времени. Приводятся результаты рассмотрения зависимости контраста от времени воздействия. Делаются выводы о возможности прогнозирования остаточной толщины стенок металлического трубопровода.

Ключевые слова: трубопровод, коррозия, гистограмма распределения, цветовые компоненты, RGB, фотометрия.

Одной из основных проблем является необходимость регулярной инспекции и обслуживания системы защиты от коррозии металлического трубопровода. Без своевременного обслуживания магистрального трубопровода система может потерять свою эффективность, что приведет к ускоренному процессу износа и выходу из строя раньше расчетного срока эксплуатации.

Еще одной проблемой является сложность обеспечения равномерного и систематического контроля материала магистрального трубопровода по всей протяженности магистрали.

Неравномерное исследование состояния или полный отказ от него в ходе эксплуатации может привести к образованию участков с повышенным коррозионным риском, что также может привести к полному выводу трубопровода из строя.

Одним из основных методов проверки остаточной толщины металлического трубопровода под воздействием коррозии является ультразвуковой контроль. Этот метод позволяет определить толщину стенки трубы путем измерения времени прохождения ультразвуковых волн через материал. При наличии коррозии толщина стенки трубы будет уменьшена, что будет отражаться на результатах измерений.

Другим распространенным методом является магнитно-порошковая дефектоскопия. Этот метод основан на использовании магнитных полей для обнаружения дефектов и коррозии в металлических материалах.

При наличии коррозии магнитные свойства материала могут измениться, что позволяет выявить повреждения с помощью порошка, нанесенного на поверхность.

Одним из самых эффективных методов является рентгеноскопический метод. Данный метод позволяет анализировать структуру металла трубопровода и находить микрповреждения и начальные очаги поражения коррозией. Данный метод является дорогостоящим и может требовать значительных инвестиций. Это является препятствием для малых компаний или организаций, которым не по карману контролировать состояния трубопровода.

Помимо всего прочего, все описанные методы требуют непосредственного досупа к исследуемой трубе, т. е. необходимо проводить извлечение из грунта по всей длине. Данная операция невозможна в условиях плотной городской застройки.

Таким образом, несмотря на широкий спектр методов контроля коррозии металлического трубопровода, существуют существенные проблемы и ограничения, требующие прямого доступа к металлической трубе. Именно по этой причине актуальна разработка метода контроля состояния внутренней поверхности трубопровода без предварительного извлечения из грунта [1, 2].

Для организации эксперимента была подготовлена лабораторная установка с пятью образцами из стали марки Ст3 размером 50×50 мм и толщиной 5 мм.

Помимо этого, был использован контрольный образец, его поверхность коррозии не подвергалась.

Каждый образец металла был обработан в растворе хлорного железа, каждый из них находился в агрессивной среде разное количество времени: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 дней. В конце каждого интервала производилась фотосъемка тест-объекта.

Такая обработка позволила имитировать коррозию металла, вызванную воздействием агрессивных сред на протяжении более продолжительного времени [4].

В данном анализе мы акцентируем внимание на периоде с 25 до 50 дней и рассматриваем только данный участок.

Полученные изображения были обработаны с помощью специализированного программного обеспечения, которое позволило определить степень коррозии каждого из образцов.

Основная трудность в работе с такими изображениями заключается в том, что цвета изображений значительно смещены в сторону минимальных значений, а сами изображения содержат много шума. Метод, который мы используем, принимает входной графический файл как функцию вида $f = I(x, y)$, где x и y – это координаты каждого пикселя изображения.

Значение функции представляется в виде модуля градиента или плотности распределения значений. Чтобы получить максимальный контраст, можно вычислить градиент от исходного изображения [3].

Если не учитывать максимальный градиент на оси, мы можем построить график, на котором будут видны области с разными плотностями (вершины функции) и области с близкими значениями (ровные участки графика) (рис. 1) [5].

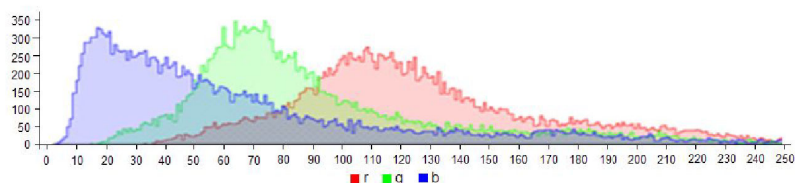


Рис. 1. Гистограммы цветных компонент при коррозии металла 15 дней

Каждый столбец гистограммы можно измерить с помощью медианы. Значения медиан представляют средние интенсивности в столбцах гистограмм.

С возрастанием продолжительности коррозии металлической поверхности меняется пропорция интенсивностей r -, g -, b -составляющих. Их пропорциональность можно описать через понятие контраста [6].

В данном эксперименте определена зависимость изменения контраста медиан от важного фактора – глубины проникновения коррозии в материал тест-объекта в интервале от 0 до 50 дней (рис. 2).

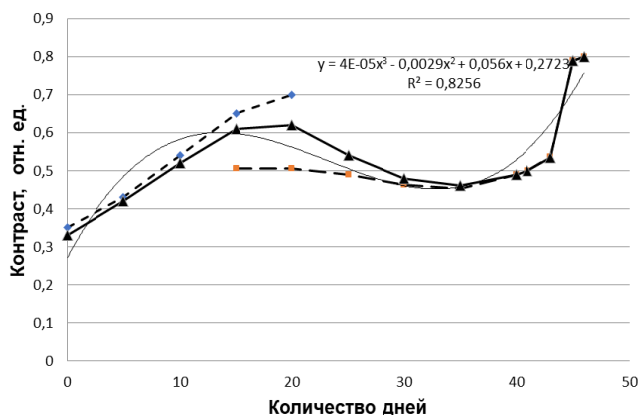


Рис. 2. График зависимости контраста от количества дней в периоде 50 дней

В промежутке между значениями глубины 0 и 0,3 мм график демонстрирует прямую связь с весьма высоким показателем линейной согласованности: $R = \sqrt{0,9984} = 0,999$.

В промежутке от 0,3 до 0,5 мм опытные данные также можно приблизить прямой связью, но уже со слегка меньшей линейной согласованностью: $R = \sqrt{0,9491} = 0,974$.

Из-за уменьшения тангенса угла уклона меняется освещенность поверхности. Уменьшение этого тангенса происходит вследствие уменьшения разницы между медианами при глубине 0,5 мм.

Данное уменьшение контраста на данной глубине может быть объяснено следующим образом. По мере увеличения продолжительности коррозии поверхность темнеет, а значит, отличия между медианами становятся меньше.

В диапазоне графика от 35 дней идет явно увеличение значения контраста до 0,82 отн. ед. Данное увеличение объясняет увеличение количества осадка в водном растворе и выпадения на тест-объект, а также образования больших участков истончения металла (рис. 3).

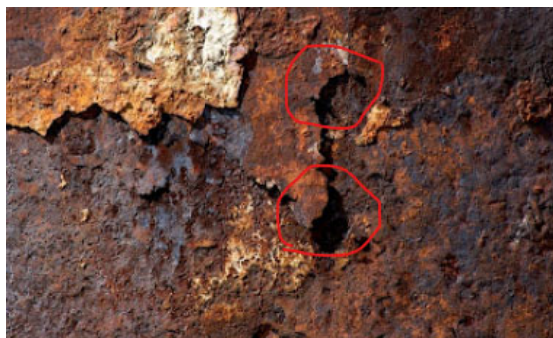


Рис. 3. Тест-объект под воздействием 45 дней

В данной работе представлены лабораторные испытания глубины проникновения коррозии в металлический образец под воздействием на него раствора хлорного железа, основываясь на соотношении цветовых составляющих в цифровой фотографии корродированной поверхности.

В результате проведенных экспериментов установлена зависимость изменения контраста медиан от глубины коррозии металла. Проведен анализ длительного воздействия раствора на тест-объект и изменения контраста во времени. Полученный линейный коэффициент корреляции составляет 0,97.

Таким образом, выполненные исследования показали, что глубина проникновения коррозии в металл может быть оценена по соотношению r -, g -, b -составляющих в цифровом представлении корродированной поверхности. Практическое применение предложенного подхода требует дальнейших исследований.

Список использованных источников и литературы

1. Кирдяев, М. М. Влагозащитные покрытия печатных плат / М. М. Кирдяев, И. И. Кочегаров, В. А. Трусков // НиКа. – 2015. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vлагоzaschitnye-pokrytiya-pечатnyh-plat> (дата обращения: 23.05.2023).
2. Филимонова, В. А. Защита металлов от коррозии / В. А. Филимонова, Ел. О. Харчевникова // Вологодские чтения. – 2009. – № 76. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zaschita-metallov-ot-korrozii> (дата обращения: 23.05.2023).
3. Zhou, Y., Li, Y., Chen, Y., & Zhu, M. (2019). Life model of the electrochemical migration failure of printed circuit boards under NaCl solution. IEEE Transactions on Device and Materials Reliability, 19 (4), 622–629.
4. ГОСТ 9.056–75. Единая система защиты от коррозии и старения. Термины и определения. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/35779/> (дата обращения: 23.05.2023).

5. Тимохова, О. М. Исследования взаимодействия поверхности металла с агрессивной средой в зависимости от технологии обработки / О. М. Тимохова, О. Н. Бурмистрова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2016. № 1-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-vzaimodeystviya-poverhnosti-metalla-s-agressivnoy-sredoy-v-zavisimosti-ot-tehnologii-obrabotki> (дата обращения: 23.05.2023).

6. Умбетов, С. В. Исследование возможности оценки глубины проникновения коррозии в металл по изображению корродированной поверхности / С. В. Умбетов, С. П. Пронин // Оптический журнал. – Санкт-Петербург : Изд-во АО «НПО ГОИ им.С. И. Вавилова». – 2022. – № 1. – С. 63–73.

S. V. Umbetov, Post-graduate
S. P. Pronin, DSc in Engineering, Professor
Department of Information Technology
Altai State Technical University named after I. I. Polzunova, Barnaul

**Analysis of the contrast dependence of color components illuminated by light
from the corroded surface of a metal pipeline**

The analysis of color components on photometric data of a metal sample in time intervals under the influence of an aggressive environment is considered. The results of considering the dependence of contrast on exposure time are presented. A conclusion is made about the possibility of predicting the residual thickness of a metal pipeline.

Keywords: pipeline, corrosion, spectrum distribution histogram, color components, RGB, photometry.

Раздел 3

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 004.056.53

Б. В. Апаков, студент

А. Л. Харитонов, доцент

Кафедра «Информационная безопасность»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Организация защищенного сетевого взаимодействия для безопасного обмена данными

В статье рассматриваются современные технологии, применяемые для защиты информации при ее передаче при сетевом взаимодействии между двумя узлами сети. Приведена реализация защищенного межсетевого взаимодействия. Представлена следующая информационная технология: виртуальная частная сеть (VPN – Virtual Private Network), изложена классификация этой технологии, сферы применения и реализация VPN-соединения.

Ключевые слова: информационные технологии, защищенная передача данных, виртуальная частная сеть (VPN).

Введение

В современном информационном обществе защита доступности, конфиденциальности и целостности данных является приоритетной задачей. С развитием цифровых технологий и распространением интернета возникает все большая потребность в защищенных каналах связи для передачи данных между узлами сети.

Существует множество различных способов, позволяющих защитить данные от злоумышленника при их передаче через сеть. Среди этих способов можно выделить: симметричное и асимметричное шифрование, хэширование, протоколы безопасной передачи данных SSL (Secure Sockets Layer – уровень защищенных сокетов) и TLS (Transport Layer Security – протокол защиты транспортного уровня), использование виртуальной частной сети (VPN – Virtual Private Network) и т. д.

Приведенные выше технологии являются ведущими в сфере обеспечения информационной безопасности и повсеместно используются для защиты информации от злоумышленников. Среди этих технологий особенно выделяется использование VPN. Работы над данным видом защищенной передачи данных начались с 1990-х гг., но получил он широкое применение лишь за последние 10 лет.

Первый прообраз VPN был разработан в 1993 г. командой из Колумбийского университета и компанией AT & T Bell Labs. Эта разработка получила название *swIpe*. Это был протокол шифрования, который предлагал защищенный IP-туннель между мобильным устройством связи и сетью за счет шифрования трафика и проверки целостности данных [1].

В связи с ростом популярности сети Интернет возникла потребность в сложных системах безопасности. Первые VPN появились в начале 2000-х гг., но использовались исключительно компаниями. С помощью VPN можно зашифровать свой IP-адрес и повысить общую безопасность подключения к сети.

VPN – это технология, которая создает зашифрованное соединение между устройством и удаленным сервером. Данная технология позволяет своим пользователям безопасно обмениваться информацией, будучи защищенными от широкого спектра атак злоумышленников, нацеленных на конфиденциальность, целостность и доступность данных пользователей.

Подключение пользователя к *VPN* происходит посредством использования сервера доступа, который подключен как к внутренней, так и к внешней сети. При подключении пользователя сервер требует процесса прохождения им идентификации (присвоение устройству идентификатора) с последующим процессом аутентификации (подтверждением подлинности). После успешного прохождения обоих этапов пользователь наделяется правами для использования виртуальной частной сети.

VPN можно классифицировать по многим параметрам, информация об этом представлена в табл. 1–3 [2].

Таблица 1. Классификация VPN по степени защищенности используемой среды

Название классификации	Классификация
Классификация по степени защищенности используемой среды	<i>Защищенные сети</i> Данный вариант является наиболее распространенным среди виртуальных частных сетей. С его помощью можно создать надежную и защищенную сеть на основе другой, например интернета
	<i>Доверительные сети</i> Данный вариант используется в тех случаях, когда среда, в которой передаются данные, является защищенной и надежной. Проблема безопасности сети становится неактуальной, и нужно создать лишь виртуальную подсеть в рамках уже имеющейся сети

Таблица 2. Классификация VPN по способу реализации

Название классификации	Классификация
Классификация по способу реализации	<i>В виде аппаратно-программного обеспечения.</i> Реализация данного VPN соединения осуществляется при помощи специального комплекса аппаратно-программных средств. Такая реализация обеспечивает высокую производительность и степень защищенности
	<i>В виде программного решения.</i> В данной реализации используется ПК со специальным программным обеспечением, которое обеспечивает функциональность виртуальной частной сети

Таблица 3. Классификация VPN по назначению

Название классификации	Классификация
Классификация по назначению	<i>Intranet VPN.</i> Широко применяется для крупных организаций, используется для объединения в одну защищенную сеть нескольких филиалов организации
	<i>Remote-access VPN.</i> Используется для создания защищенного канала между сегментом корпоративной сети и пользователем, который, работая удаленно, подключается к корпоративным ресурсам со своего устройства
	<i>Extranet VPN.</i> Применяется для каналов различных компаний, к которым подключаются внешние пользователи (клиенты или заказчики). Присутствуют различные рубежи защиты в связи с тем, что уровень доверия к таким пользователям намного ниже, чем к сотрудникам компании

В данной статье рассмотрим реализацию защищенной сети *VPN*-соединения в виде программного решения как безопасного способа передачи данных в сети.

Реализация VPN

Принцип работы виртуальной частной сети будет показан на примере *VPN*-туннеля с использованием трех устройств: двух сетевых узлов пользователей и сервера между ними (далее – стенд) (рис. 1).

Общение между двумя пользователями будет происходить в двухстороннем порядке, каждый из пользователей должен быть доступен для другого. Проверить наличие соединения между пользователями можно будет с помощью команды «*ping*», отправив эту команду с одного пользователя с указанием на конкретный IP-адрес другого пользователя.

Данный *VPN*-туннель будет реализован на базе операционной системы «*AstraLinux CE*» версии 2.12.45 и версией ядра 5.15 с использованием скриптов для командной оболочки Bash [3, 4].

Для упрощения создания стенда будет использоваться программная среда виртуализации «*VirtualBox*» версии 6.1.34 в целях создания виртуальных машин, имитирующих реальные устройства.

Для работы скрипта потребуются утилиты «*NetCat*» версии 6.4, «*tcpdump*» версии 4.99.4 и «*OpenVPN*» версии 2.6.8.

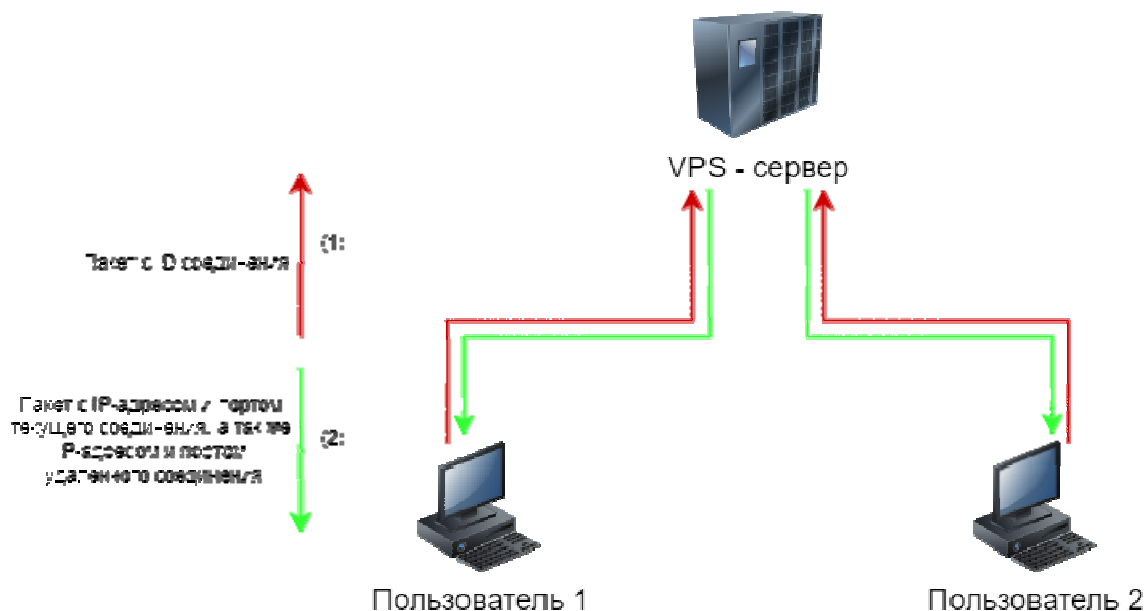


Рис. 1. Схема реализации *VPN*-соединения

В данном случае *VPS*-сервер (*VPS* – *Virtual Privat Server*) выступает в роли соединителя двух пользователей, которые хотят осуществить обмен данными, у каждого пользователя присутствует локальная линия связи с *VPS*-сервером, а также отсутствует прямая связь между двумя пользователями. Пользователи соединяются друг с другом с помощью локального интерфейса с *VPS*-сервером и программного обеспечения «*OpenVPN*».

На рис. 2 показан интерфейс работы скрипта в тот момент, когда первый пользователь начинает подключение к *VPS*-серверу и ожидает, пока произойдет соединение со вторым пользователем. Данный интерфейс запускается с помощью скрипта, написанного с помощью командной оболочки «*bash*».

```
СБ апр 13 11:02:12 MSK 2024 Получение данных с сервера 10.0.0.1:13013
СБ апр 13 11:02:12 MSK 2024 Используется интерфейс eth0 и локальный порт 5
4432
```

Рис. 2. Начальный этап работы скрипта на первом пользователе

Следующим шагом производим запуск сервера, который по локальным адресам устанавливает соединение и передачу трафика между пользователями.

```
root@astral1:/home/astrahos# ./connector2.sh 50432
tcpdump: listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
```

Рис. 3. Работа VPS-сервера

Программное обеспечение «tcpdump» слушает порт, по которому произойдет передача пакета от первого пользователя.

Запускаем скрипт на втором пользователе и ожидаем успешного соединения.

```
СБ апр 13 11:16:10 MSK 2024 Получение данных с сервера 10.0.0.1:13013
СБ апр 13 11:16:10 MSK 2024 Используется интерфейс eth0 и локальный порт 5
9549
```

Рис. 4. Начальный этап работы скрипта на втором пользователе

Далее происходит успешное соединение между двумя пользователями, и они становятся доступны для обмена информацией.

```
СБ апр 13 11:19:27 MSK 2024 Соединение с клиентом установлено успешно
```

Рис. 5. Результат работы скрипта

Проверить работу VPN-соединения можно посредством использования команды «ping». В случае если соединение установлено верно, то данная команда вернет ответ в консоль вида, представленного на рис. 6 и 7.

```
root@Astraclient:/home/astraclient# ping 10.0.0.1
PING 10.0.0.1 (10.0.0.1) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 10.0.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.270 ms
64 bytes from 10.0.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.178 ms
64 bytes from 10.0.0.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.234 ms
64 bytes from 10.0.0.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.187 ms
^C
```

Рис. 6. Проверка соединения первого клиента со вторым

```
root@Astraclient:/home/astraclient# ping 10.0.0.5
PING 10.0.0.5 (10.0.0.5) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.289 ms
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.177 ms
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.429 ms
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.236 ms
^C
```

Рис. 7. Проверка соединения второго клиента с первым

Описание работы скрипта

Исходный код скрипта, который запускается на сервере, представлен на рис. 8.

```
#!/bin/bash
if [[ $1 == '' ]]; then echo -e "Укажите номер порта который нужно слушать"; exit; fi
iface= ip route get 8.8.8.8 | head -n 1 | sed 's/.*dev ||' | awk '{print $1}'
a=0
until (( $a == 500 )); do
packet=`tcpdump -i $iface udp port $1 -vvv -c1 -A`
if [[ "$packet" == *"Ident"* ]]; then
pack=`echo "$packet" | grep -e "udp sum ok" -e "Ident"`
myip=`echo $pack | sed 's/\./ /g' | awk '{print $1"."$2"."$3"."$4}'`
myport=`echo $pack | sed 's/\./ /g' | awk '{print $5}'`
id=`echo $pack | sed 's/.*Ident:||' | awk '{print $1}'`
myname=`echo $pack | sed 's/.*Ident:||' | awk '{print $2}'`
echo "$myip:$myport $myname" > /tmp/vpn2-$id-$myname
echo "MyData $myip:$myport $(cat /tmp/vpn2-$id-* |
grep -v $myname | awk '{print $1}')" | nc $myip $myport -u -p $1 -w 1
cat /tmp/vpn2-$id-*
topoint=`cat /tmp/vpn2-$id-* | grep -v "$myname" | sed 's:/ /g'`
if [[ $topoint != '' ]]; then
ip=`echo $topoint | awk '{print $1}'`
port=`echo $topoint | awk '{print $2}'`
echo "MyData $ip:$port $(cat /tmp/vpn2-$id-* |
grep $myname | awk '{print $1}')" | nc $ip $port -u -p $1 -w 1
fi
fi
done
```

Рис. 8. Код скрипта на сервере

Запуск исполнения скрипта производится командой *«/путь до скрипта/название скрипта_номер порта, который будем слушать»*, после чего осуществляется установление связи между двумя пользователями.

Получая пакет на определенный интерфейс и порт, скрипт читает содержимое пакета, определяет IP-адрес и порт источника и отвечает утилитой *«NetCat»*, возвращая текущие параметры соединения, а также IP-адрес и порт удаленного узла, к которому нужно подключиться. Исходный код скрипта, запускаемый на пользователях, представлен на рис. 9 и 10.

```
if [[ $1 == '' ]]; then echo -e "${WARN}Введите идентификатор соединения ${END} \t
cfg="$DIR/vpn.cfg"
key="$DIR/secret.key"
if [ ! -f "$key" ]; then
echo -e "${WARN}Секретный ключ VPN-соединения не найден${END}"
localport=`shuf -i 20000-65000 -n 1`
name=`uname -n | md5sum | awk '{print $1}'`
ipsrv="10.0.0.1"
portsrv="13070"
```

Рис. 9. Код скрипта на пользователях

Скрипт ожидает введения пользователем идентификатора, которым является уникальное слово, содержащее в себе заглавные и строчные латинские буквы, цифры, а также специальные символы. Данный идентификатор должен быть одинаковым для обоих пользователей.

Далее идет цикл установки соединения с сервером *VPS*, представленный на рис. 10.

```

until [[ $count > 100 ]]; do
until [[ -n "$iftosrv" ]]; do echo "$(date) Определяю сетевой интерфейс";
iftosrv=`ip route get $ipsrv | head -n 1 | sed 's/.*dev ||' | awk '{print $1}'`; sleep 5; done
netcattosrv="nc -u $ipsrv $portsrv -p $localport -w 1" # Команда отправки пакета NC
tcpdumptosrv="tcpdump -i $iftosrv udp and src port
$portsrv and src $ipsrv and dst port $localport -n -c1 -A"
id=`echo $1 | md5sum | awk '{print $1}'`
echo -e "$(date) ${GREEN}Шаг 1 - Получение данных с сервера $ipsrv:$portsrv ${END}"
echo -e "$(date) ${GREEN}Использую интерфейс $iftosrv и локальный порт $localport ${END}"
until [[ -n "$ip" && -n "$port" ]]; do
if [[ -z "$data" ]]; then
sleep 1 && echo "Ident: $id $name" | $netcattosrv > /dev/null &
sleep 4 && pid=`ps xa | grep "$tcpdumptosrv" | grep -v grep | awk '{print $1}'` && if [[ -n $pid ]];
then kill $pid;
echo "$(date) Нет ответа от сервера, пробую еще раз..."; fi &
data=`$tcpdumptosrv`
sleep 2
fi
if [[ -n "$data" ]]; then
#echo "Ответ: $data"
data=`echo "$data" | grep "MyData" | sed 's/.*MyData ||' | sed 's/:/ /g'`
myip=`echo "$data" | awk '{print $1}'`
myport=`echo "$data" | awk '{print $2}'`
ip=`echo "$data" | awk '{print $3}'`
port=`echo "$data" | awk '{print $4}'`
data=""
fi
done

```

Рис. 10. Код скрипта на пользователях

Скрипт определяет сетевой интерфейс, по которому пользователь подключен к *VPS*-серверу, и отправляет на него идентификатор соединения. Идентификатор соединения представляет собой любую уникальную фразу, содержащую в себе строчные или заглавные латинские буквы.

Далее скрипт производит генерацию внутреннего *IP* внутри *VPN*-соединения.

```

iftopeer=`ip route get "$ip" | head -n 1 | sed 's/.*dev ||' | awk '{print $1}'`
m=0
t=0
connect=0
until (( $connect >= 10 )); do
if [ -z "$oktet" ]; then
oktet=`shuf -i 0-254 -n 1`
echo "oktet=$oktet" >> $cfg
fi
netcattopeer="nc -u $ip $port -p $localport -w 1"
tcpdumtopeer="tcpdump -i $iftopeer udp and port $localport and src "$ip" -n -c1 -A"
until (( $m >= 10 )); do
for w in {1..3}; do
for pidinc in `ps xa | grep "$netcattopeer" | grep -v grep | awk '{print $1}'`;
do kill $pidinc; done;
sleep 1
for pidnc in `ps xa | grep "$netcattopeer" | grep -v grep | awk '{print $1}'`;
do kill $pidnc; done
done &
sleep 4 && pid=`ps xa | grep "$tcpdumtopeer" | grep -v grep | awk '{print $1}'` &&
sleep 10 && if [[ -n $pid ]]; then kill $pid; fi &
peer=`$tcpdumtopeer`
if [[ -n $peer ]]; then
newport=`echo "$peer" | grep " IP " | sed 's/.* $ip.||' | awk '{print $1}'`
if (( $newport != $port )); then
port=$newport;
netcattopeer="nc -u $ip $port -p $localport -w 1"
fi
mm=`echo "$peer" | grep "445Hi: " | sed 's/.*445Hi: ||' | awk '{print $1}'`
if (( $m <= $mm )); then
m=$(( $mm + 1 ));
fi
text=`echo "$peer" | grep "445Hi: " | sed 's/.*445Hi: ||' | awk '{print $2}'`
else

```

Рис. 11. Код скрипта на пользователях


```
done &
sleep 4 && pid=`ps xa | grep "$tcpdumtopeer" | grep -v grep | awk '{print $1}'` &&
sleep 10 && if [[ -n $pid ]]; then kill $pid; fi &
peer=`$tcpdumtopeer`
if [[ -n $peer ]]; then
newport=`echo "$peer" | grep " IP " | sed "s/.* $ip.//" | awk '{print $1}'`
if (( $newport != $port )); then
port=$newport;
netcattopeer="nc -u $ip $port -p $localport -w 1"
fi
mm=`echo "$peer" | grep "445Hi: " | sed 's/.*445Hi: //' | awk '{print $1}'`
if (( $m <= $mm )); then
m=$(( $mm + 1 ));
fi
text=`echo "$peer" | grep "445Hi: " | sed 's/.*445Hi: //' | awk '{print $2}'`
else
(( t++ ))
if (( $t > 5 )); then m=10; connect=1012; ip=''; port=''; fi
fi
done
```

Рис. 12. Код скрипта на пользователях

Создается переменная *m*, которая генерирует в себе 10 случайных чисел от 0 до 254 для определения случайного внутреннего IP-адреса. Эти данные передаются на VPS-сервер. Таким же образом принимаются данные с VPS-сервера о другом пользователе.

```
m=12
for w in {1..9}; do
for pid2nc in `ps xa | grep "$netcattopeer" | grep -v grep | awk '{print $1}'`;do kill $pid2nc; done;
echo "445Hi: $m $oktet" | $netcattopeer > /dev/null; sleep 0.5;
done
for pidnc in `ps xa | grep "$netcattopeer" | grep -v grep | awk '{print $1}'`; do
kill $pidnc;
done
rpfilter=`cat /proc/sys/net/ipv4/conf/all/rp_filter`
if [[ $rpfilter == 1 ]]; then
sysctl -w net.ipv4.conf.all.rp_filter=1
fi
echo -e "$(date) ${GREEN} Соединение с клиентом установлено успешно ${END}"
$(which lsmod) | grep tun || $(which modprobe) tun
openvpn --remote $ip --rport $port --lport $localport \
--proto udp --dev tap --float --auth-nocache --verb 3 --mute 20 \
--ifconfig "$ipaddress" 255.255.255.252 \
--secret "$DIR/secret.key" \
--auth SHA256 --cipher AES-256-CBC \
--ncp-disable --ping 10 --ping-exit 40 \
--comp-lzo yes
echo -e "$(date) ${RED} Соединение прервано... ${END}"
m=0
t=0
(( connect++ ));
fi
done
done
```

Рис. 13. Код скрипта на пользователях

Следующим шагом производится запуск утилиты «OpenVPN», в которую передается локальный порт узла, IP-адрес и порт удаленного узла, а также сгенерированный внутренний IP-адрес VPN-соединения.

Скрипт переходит в ожидание успешного соединения со вторым пользователем.

В случае разрыва соединения происходит обработка исключения, которое завершает работу программы.

Вывод

VPN создает защищенный туннель между вашим устройством и удаленным сервером, шифруя весь передаваемый через него трафик. Данная технология является очень эффектив-

ной и широко применяется в крупных организациях с целью использования и построения распределенных сетей в случае, например, когда филиалы компании распределены территориально.

Также данная технология широко используется в уже существующих, современных сертифицированных решениях в области информационной безопасности.

Альтернативой использования *VPN* может являться полная изоляция сети от внешнего и внутреннего воздействия, шифрование трафика внутри этой сети и последующая передача трафика из одной сети в другую. Далее нужно будет произвести передачу этих данных в изолированную сеть, произвести обратные действия с зашифрованными данными и только потом получить переданную информацию. Данный способ является сложным в использовании, достаточно дорогостоящим в реализации и создает дополнительные уязвимые места в системе. Именно поэтому *VPN* является оптимальным решением для защищенной передачи информации в сети.

Список использованных источников и литературы

1. How VPNs Have Shaped the Internet Over the Years // Make Use Of. – URL: <https://www.makeuseof.com/how-vpns-shaped-internet> (дата обращения: 10.04.2024).
2. Классификация VPN // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/VPN> (дата обращения: 10.04.2024).
3. Bash // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Bash> (дата обращения: 10.04.2024).
4. Основы Bash: Сообщество IT-специалистов // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/articles/47163/> (дата обращения 10.04.2024).

B. V. Apakov, Student
A. L. Kharitonov, Associate Professor
Department of Information Security
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Organization of secure network interaction for secure data exchange

The article discusses modern technologies used to protect information during its transmission during network interaction between two network nodes. Also, the implementation of secure internetworking is given. The article presents the following information technology: virtual private network (VPN - Virtual Private Network), outlines the classification of this technology, scope of application and the implementation of a VPN connection.

Keywords: information technology, secure data transfer, virtual private network (VPN).

М. Н. Ахметов, студент
С. Ж. Козлова, кандидат педагогических наук, доцент
Кафедра «Информационная безопасность»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Типовые объекты информационной безопасности в учреждениях дополнительного образования

Рассматривается анализ типовых объектов информационной безопасности в учреждениях дополнительного образования. За основу анализа взята доктрина информационной безопасности Российской Федерации. Выделены основные проблемы при защите данных объектов, а также проанализированы их уязвимости. Статья имеет практическое значение для руководителей и сотрудников учреждений дополнительного образования, заинтересованных в обеспечении безопасности персональных данных и конфиденциальной информации.

Ключевые слова: персональные данные, конфиденциальные данные, доктрина информационной безопасности, уязвимости, объекты информационной безопасности.

Инфраструктура современного учреждения дополнительного образования отличается резким увеличением объемов хранимой и обрабатываемой информации различной природы. Увеличивается число доступных технологий, в особенности передачи и хранения данных. Бизнес-процессы требуют возможности обмена данными не только между автоматизированными системами организации, но и внешними, в том числе и государственными, а также использования систем межведомственного взаимодействия.

Все это обуславливает актуальность выработки мер по совершенствованию системы обеспечения информационной безопасности учреждений дополнительного образования [1]. Для этого необходимо выполнить ряд последовательных этапов, начиная с анализа предметной области для выявления объектов информационной безопасности и их уязвимостей. При этом важно понимать, что организационно-правовые, экономические условия не могут быть однозначными для всех организаций.

В данной статье произведен анализ инфраструктуры типового бюджетного образовательного учреждения дополнительного образования (далее – Учреждение) с целью выявления уязвимостей типовых объектов информационной безопасности.

Характерной особенностью Учреждения является сбор и хранение значительных массивов конфиденциальной информации, но в особой мере персональных данных (ПДн) разных категорий граждан, что влечет за собой множество угроз, с которыми не способны справиться учреждения без применения государственного регулирования. В соответствии с Федеральным законом № 152-ФЗ «О персональных данных» все организации обязаны обеспечить безопасность обрабатываемых персональных данных, причем реализовать меры защиты, соответствующие категории защищаемой информации и уровню защищенности информационных систем персональных данных [2].

На пути к комплексной защите конфиденциальной информации в учреждениях дополнительного образования встает ряд проблем:

- недостаточное финансирование ограничивает приобретение специализированного оборудования и оснащение помещений, необходимых для эффективной защиты персональных данных;
- жесткие императивные требования к системам защиты персональных данных создают сложности для учреждения в обеспечении соответствия законодательству;

- обработка персональных данных на бумажных носителях может привести к непреднамеренной потере персональных данных вследствие человеческого фактора, облегчению передачи конфиденциальной информации третьим лицам, не имеющим права доступа к ней, а также значительным временным издержкам, связанным с поиском нужной информации;
- недостаточный уровень защиты помещения, где хранится конфиденциальная информация, может привести к ее потере;
- высокие требования к ответственности операторов за неправомерную обработку данных требуют от учреждения дополнительного обучения и инструктажа персонала для минимизации рисков привлечения к ответственности.

Выявленные проблемы позволяют сформулировать ряд задач для защиты конфиденциальной информации в учреждениях дополнительного образования:

- исследовать структурную схему управления Учреждения;
- проанализировать существующие правовые нормы и требования к защите конфиденциальной информации в образовательных учреждениях;
- выделить перечень информационных систем, участвующих в обороте конфиденциальных данных;
- проанализировать текущий уровень защищенности конфиденциальных данных, обрабатываемых в учреждении;
- разработать модель нарушителя и угроз учреждения;
- разработать требования для защиты персональных данных в организации;
- разработать пакет организационно-правовой документации по защите персональных данных в учреждении;
- проанализировать эффективность организационных мер, внедренных в организацию.

Для анализа типовых объектов информационной безопасности было выбрано среднестатистическое учреждение дополнительного образования с классической системой управления, представленной на рисунке.



Рис. 1. Организационная структура учреждения дополнительного образования

В ходе исследования выявлено, что в Учреждении конфиденциальная информация обрабатывается по смешанному типу.

Существенный объем данных хранится на бумажных носителях, а также в виде электронных документов, хранимых на съемном флеш-накопителе.

Кроме того, Учреждение имеет доступ к государственным информационным системам (ГИС), к модулям 1С: Предприятие 8.3. Все системы предназначены для работы с конфиденциальной информацией, в том числе персональными данными (ПДн). Доступ специалистов осуществляется только на уровне клиентского приложения.

Все бумажные носители, электронные документы и файлы, хранящиеся на съемном флеш-накопителе, в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.07.2006 №152-ФЗ «О персональных данных», Положения о защите персональных данных в образовательных организациях (утв. Приказом Минобрнауки России от 30.12.2013 г. № 1526), Федерального

закона от 27.07.2006 №149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (ред. от 03.07.2016 г.) располагаются в сейфе в кабинете директора учреждения в том случае, когда работа с ними завершена.

Доступ к конфиденциальным данным, не требующий подтверждения и не подлежащий ограничению, имеют:

- директор Учреждения, а также заместители директора;
- ответственный работник по делопроизводству Учреждения.

Доступ к конфиденциальным данным Учреждения для иных лиц может быть разрешен только отдельным распоряжением руководителя, за исключением конфиденциальных данных, хранящихся в государственных информационных системах.

В соответствии с доктриной информационной безопасности Российской Федерации под основными объектами защиты при обеспечении информационной безопасности понимаются [3]:

- все виды информационных ресурсов, т. е. любая информация, зафиксированная на материальном носителе с реквизитами, позволяющими ее идентифицировать;
- права граждан, юридических лиц и государства на получение, распространение и использование информации;
- система формирования, распространения и использования информации (информационные системы и технологии, библиотеки, архивы, персонал, нормативные документы и т. д.);
- система формирования общественного сознания (СМИ, социальные институты и т. д.).

В ходе анализа типовых объектов информационной безопасности среднестатистического учреждения дополнительного образования, опираясь на доктрину информационной безопасности Российской Федерации, были выделены следующие объекты:

- бумажные носители, содержащие сведения, относящиеся к персональным данным;
- электронные документы, содержащие ПДн и иную конфиденциальную информацию;
- автоматизированные места пользователей;
- персонал;
- помещения, где производится обработка и хранение персональных данных.

Каждый из этих объектов может быть подвержен различным угрозам и рискам, которые могут причинить вред здоровью и развитию обучающихся, а также нанести ущерб конфиденциальным сведениям для ПДн сотрудника, ПДн учащегося и его законных представителей, служебной, профессиональной и коммерческой тайне. В свою очередь, угрозы возникают из-за возможных уязвимостей объектов информационной безопасности. В ходе анализа объектов защиты были выделены следующие уязвимости:

1. Отсутствие обучения персонала вопросам защиты конфиденциальных данных.

Так, в Учреждении присутствуют 5 должностных лиц, имеющих право обрабатывать конфиденциальные данные. У данных сотрудников отсутствует обучение и понимание основных принципов защиты конфиденциальных данных, что может привести к непреднамеренным нарушениям, утечкам информации или другим инцидентам безопасности.

2. Слабая парольная защита. Согласно разработанной политике информационной безопасности Учреждение должно соблюдать парольную защиту. Пароли меняются раз в полгода, но не всегда. Чаще всего пароли состоят только из символов латинского алфавита или цифровых символов. Большинство персональных компьютеров имеют простейшие пароли, например, «123», «QWERTY» и т.д. Рекомендации по использованию сложных паролей в учреждении никто не использует.

3. Устаревшее программное обеспечение. Все пользователи учреждения используют в качестве ОС Windows версии 10 или 11 вместе с ПК MS Office 2007, разработчики которых в свою очередь в связи с последними событиями прекратили поддержку российских пользователей. Это негативно отражается на безопасности программного обеспечения, что на руку злоумышленникам.

4. Несанкционированный доступ пользователей в помещения, где происходит обработка и хранение конфиденциальных данных. Обработка персональных данных производится в двух кабинетах (кабинет директора, кабинет заместителей директоров и ответственного за делопроизводство). В отсутствие сотрудников в кабинете дверь не закрывается или ключ вставлен в замочную скважину.

5. Неграмотное хранение персональных данных. Все конфиденциальные данные хранятся в бумажном виде в сейфе или в электронном виде в автоматизированных информационных системах. При этом сотрудниками Учреждения допускается ряд нарушений: оставляются на рабочем столе документы, содержащие конфиденциальные данные, открытые веб-интерфейсы для доступа в ГИС и приложения для работы с прочими информационными системами.

6. Неправомерное использование конфиденциальных данных легитимными пользователями. При обработке конфиденциальных данных легитимные пользователи могут непреднамеренно или преднамеренно удалить, заблокировать, модифицировать или разгласить конфиденциальные данные.

7. Недостаточный контроль доступа к данным. Часть систем требует подписание документов с использованием электронно-цифровой подписи директора. Для недопущения просрочки подписания документов данной подписью может воспользоваться сотрудник, не наделенный определенными правами.

8. Отсутствие безопасного межсетевого взаимодействия. В Учреждении не применяются технологии межсетевого экранирования и мониторинга сети. Все данные в ГИС передаются по сетям общего пользования.

9. Неточная или неполная обработка данных. При зачислении обучающихся на определенный курс дополнительного образования законным представителям учащегося необходимо предоставить ряд персональных данных для занесения информации в ГИС. В заявлениях или прочих документах может быть представлена информация в неполном виде, например, отсутствует дата рождения или отчество обучающегося, либо содержащая ошибку.

10. Хранение данных сверх необходимых периодов. Анализ АРМов показал наличие у пользователей документов, содержащих конфиденциальные данные свыше срока ограниченного периода времени хранения, установленного в рамках положения по обработке персональных данных данного учреждения.

Уязвимости типовых объектов информационной безопасности Учреждения представлены в таблице.

Уязвимости типовых объектов информационной безопасности

Уязвимость	Объект защиты
Отсутствие обучения персонала вопросам защиты ПДн	Персонал
Слабая парольная защита	АРМы пользователей, эл. документы
Устаревание ПО	АРМы пользователей
НСД в помещение обработки ПДн	Помещения
Неграмотное хранение ПДн	Бумажные носители, эл. документы, персонал
Неправомерное использование ПДн легитимными пользователями	Персонал, бумажные носители, эл. документы
Недостаточный контроль и разрешения доступа к ПДн	Персонал, АРМы пользователей, эл. документы
Отсутствие безопасного межсетевого взаимодействия	Эл. документы, АРМы пользователей
Неточная или неполная обработка данных	Персонал, бумажные носители, эл. документы
Хранение данных сверх необходимых периодов	Персонал, эл. документы, бумажные носители, АРМы пользователей

Таким образом, в Учреждении выявлен ряд типовых уязвимостей, контроль которых является критически важным аспектом обеспечения безопасности информационных систем и предотвращения потенциальных угроз.

В дальнейшем планируется выполнить анализ типовых угроз и нарушителей Учреждения, актуализацию политики безопасности и разработать инструкции для ответственных лиц по обработке конфиденциальной информации.

Список использованных источников и литературы

1. Козлов, О. А. Информационная безопасность как условие деятельности образовательных организаций / О. А. Козлов, Л. А. Гузикова // Вопросы методики преподавания в вузе. – 2017. – Т. 6, № 22. – С. 43–50. – DOI: 10.18720/HUM/ISSN 2227-8591.22.6

2. Трофимова, И. А. Обработка и хранение персональных данных // Делопроизводство. – 2015. – № 3. – С. 107–110.

3. Основы информационной безопасности : учеб. пособие для вузов / Е. Б. Белов, В. П. Лось, Р. В. Мещеряков, А. А. Шелупанов. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2006. – 544 с.

M. N. Akhmetov, Student
S. Z. Kozlova, PhD in Pedagogical, Associate Professor
Department of Information Security
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Typical information security objects in instititons of farther education

The analysis of typical information security objects in institutions of additional education is considered. The analysis was based on the information security doctrine of the Russian Federation. The main problems in protecting these objects were identified, and their vulnerabilities were analyzed. The article is of practical importance for managers and employees of additional education institutions interested in ensuring the security of personal data and confidential information.

Keywords: personal Information, confidential data, information security doctrine, vulnerabilities, information security objects.

А. П. Ашихмин, студент
А. К. Галиуллин, студент
В. С. Кривоногов, студент

Д. В. Ардашев, кандидат технических наук, доцент

Кафедра «Информационная безопасность»

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

Комплексное применение систем виртуализации, виртуальных частных сетей, межсетевых экранов и анализаторов трафика для обеспечения безопасности информационных систем

В статье рассматривается обобщенная архитектура информационных систем, возможные актуальные для нее угрозы, а также практическое комплексное применение систем виртуализации, технологий удаленного доступа и систем фильтрации и анализа трафика, позволяющее свести к минимуму риски информационной безопасности.

Ключевые слова: безопасность, обеспечение, информация, система, гипервизор, виртуальная частная сеть, виртуализация, анализатор, трафик, мониторинг, трехуровневая архитектура, угрозы.

В современном мире информация играет решающую роль в развитии бизнеса, науки и общества в целом. Информационные системы стали ключевым элементом инфраструктуры, отвечающим за хранение, обработку и передачу данных. Однако такая централизация данных делает их уязвимыми перед различными видами угроз, такими как: кибератаки, сбои в работе оборудования, наличие ошибок в работе персонала (человеческий фактор) и т. п.

Обеспечение безопасности информационных систем является одной из ключевых задач для организаций, предприятий и частных лиц. Комплексное применение систем виртуализации, виртуальных частных сетей (далее по тексту – *VPN*) и анализаторов сетевого трафика может стать эффективным решением этой задачи.

Обобщенная структура информационных систем

Обобщенная архитектура информационных систем представляет собой структуру, которая описывает основные компоненты и взаимодействия между ними в информационных системах (далее по тексту – ИС). Архитектура информационных систем определяет общую структуру системы, а также разделение на слои, модули и подсистемы [1]. В качестве примера можно рассмотреть трехуровневую архитектуру информационной системы.

Трехуровневая архитектура ИС – это современный подход к проектированию и разработке ИС, который разделяет систему на три основных уровня:

1. Уровень представления. Этот уровень представляет информацию пользователю. Он отвечает за обработку пользовательского ввода и отображение результатов. Примеры компонентов уровня представления включают пользовательские интерфейсы, веб-страницы и мобильные приложения.

2. Уровень приложения. На этом уровне выполняется обработка данных. Здесь определяются правила и алгоритмы, которые управляют поведением ИС.

3. Уровень данных. Этот уровень обеспечивает доступ к данным и их хранение в ИС. Он взаимодействует с базами данных, реляционными или NoSQL, через различные технологии, такие как JDBC, ODBC или другие API-интерфейсы.

Название данных уровней в разных источниках может различаться. Пример трехуровневой архитектуры информационной системы представлен на рис. 1.

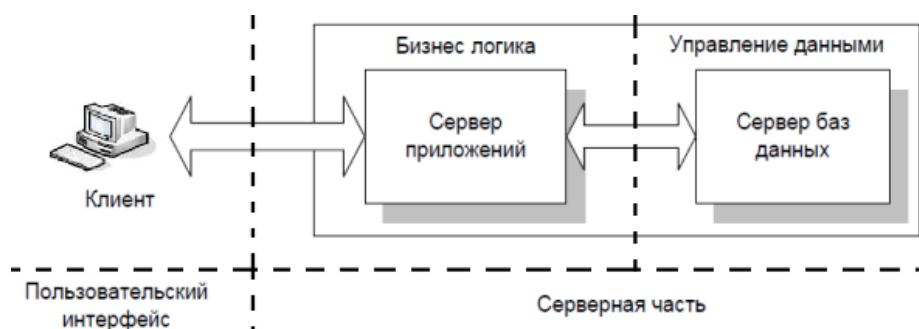


Рис. 1. Трехуровневая архитектура информационной системы

Главным преимуществом использования 3-уровневой архитектуры является улучшенная масштабируемость и производительность ИС [2].

Используя возможности масштабируемости ИС, необходимо помнить о необходимости сохранения высокого уровня безопасности ИС.

Для того чтобы повысить уровень безопасности ИС, необходимо оценить все возможные угрозы информационной безопасности. Таким образом, можно будет принимать решения по улучшению системы безопасности ИС и быть готовым, в случае реализации злоумышленниками угрозы, применить меры по ее устранению. Можно отметить, что особенно актуальными являются угрозы ИС, исходящие из сети Интернет.

Угрозы безопасности информационных систем

Наиболее распространенными угрозами информационной безопасности в сети Интернет являются [3]:

- 1) блокирование ресурса (DDoS-атаки);
- 2) внедрение вредоносного кода;
- 3) утечка данных;
- 4) СПАМ, «сетевые черви» и фишинг;
- 5) замена субъекта доступа;
- 6) компрометация веб-сервиса.

Эффективно реализованная система сетевой защиты поможет избежать кражи, блокирования и искажения данных. Основной способ защиты информации от сетевых воздействий – это грамотная настройка серверного и сетевого оборудования, а также сопутствующего программного обеспечения. Это даст возможность защититься от угроз, реализуемых через различные сетевые атаки, за счет купирования каналов распространения деструктивных воздействий.

Одними из основных инструментов обеспечения безопасности ИС в сети, поддерживающие возможность масштабирования, являются: системы виртуализации, межсетевые экраны, виртуальные частные сети, системы анализа сетевого трафика.

Системы виртуализации

Виртуализация – это построение вычислительной среды, в которой на базе одних и тех же аппаратных ресурсов работает множество изолированных друг от друга виртуальных машин (далее по тексту – ВМ). Системы виртуализации, называемые гипервизорами, обеспечивают эффективное использование аппаратных ресурсов, повышают безопасность и упрощают управление инфраструктурой [4].

Системы виртуализации являются инструментом, используемым для построения современной ИТ-инфраструктуры. Они обеспечивают эффективное использование аппаратных ресурсов, повышают безопасность и упрощают управление ИТ-инфраструктурой.

Рассмотрим основные принципы виртуализации [5]:

1. Изоляция ресурсов. Виртуализация разделяет аппаратные ресурсы компьютера или сервера, на котором установлен гипервизор, между ВМ, что позволяет каждой из них работать независимо друг от друга и предотвращает их взаимное влияние.

2. Эффективное использование ресурсов. Виртуализация позволяет более эффективно использовать вычислительные мощности серверного оборудования, так как один физический сервер может работать с несколькими ВМ, вместо приобретения нескольких физических серверов.

3. Упрощение управления и масштабируемость. Виртуализация облегчает управление ресурсами, потому что позволяет создавать, запускать, останавливать и масштабировать ВМ гораздо проще, чем физические серверы.

4. Безопасность и изоляция данных. Так как каждая ВМ функционирует отдельно, виртуализация повышает безопасность и защищает данные за счет предотвращения взаимодействия между различными ВМ.

5. Управление нагрузкой. Гипервизоры могут автоматически распределять нагрузку между различными ВМ в зависимости от текущих потребностей. Это позволяет равномерно использовать ресурсы, избегать перегрузок и оптимизировать производительность системы в целом.

6. Отказоустойчивость и резервирование. Виртуализация предоставляет инструменты для создания резервных копий ВМ и механизмы их восстановления, что повышает общий уровень отказоустойчивости ИТ-инфраструктуры. При необходимости можно быстро восстановить виртуальные окружения из резервных копий.

7. Возможность создавать шаблоны ВМ. Администратор может создавать и управлять так называемым «золотым образом» (эталонная копия образа операционной системы для ВМ), который устанавливается на ВМ, в которых работают пользователи. Такой подход обеспечивает централизованное управление настройками пользовательских устройств для гарантированного выполнения требований, установленных политикой безопасности.

8. Обработка инцидентов. Виртуализация сервера может привести к лучшей обработке инцидентов, т. к. сервер можно вернуть к предыдущему состоянию, чтобы проанализировать, что происходило с ним до и во время атаки.

Схема устройства технологии виртуализации представлена на рис. 2.



Рис. 2. Схема устройства технологии виртуализации

Межсетевые экраны

Межсетевой экран (далее по тексту – МЭ) – это элемент ИТ-инфраструктуры, который контролирует входящий и исходящий трафик, проверяет пакеты данных на соответствие установленным правилам и фильтрам, а также блокирует нежелательные соединения. МЭ является неотъемлемой частью комплексной системы обеспечения безопасности ИТ-инфраструктуры, и его правильное использование и настройка могут существенно повысить уровень защиты информационных ресурсов.

Сетевой МЭ на уровне гипервизора – это функция гипервизора, которая обеспечивает логическую изоляцию ВМ друг от друга и защиту ВМ при работе с внешними, по отношению

к гипервизору, сетями. Межсетевые экраны играют важную роль в защите виртуальных сред. Они позволяют осуществлять сегментирование сетей ВМ, контролировать передачу данных между ВМ и физическими устройствами, а также обеспечивать прочую фильтрацию трафика [6].

Возможности МЭ включают [7]:

1. Фильтрацию и контроль трафика: МЭ проверяют входящий и исходящий трафик, разрешая или блокируя его в соответствии с заданными правилами, определяемыми политикой безопасности.

2. Аутентификацию пользователей: МЭ проверяют данные пользователей, на основе которых контролируют доступ пользователей к ресурсам сети.

3. Шифрование и контроль целостности данных: МЭ могут использовать криптографические методы для защиты передаваемых данных от перехвата и манипуляций, связанных с модификацией или подменой передаваемых данных (применение технологии виртуальных частных сетей).

4. Защита от распространенных угроз: программные межсетевые экраны могут противостоять различным видам атак, например, таким как DDoS-атаки.

5. Гибкость настройки и управления: программные межсетевые экраны позволяют настраивать правила и политики безопасности в соответствии с потребностями владельца сети и легко управлять ими.

Виртуальные частные сети

Виртуальные частные сети (Virtual Private Network, далее по тексту – VPN) используются для обеспечения удаленного защищенного доступа к сети. VPN обеспечивает конфиденциальную передачу данных. VPN защищает информацию во время ее передачи через общедоступную сеть. Если злоумышленники каким-то образом перехватят данные, то не смогут их расшифровать и использовать в своих целях.

Различные реализации технологии VPN имеют различные характеристики. Среди характеристик VPN, например, можно выделить следующие:

- 1) возможность работы на определенном уровне сетевого протокола (канальные, сетевые, сеансовые);

- 2) возможность шифрования и обеспечения целостности трафика;

- 3) возможность обеспечения аутентификации сторон обмена трафиком;

- 4) возможность инкапсуляции различных протоколов внутри защищенного соединения;

- 5) возможность одновременной поддержки одного или нескольких защищенных соединений.

Выбор реализации технологии VPN, которую целесообразно внедрить в защищаемую ИТ-инфраструктуру, осуществляется исходя из требований, которые должны определяться политикой безопасности.

Для аутентификации пользователей в VPN, как правило, используются не пароли, а сертификаты, с помощью которых производится аутентификация пользователей. Следовательно, инфраструктура открытых ключей (далее по тексту – PKI) является базовым механизмом обеспечения безопасности в VPN [8].

В основе PKI лежит асимметричная криптография, которая использует сертификаты открытых ключей, центры сертификации и механизмы управления ими для осуществления аутентификации и шифрования данных, передаваемых по защищенным VPN-соединениям.

Основная цель PKI – это обеспечение доверительных отношений между участниками информационного обмена, строящихся таким образом, что каждый участник может однозначно доверять другому участнику, не имея никакой предварительной информации о нем. Основой PKI является центр сертификации (далее по тексту – CA), который осуществляет управление сертификатами.

При создании CA генерируется пара из открытого и закрытого ключей. Открытый ключ, вместе с другой информацией о CA, содержится в корневом сертификате CA, который

должен быть доступен всем участникам информационного обмена, т. к. именно он составляет основу доверия сторон друг к другу.

Закрытый ключ центра сертификации используется для выпуска сертификатов участников информационного обмена и должен быть конфиденциальным, храниться в надежном месте, а также никогда не покидать пределы СА. Компрометация закрытого ключа приведет к разрушению области доверия, т. к. в данном случае нельзя утверждать, что предъявленный сертификат участника информационного обмена выпущен СА, а не злоумышленником, владевшим закрытым ключом СА.

На случай утраты доверия к сертификату в PKI предусмотрена возможность отзыва скомпрометированных сертификатов. Для этого СА формирует список отозванных сертификатов (CRL). Такой список содержит информацию об уникальных серийных номерах отозванных сертификатов, названии СА, дате отзыва и публикуется на заранее известном узле в сети, где любой участник информационного обмена может проверить предъявленный ему сертификат на предмет отзыва.

Управление инфраструктурой открытых ключей осуществляется с помощью различных утилит, многие из которых являются открытым программным обеспечением, что делает PKI удобным и широко распространенным инструментом для защиты данных, в том числе в технологиях VPN.

Системы анализа сетевого трафика

Системы анализа сетевого трафика (далее по тексту – NTA) используются для перехвата информационных потоков и выявления признаков сложных сетевых атак, например, АРТ-атак (целенаправленных атак) [9]. NTA позволяют проводить ретроспективный анализ сетевых событий, обнаруживать и расследовать действия злоумышленников в ИТ-инфраструктуре, а также оперативно реагировать на возникающие угрозы. NTA являются эффективным дополнением к системам обнаружения и реагирования на угрозы (EDR – Endpoint Detection and Response) и могут использоваться как источник информации для центров мониторинга и оперативного реагирования на инциденты информационной безопасности (SOC).

Решения NTA отслеживают трафик и взаимодействие между узлами сети, применяя методы поведенческого анализа и машинного обучения, что обеспечивает быстроту обнаружения, анализа и нейтрализации скрытых угроз.

Основные функции NTA:

- 1) анализ трафика как по периметру сети, так и внутри ИТ-инфраструктуры;
- 2) выявление атак с помощью комбинации различных технологий обнаружения;
- 3) помощь в расследовании инцидентов.

Наиболее эффективные и современные NTA обладают следующими ключевыми характеристиками [10]:

- 1) широкое покрытие – могут контролировать и анализировать широкий спектр сетевых коммуникаций;
- 2) анализ зашифрованного трафика – позволяют специалистам по безопасности расшифровывать сетевой трафик, анализируя всю полезную нагрузку и выявляя угрозы;
- 3) отслеживание объектов – используя алгоритмы машинного обучения, предоставляют возможность определять все объекты в сети, отслеживать их поведение и взаимодействия, выявлять закономерности и причинно-следственные связи.

На базе NTA строятся системы обнаружения вторжений. Такие системы используются для мониторинга сетевой активности и позволяют обнаруживать различные аномалии функционирования сети и признаки вторжения, а также генерировать отчеты о событиях безопасности.

Применение технологий обеспечения безопасности

1. Защита от DDoS-атак

DDoS-атака (Distributed Denial of Service) – это попытка злоумышленников загрузить сервер таким большим количеством запросов, что он перестает отвечать на запросы. DDoS-атаки могут быть направлены на государственные учреждения, банки, частные компании и даже на малый и средний бизнес. Атаки бывают двух видов: на инфраструктуру (сети, маршрутизаторы, потоки данных) и на уровень приложения (представление данных и работа пользовательской части приложения).

Схема реализации DDoS-атаки представлена на рис. 3.

Схема DDoS-атаки



Рис. 3. Реализация DDoS-атаки

Злоумышленники используют автоматизированные запросы, отправленные с множества устройств (компьютеров-зомби), чтобы вывести атакуемый сервер из строя (исчерпать его ресурсы). DDoS-атаки могут иметь разные причины, например, конкуренция, мошенничество и т.п.

В табл. 1 представлены средства защиты от DDoS-атак.

Таблица 1. Средства защиты информационных систем от DDoS-атак

Средство защиты	Комментарий
Средства виртуализации	Изолируют перегруженный сервер от других серверов, что не позволяет вывести всю систему из работоспособного состояния. Дают возможность быстрого восстановления зараженных компьютеров в исходное состояние (использование «золотого образа» зараженной ВМ)
Средства анализа трафика	Позволяют вовремя определить атаку и применить необходимые меры для защиты сети (как во внешнем, так и во внутреннем направлении передачи трафика)
Межсетевое экранирование	Фильтрация трафика позволит отбросить «мусорный» трафик и снизить нагрузку на атакованный сервер. Запрет установки исходящих и входящих соединений, кроме разрешенных, обеспечит защиту от использования зараженного компьютера в качестве зомби

2. Защита от внедрения деструктивного (вредоносного) кода

Внедрение вредоносного кода – это атака, при которой злоумышленники внедряют вредоносный код, например, в операционную систему компьютера-жертвы, который после его активации осуществляет некоторое скрытое деструктивное воздействие на данные или целиком на систему. Таким воздействием может быть шифрование данных на диске компьютера-жертвы, например, с целью дальнейшего вымогательства финансовых средств за доступ к ключу, с помощью которого можно расшифровать данные [11].

Процесс заражения компьютера включает следующие этапы:

1. Размещение вредоносного кода в компьютере-жертве, например, средствами СПАМ-рассылки с вредоносным вложением (вредоносный код активируется пользователем, например, по неосторожности) или через уязвимости сетевого программного обеспечения.

2. Запись вредоносной программы в настройки автозапуска операционной системы: вредоносная программа записывает свое имя в настройки автозапуска операционной системы, чтобы запускаться автоматически при каждом включении компьютера.

3. Поиск файлов по шаблону расширения: вредоносная программа ищет файлы с определенным расширением, например .jpg, .doc, .pdf, и заменяет их на зашифрованные копии, делая их недоступными для пользователя.

4. Связь с сервером злоумышленников и требование оплаты: вредоносная программа связывается с удаленным сервером и требует от пользователя-жертвы оплатить расшифровку файлов.

5. Отслеживание факта оплаты: если была проведена оплата расшифровки, вредоносная программа получает с сервера ключ для расшифровки файлов и расшифровывает файлы.

Примерная схема реализации внедрения вредоносного кода представлена на рис. 4.



Рис. 4. Схема реализации внедрения вредоносного кода

В табл. 2 представлены средства защиты от внедрения вредоносного кода.

Таблица 2. Средства защиты информационных систем от внедрения вредоносного кода

Средство защиты	Комментарий
Средства виртуализации	Изоляция узлов друг от друга не позволит влиять зараженному узлу на другие узлы. На основе приведенного примера можно сказать, что шифрованию будет подвергнута только зараженная ВМ, хостовая система и другие ВМ останутся в безопасности
Межсетевое экранирование	Запрет установки исходящих и входящих соединений, кроме разрешенных, обеспечит защиту от распространения вредоносного кода по сети с помощью уже зараженного компьютера
Средства анализа трафика	Позволяют своевременно обнаружить деструктивную активность в сети

3. Утечка данных

Атака «человек посередине» (MITM – Man in the Middle) – это один из вариантов реализации канала утечки данных, организуемого с помощью атаки, при которой преступник

выступает в роли посредника при передаче информации между взаимодействующими узлами сети.

Злоумышленник получает контроль над трафиком, отслеживает запросы и может изменять сообщения, передаваемые между узлами сети. Цель атаки – перехват передаваемых данных, перенаправление на вредоносный сетевой ресурс и т. п.

Существуют различные варианты реализации такой атаки, например, навязывание компьютеру пользователя ложного сетевого маршрута, который будет обеспечивать маршрутизацию трафика между сервером и компьютером пользователя через маршрутизатор атакующего.

На рис. 5 представлена схема утечки данных при реализации атаки «человек посередине».



Рис. 5. Схема утечки данных

В табл. 3 представлены средства защиты от утечки данных.

Таблица 3. Средства защиты информационных систем от утечки данных

Средство защиты	Комментарий
Виртуальные частные сети	Трафик шифруется для обеспечения защиты от прослушивания и перехвата. Даже при навязывании компьютеру пользователя ложного сетевого маршрута атакующий не сможет реализовать атаку «человек посередине», т. к. не получит достаточного количества информации, необходимой для реализации канала передачи пользовательского трафика через свое оборудование
Средства анализа трафика	Позволяют своевременно обнаружить и пресечь попытки навязывания ложных маршрутов в сети
Межсетевое экранирование	Позволяет предотвратить возможность навязывания ложных маршрутов в сети

4. СПАМ и фишинг

СПАМ:

1. Массовая рассылка электронных писем с коммерческими предложениями, акциями, скидками и т. д. для получения клика по вложенной ссылке от пользователя.

2. Использование манипулятивных текстов и ссылок для привлечения внимания получателя и получения клика по вложенной ссылке от пользователя.

Кроме того, СПАМ может использоваться для рассылки вложений с деструктивным кодом, целью которой является заражение компьютеров локальной сети вирусными программами, например, работающими по принципу сетевых червей, дальнейшее распространение которых осуществляется через эксплуатацию различных уязвимостей в сетевом программном обеспечении узлов сети, взаимодействующих с зараженной системой.

Фишинг:

1. Отправка мошеннических сообщений, похожих на официальные уведомления от банков, платежных систем и других организаций.
2. Ссылка в сообщении ведет на поддельный сайт, который выглядит как настоящий, но предназначен для сбора личных данных получателя.
3. После ввода личных данных происходит кража этих данных для дальнейших мошеннических действий, например, несанкционированного доступа в личный кабинет пользователя на некоторых сайтах.

На рис. 6 представлены алгоритмы работы СПАМа, сетевых червей и фишинга.

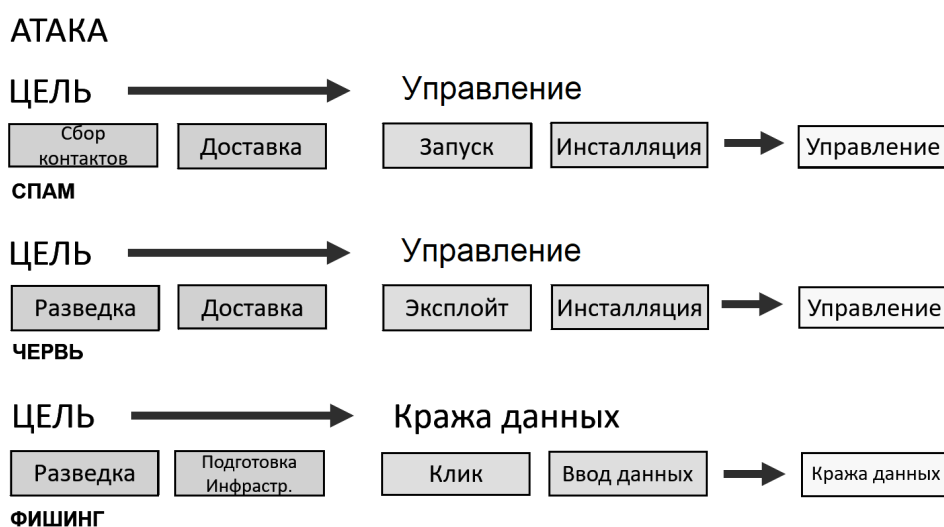


Рис. 6. Алгоритмы работы СПАМа, сетевых червей и фишинга

В табл. 4 представлены средства защиты от СПАМа, сетевых червей и фишинга.

Таблица 4. Средства защиты информационных систем от СПАМа, сетевых червей и фишинга

Средство защиты	Комментарий
Средства виртуализации	В случае использования СПАМа для заражения компьютера изоляция узлов друг от друга не позволит влиять зараженному узлу на другие узлы. Настройка виртуальных машин пользователей (с использованием «золотого образа») таким образом, чтобы минимизировать вероятность взаимодействия пользователя с критичным СПАМом. При необходимости можно быстро восстановить виртуальные окружения из резервных копий ВМ
Виртуальные частные сети	Необходимо исключить взаимодействие информационных систем организации напрямую, когда сервисы, например сервис RDP (предоставление доступа к удаленному рабочему столу), доступны непосредственно из сети Интернет. В таком случае возникает угроза проникновения сетевых червей через уязвимые сетевые порты внутрь сетевой инфраструктуры. Желательно закрывать доступ к сервисам сети средствами VPN
Средства анализа трафика	Возможность анализа зашифрованного трафика может быть полезна для изучения инцидентов, которые связаны с применением фишинга в отношении пользователей сети
Межсетевое экранирование	Позволяет применять белые и черные списки доступа, с помощью которых можно ограничить доступ пользователей к потенциально опасным ресурсам в сети Интернет. Запрет установки исходящих и входящих соединений, кроме разрешенных, обеспечит защиту от распространения вредоносного кода по сети с помощью уже зараженного компьютера

5. Замена субъекта доступа

Замена субъекта доступа, или спуфинг, – это вид хакерской атаки, при которой злоумышленник выдает себя за некоторый доверенный источник.

Одним из вариантов реализации спуфинга является IP-спуфинг.

IP-спуфинг – это разновидность хакерской атаки, при которой злоумышленник использует чужой IP-адрес источника IP-пакета с целью обмана системы безопасности [12]. В качестве источника IP-пакета атакующий использует некоторый IP-адрес, указанный в конфигурации межсетевого экрана как адрес доверенного источника.

На рис. 7 представлена схема проведения атаки с подменой адреса источника.

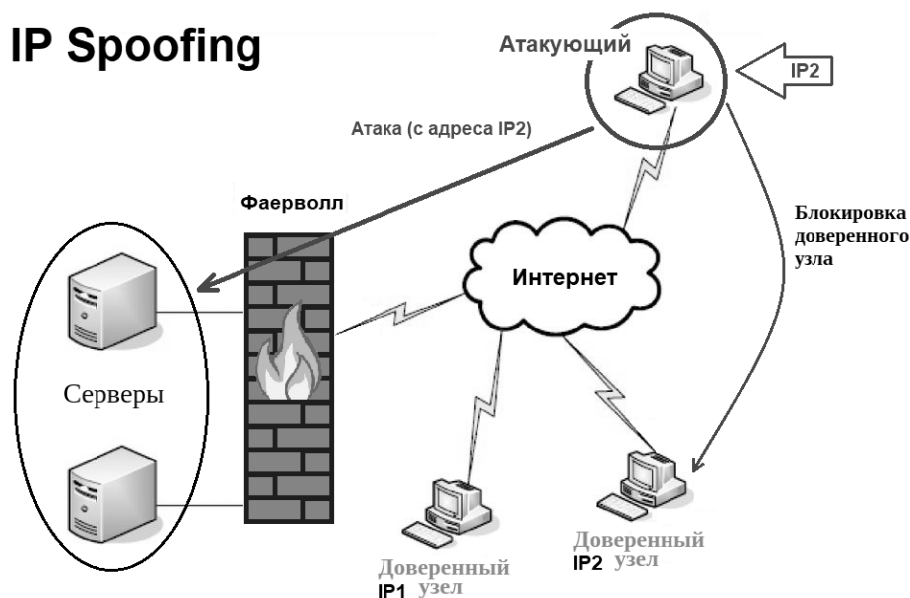


Рис. 7. Атака с подменой адреса источника

Средства защиты от угрозы замены субъекта доступа представлены в табл. 5.

Таблица 5. Средства защиты информационных систем от замены субъекта доступа

Средство защиты	Комментарий
Виртуальные частные сети	Шифрование трафика и взаимная аутентификация обоих узлов, которые соединяет VPN, лишает злоумышленника возможности осуществить атаку с заменой субъекта доступа.

6. Компрометация веб-сервиса

Большинство атак на веб-сервисы эксплуатируют критически опасные уязвимости, которые могут привести к компрометации как веб-сервиса, так и всей операционной системы сервера [13].

Схема атаки представлена на рис. 8.

Например, если будет скомпрометировано программное обеспечение https-сервера, то это может позволить злоумышленнику получить доступ ко всем ресурсам сервера, включая доступ к локальной сети.

Наиболее опасными уязвимостями веб-сервисов являются уязвимости, связанные с недостатками в механизмах авторизации и аутентификации пользователей, т. к. эти уязвимости позволяют получить несанкционированный доступ к конфиденциальной информации и функциям веб-сервиса [14].



Рис. 8. Схема атаки на веб-приложение

Средства защиты от атак на веб-сервисы представлены в табл. 6.

Таблица 6. Средства защиты информационных систем от атаки на веб-приложения

Средство защиты	Комментарий
Средства виртуализации	Изоляция ВМ друг от друга не позволит атакующему выйти за пределы виртуальной машины, на которой был скомпрометирован https-сервер или web-сервис. Использование docker-виртуализации ограничивает последствия компрометации web-сервиса рамками контейнера
Виртуальные частные сети	Для web-сервисов, доступ к которым не является публичным, необходимо исключить прямое взаимодействие с сетью Интернет. Это можно сделать путем закрытия неконтролируемого доступ к web-сервисам средствами VPN
Средства анализа трафика	Позволяют своевременно обнаружить деструктивную активность в сети, направленную на атакуемый сервер
Межсетевое экранирование	Запрет установки исходящих и входящих соединений, кроме разрешенных, осложнит атакующему процесс постэксплуатации скомпрометированного сервера

Заключение

Системы виртуализации имеют потенциал, позволяющий создавать ИС, которые не будут утрачивать необходимого уровня защищенности при их масштабировании. Масштабирование ИС может осуществляться как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Постоянство уровня защищенности должно достигаться за счет применения комплексных унифицированных конфигураций ВМ, в основе которых должны использоваться средства защиты информации, рассмотренные в настоящей статье.

Список использованных источников и литературы

1. Структура информационных систем. – URL: https://dit.isuct.ru/IVT/BOOKS/IS/IS1/inform/glaves/glava3/gl_3_2.htm (дата обращения: 11.03.2024).
2. Трехуровневая архитектура приложения. – URL: <https://it-matika.pro/blog/novye-it-termíny/trehurovnevaya-arhitektura-prilozheniya> (дата обращения: 11.03.2024).
3. Информационные угрозы. – URL: https://rtmtech.ru/articles/info_menace/ (дата обращения: 11.03.2024).
4. Виртуализация. – URL: <https://cloud.yandex.ru/ru/docs/glossary/virtualization> (дата обращения: 11.03.2024).
5. Виртуализация. – URL: <https://beseller.by/blog/virtualnyye-mashiny-gipervizory/> (дата обращения: 11.03.2024).

6. Исследование межсетевых экранов. – URL: <https://na-journal.ru/4-2024-informacionnye-tehnologii/10430-issledovanie-mejsetevyh-ekranov-dlya-zashchity-virtualnyh-sred> (дата обращения: 11.03.2024).
7. Межсетевой экран. – URL: https://rt-solar.ru/products/solar_ngfw/blog/3410/ (дата обращения: 11.03.2024).
8. Инфраструктура открытых ключей. – URL: https://interface31.ru/tech_it/2020/04/openvpn-i-infrastruktura-otkrytyh-klyuchey-pki.html (дата обращения 13.03.2024).
9. Системы анализа сетевого трафика. – URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Market_Analysis/Global-and-Russian-market-Network-Traffic-Analysis-systems-review (дата обращения: 11.03.2024).
10. Миланович, Е. А. Система анализа сетевого трафика для обеспечения безопасности сети / Е. А. Миланович, И. Л. Селезнёв // Молодой ученый. – 2020. – № 15 (305). – С. 86–89. – URL: <https://moluch.ru/archive/305/68701/> (дата обращения: 21.03.2024).
11. Что такое программа-вымогатель Maze? Определение и описание. – URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/what-is-maze-ransomware> (дата обращения 19.04.2024).
12. Что такое IP-спуфинг и как с ним бороться. – URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/threats/ip-spoofing> (дата обращения 19.04.2024).
13. Как хакеры атакуют веб-приложения: боты и простые уязвимости. – URL: <https://habr.com/ru/companies/pt/articles/327344/> (дата обращения 19.04.2024).
14. Уязвимости и угрозы веб-приложений в 2020–2021 гг. – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/web-vulnerabilities-2020-2021> (дата обращения 19.04.2024).

A. P. Ashihmin, Student
A. K. Galiullin, Student
V. S. Krivonogov, Student
D. V. Ardashev, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Information Security
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Integrated application of virtualization systems, virtual private networks,
firewalls and traffic analyzers to ensure the security of information systems**

The article discusses the generalized architecture of information systems, possible threats relevant to it, as well as the practical integrated application of virtualization systems, remote access technologies and traffic filtering and analysis systems, which minimizes information security risks.

Keywords: security, provision, information, system, hypervisor, virtual private network, virtualization, analyzer, traffic, monitoring, three-level architecture, threats.

П. Д. Баженов, студент
Е. Н. Вахрушева, кандидат экономических наук, доцент
Кафедра «Информационная безопасность»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

К вопросу о выборе средств защиты информации от несанкционированного доступа

Рассматриваются различные средства защиты информации от несанкционированного доступа. Изложены характеристики, преимущества и недостатки различных средств защиты информации, произведен сравнительный анализ.

Ключевые слова: информационная безопасность, средства защиты информации, несанкционированный доступ.

В современном мире компьютерная безопасность является ключевой составляющей защиты любой информационной системы. Безопасность данных играет ключевую роль в обеспечении стабильности и непрерывности функционирования различных организаций. В связи с этим остается актуальным вопрос о выборе средства защиты информации.

Для обеспечения защиты в компьютерных системах от несанкционированного доступа (НСД) используются средства защиты информации (СЗИ). Главным фактором выбора СЗИ от НСД является соблюдение требований нормативных актов в области защиты информации.

При выборе СЗИ от НСД нужно учитывать требования руководящего документа ФСТЭК [4]:

- идентификация, проверка подлинности и контроль доступа субъектов;
- управление потоками информации;
- учет носителей информации;
- шифрование конфиденциальной информации.

Это основные требования для автоматизированных систем первой группы (1Д и выше).

Наиболее распространенными средствами защиты информации от несанкционированного доступа являются: «Secret Net Studio 8.10», «Dallas Lock 8.0-K», программно-аппаратный комплекс «Соболь 4». Все перечисленные СЗИ обладают сертификатом ФСТЭК России.

Рассмотрим характеристики СЗИ по параметрам, представленным в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики средств защиты информации

Параметр	Secret Net Studio 8.10 [1]	Dallas Lock 8.0-K [2]	Соболь 4 [3]
Производитель	«Код Безопасности»	«Конфидент»	«Код Безопасности»
Стоимость	7169 рублей	7500 рублей	25000 рублей
Требования по операционной системе Windows	Windows 11; Windows 10; Windows 8.1 Rollup Update; Windows 7 SP1 KB3033929 (при наличии купленной поддержки производителя); Windows Server 2022; Windows Server 2019;	Windows 11; Windows 10; Windows 8.1; Windows 8; Windows 7 SP1; Windows Server 2022; Windows Server 2019; Windows Server 2016; Windows Server 2012 R2; Windows Server 2008 R2	Windows 10 x64/x86; Windows 8.1 (с обновлением KB2919355); Windows Server 2008 R2(SP1); Windows 2012 R2; Windows Server 2016; Windows Server 2019.

Параметр	Secret Net Studio 8.10 [1]	Dallas Lock 8.0-K [2]	Соболь 4 [3]
	Windows Server 2016; Windows Server 2012 R2 Rollup Update; Windows Server 2008 R2 SP1 KB3033929 (при наличии купленной поддержки производителя)		
Уровень доверия	4	4	2
Максимальный класс защищенности	1Г	1Г	1Б
ИСПДн	УЗ1	УЗ1	УЗ1
ГИС	До 1-го класса защищенности (включительно)	До 1-го класса защищенности (включительно)	До 1-го класса защищенности (включительно)

При выполнении сравнительного анализа были выделены основные факторы сравнения СЗИ от НСД, представленные в табл. 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ средств защиты информации

Номер фактора	Фактор СЗИ от НСД	Secret Net Studio 8.10	Dallas lock 8.0-K	Соболь 4
1	Наличие сертификата ФСТЭК	+	+	+
2	Наличие сертификата ФСБ	–	–	+
3	Наличие демонстрационных версий	+	+	–
4	Реализована доверенная загрузка операционной системы	+	+	+
5	Реализована дискреционная модель разграничения доступа	+	+	+
6	Реализована мандатная модель разграничения доступа	+	+	–
7	Обеспечивает контроль сменных устройств	+	+	+
8	Межсетевое экранирование	+	+	+
9	Криптографическая защита информации	+	–	–
10	Контроль вывода документов на печать	+	+	+
11	Уничтожение удаляемой информации	+	+	–
12	Регистрация событий	+	+	+
13	Самодиагностика	+	+	+
14	Обеспечение контроля целостности объектов файловой системы	+	+	+
15	Реализация замкнутой программной среды	+	+	–
16	Обеспечение контроля целостности программно-аппаратной среды	+	+	+

С помощью данной таблицы можно сделать анализ: например, Secret Net Studio и Dallas Lock не имеют сертификата ФСБ, в то время как «Соболь» имеет его, но в «Соболь» не реализована замкнутая программная среда и «Соболь» не имеет демонстрационной версии. В Secret Net Studio реализована криптографическая защита информации, в отличие от других представленных СЗИ. «Соболь» выбирают преимущественно из-за качественного осуществления контроля целостности системного реестра Windows, аппаратной конфигурации ком-

пьютера и файлов до загрузки операционной системы, а Secret Net Studio и Dallas Lock выбирают для сбалансированного набора защитных механизмов, которые обеспечивают защиту информации на рабочих станциях.

В заключение можно добавить, что каждый продукт из представленных имеет свои недостатки, например, Secret Net Studio требователен к ресурсам компьютера и не имеет возможности централизованного контроля и предоставления доступа к внешним устройствам. Dallas Lock, в свою очередь, допускает исключительно «плоскую» структуру доменов безопасности, а ПАК «Соболь» не может корректно функционировать с некоторыми моделями материнских плат. Поэтому каждая организация, выбирая себе продукт для защиты информации, должна отталкиваться от своей специфики и индивидуальных предпочтений, т. к. функции практически одинаковые, но удобство интерфейса и использования, как и стоимость, подбирается индивидуально.

Список использованных источников и литературы

1. Код безопасности. СЗИ от НСД Secret Net. – URL: <https://www.securitycode.ru/products/secret-net-studio/> (дата обращения: 11.04.2024).
2. СЗИ от НСД Dallas Lock. Dallas Lock 8.0-С. – URL: <https://www.dallaslock.ru/products/szi-dallas-lock-8-0/szi-ot-nsd-dallas-lock-8-0-k/> (дата обращения: 11.04.2024).
3. Код безопасности. Соболь. – URL: https://www.securitycode.ru/products/pak_sobol/ (дата обращения: 11.04.2024).
4. Руководящий документ. Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации. – URL: <https://base.garant.ru/197886/> (дата обращения: 11.04.2024).

P. D. Bazhenov, Student
E. N. Vakhrusheva, PhD in Economics, Associate Professor
Department of Information Security
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

On the issue of choosing the means of protecting information from unauthorized access

Various means of protecting information from unauthorized access are considered. The characteristics, advantages and disadvantages of various information security tools are described, and a comparative analysis is carried out.

Keywords: information security, information security tools, unauthorized access.

Р. Р. Гафуров, студент
Е. Ф. Стукалина, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Информационная безопасность»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Обеспечение защиты информации в условиях проведения импортозамещения

В статье исследуется вопрос импортозамещения в сфере информационной безопасности. Исследуя положительные и отрицательные стороны данного процесса, определено его воздействие на развитие информационной безопасности. В статье представлена информация о стратегии импортозамещения в России, законодательстве, регулирующем импортозамещение ИТ-решений, основные угрозы информационной безопасности, возникающие при этом процессе, а также способы их предотвращения. Кроме этого, выделены цели и задачи импортозамещения в России.

Ключевые слова: импортозамещение, программное и аппаратное обеспечение, защита информации, закон, отечественная программа, информационная безопасность.

На сегодняшний день повсеместно применяются зарубежные программные и аппаратные средства в информационных системах разнообразных сфер, начиная от малого бизнеса и заканчивая стратегически важными государственными учреждениями. Но возникает проблема в том, что разработчики импортного ИТ-оборудования могут внедрять скрытые функции, т. е. программы могут содержать недеklarированные возможности, которые в дальнейшем могут быть применены нарушителями для несанкционированного доступа, кражи или изменения секретной информации. В конечном итоге покупка зарубежного программного обеспечения принуждает государственные органы проводить обязательную сертификацию продуктов на предмет наличия скрытого функционала, что, несомненно, является важным шагом для обеспечения безопасности информационных систем.

Тема импортозамещения в России предстает как основа безопасности страны от западных санкций. Но в то же время остается актуальным вопрос, смогут ли российские аналоги обеспечить такой же уровень защищенности российских информационных ресурсов? Не окажется ли, что отказ от иностранных продуктов приведет к ослаблению кибербезопасности российского киберпространства, и, в результате, отказавшись от иностранных разработок, Россия может оказаться не готова к кибератакам?

Импортозамещение в сфере информационной безопасности

Современный мир все больше полагается на информационно-коммуникационные технологии, которые стали неотъемлемой частью всех сфер человеческой жизни. С увеличением этой зависимости обеспечение безопасности обработки, передачи, хранения и использования информации становится первостепенной задачей. В условиях стремления к импортозамещению этот вопрос становится еще более актуальным, т. к. переход на отечественные товары может не гарантировать того же уровня безопасности, что и зарубежные аналоги. Большинство стран мира вводят политику импортозамещения для снижения зависимости от иностранных товаров. С одной стороны, данные шаги можно считать рациональными, но в это же время стране может быть ограничен доступ к передовым технологиям и опыту. Требуется гарантия, что переход на отечественные товары не угрожает безопасности процессов.

Чтобы эффективно решить эту проблему, нужно сосредоточиться на разработке и внедрении комплекса внутренних мер по обеспечению информационной безопасности, подстроенных к уникальным потребностям и возможностям страны. Основные составляющие такого комплекса включают в себя создание безопасного программного и аппаратного

обеспечения, обучение персонала и разработку сильной нормативно-правовой базы, защищающей права граждан путем сохранения целостности, конфиденциальности и доступности их данных. Не малую роль играет сотрудничество между научным сообществом, промышленными предприятиями и государственными органами для разработки и реализации эффективной политики информационной безопасности. Обмен опытом и знаниями помогает создавать инновационные решения для преодоления проблем импортозамещения.

Через разработку внутренних стратегий, стимулирование сотрудничества страны могут обеспечить безопасность своих информационных активов, что в свою очередь способствует экономическому росту и развитию. Импортозамещение представляет собой процесс создания и применения доверенных программно-аппаратных средств для разработки функционально надежных систем общего и специального назначения, работающих в защищенном режиме. Решение проблемы импортозамещения требует комплексного подхода, учитывающего особенности научно-производственного потенциала страны и опирающегося на экономическую, социальную и стратегическую целесообразность.

В настоящее время тема импортозамещения в сфере информационных технологий, вызванная ухудшением отношений России с западными странами, переходит из стадии обсуждений к принятию конкретных решений. Однако в нашей стране реализация государственной политики импортозамещения происходит хаотично и разрозненно, часто отражая интересы отдельных предприятий и ведомств, а не реальные потребности общества. На сегодняшний день отсутствуют системные требования к процессу импортозамещения и целостный подход к данной проблематике, учитывая сложную политическую и экономическую обстановку в условиях санкций со стороны зарубежных государств.

Основными областями импортозамещения в сфере информационно-коммуникационных технологий и электроники являются [8]:

- промышленные изделия электроники, приборы, устройства, ЭВТ;
- базовое и специальное программное обеспечение;
- кабельная продукция;
- средства связи и телекоммуникации;
- микроэлектроника и электронная компонентная база;
- оптоэлектроника;
- автоматизированные системы управления и информационно-управляющие системы;
- промышленные технологии разработки и производства элементов, изделий, комплексов;
- разработка и производство систем и средств защиты информации.

Рассмотренные области связаны с прогрессивным движением процесса импортозамещения от отдельных компонентов к устройствам и комплексным системам. Отсюда следует, что в текущих условиях задача полного замещения импортных продуктов отечественными аналогами либо оказывается нереализуемой, либо требует слишком много времени в соответствии с современными реалиями, несмотря на то, что импортозамещение является правильным шагом в развитии.

При анализе проблемы импортозамещения вытекают три основные трудности в его решении:

- отсутствие на рынке отечественных аналогов для определенных элементов, изделий и систем;
- недостаточные характеристики существующих отечественных аналогов по сравнению с зарубежными, что мешает созданию современных и эффективных продуктов и систем;
- необходимость в разработке новых современных промышленных технологий для производства элементов, систем и изделий.

Необходимо провести тщательный анализ с целью разработки списка отечественных аналогов, которые не уступают иностранным в качестве, и использовать их при реализации стратегии импортозамещения для создания устройств и систем. Описанный шаг может избежать потери функциональности, надежности и стабильности при использова-

нии в условиях информационного противостояния. Одновременно стоимость снижения функциональных возможностей должна быть приемлемой для достижения поставленных целей, а риски минимальны. Учитывая данный подход, следует значительно сократить число отечественных аналогов, подлежащих импортозамещению, включая промышленные технологии разработки и производства, которые не пригодны для эффективного решения задач импортозамещения или невозможны для создания в существующих условиях в установленные сроки.

В современных условиях целями и задачами импортозамещения в России являются:

- достижение технологической самостоятельности при создании, использовании и развитии критически важных информационных систем и объектов;
- обеспечение стабильного ресурсного обеспечения экономики и повышение экономической эффективности принимаемых мер;
- гарантирование национальной безопасности и укрепление обороноспособности страны;
- завоевание лидирующих позиций на мировом рынке.

Сегодня российские ученые работают над созданием полностью отечественных компонентов для компьютеров на основе наших технологий. Это позволяет не только снизить расходы на закупки у зарубежных поставщиков, но и повысить уровень информационной безопасности.

После определения процесса импортозамещения следует рассмотреть способы его реализации [1]:

- первый способ – это привлечение и мотивация отечественных ученых и специалистов к разработке своих технологических компонентов и программного обеспечения. Это также помогает сократить «утечку мозгов»;
- второй способ – это создание новых центров разработки, что неизбежно приводит к увеличению числа рабочих мест;
- третий способ – это привлечение иностранных коллег для совместной работы и обмена опытом.

Все эти три способа окажут положительное воздействие на Россию в целом. Однако стоит учитывать и недостатки. Например, полный отказ от иностранных комплектующих, технологий и программного обеспечения может привести к тому, что Россия не сможет предоставить свои аналоги в короткие сроки, которые бы не уступали зарубежным. Быстрое развитие конкурентов, в частности за счет того, что в России были приоритеты в других областях, может привести к нехватке квалифицированных специалистов. Поэтому процесс импортозамещения необходимо проводить постепенно. Если мы откажемся одновременно от всех зарубежных программ и технологий, некоторые сферы деятельности государства могут пострадать. В областях, где недостаточно национальных разработок, таких как многие комплексные аппаратные решения, необходимо начать действовать, чтобы постепенно уменьшать разрыв с западными аналогами. В этом процессе можно использовать опыт и наработки российских производителей, имеющих опыт разработки конкурентоспособных решений.

Факт того, что реализованный программный продукт создан на территории нашего государства, еще не гарантирует его безопасность. Поэтому отечественные программно-аппаратные аналоги должны обладать соответствующими сертификатами, чтобы обеспечить функциональную надежность программного обеспечения в условиях современных информационных вызовов. В целом такая стратегия открывает возможности для отечественных ИТ-компаний для оптимизации своей деятельности в этот период изменений. Таким образом, мы видим, что процесс импортозамещения имеет как положительные, так и отрицательные аспекты. Важно отметить, что политика правительства Российской Федерации в области импортозамещения является актуальной и приоритетной на данный момент. Другими словами, Россия стремится к следующему этапу развития информационной безопасности, и процесс импортозамещения играет важную роль в этом.

Комплексная безопасность предприятий: подходы к определению

Комплексный подход к обеспечению безопасности имеет стратегическое значение для современных предприятий из-за разнообразия причин возникновения возможных инцидентов, которые могут привести к серьезным негативным последствиям.

Законодатели и разработчики систем безопасности работают над определением и конкретизацией комплексной безопасности, уделяя внимание информационной безопасности, т. к. большинство современных систем обеспечения безопасности основано на аппаратно-программных решениях.

Санкции и контрсанкции лишь стимулируют более глубокий анализ существующей обстановки. Однако основная проблема заключается в том, что можно охарактеризовать ее как «кризис непрерывности обеспечения безопасности». На одном полюсе явно выраженная политическая воля необходимости обеспечения технологической независимости, на другом – выявленные конкретные уязвимости в конкретных контроллерах. А посередине находятся организаторы, собственники и руководители производства, для которых информационные технологии не более чем средство для повышения эффективности бизнес-процессов [5]. На рис. 1 проиллюстрирована данная зависимость.

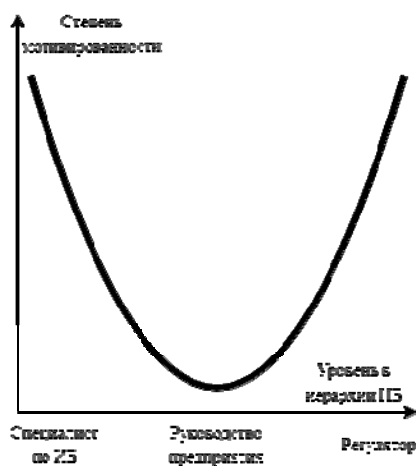


Рис. 1. Зависимость «мотивированность – иерархия»

Под понятием «комплексность» подразумевают понятие о нескольких компонентах безопасности с учетом их влияния друг на друга. Аксиома об угрозах: объективно существует бесконечное число угроз любому субъекту безопасности, в том числе те, которые невозможно предположить [5].

Из этой аксиомы следуют утверждения:

- Нет полной безопасности, поскольку в любой момент может возникнуть любое количество рисков, даже неизвестных ранее.
- Создание идеальной системы безопасности невозможно.
- Система должна быть способна адаптироваться к изменениям характера и интенсивности угроз.
- Для оперативного реагирования на внезапные угрозы требуется резерв ресурсов благодаря определенной избыточности существующих и проектируемых систем безопасности.

Согласно плану импортозамещения программного обеспечения, представленному в Приказе Минкомсвязи России № 96, к 2025 г. планируется уменьшить долю импорта антивирусного программного обеспечения и ПО информационной безопасности до 40 % [9]. Для наглядности на рис. 2 отображен данный план импортозамещения.

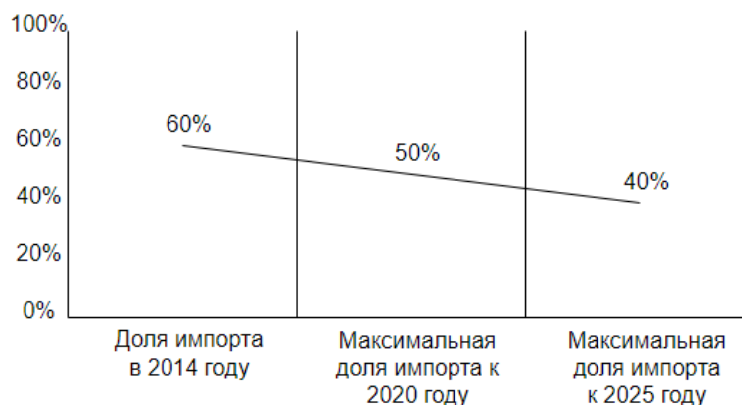


Рис. 2. План импортозамещения ПО в области защиты информации

Снижение рисков

Единственный вариант, который мог бы исключить вероятность утечки конфиденциальных данных в электронной форме, – это полный отказ от обработки информации в электронном виде [7]. На сегодняшний день полный отказ от обработки информации в электронном формате представляется невозможным ввиду того, что распространенность электронных сервисов и онлайн-взаимодействия в современном обществе колоссально велика. Но в то же время это не означает, что безопасностью информации можно пренебрегать. Напротив, защита информации требует непрерывного и всестороннего подхода для предотвращения утечек и минимизации рисков. В этом процессе можно выделить несколько ключевых этапов, направленных на обеспечение информационной безопасности.

- Оценка рисков и уязвимостей системы.

При оценке рисков и уязвимостей системы используются два основных подхода: количественный и качественный. Количественный метод применяется, когда возможно связать угрозы и риски с определенными количественными показателями, такими как денежные суммы, проценты, время или ресурсы. Этот метод позволяет получить точные числовые значения оценки рисков при возникновении угроз информационной безопасности. Качественный подход не использует количественные или денежные показатели для оценки, а вместо этого использует шкалу оценки от трех до десяти баллов. Этот метод применяется в ситуациях, когда сложно получить конкретные численные значения из-за высокой степени неопределенности.

- Разработка и реализация мер по защите информации.

Создание и применение мер по обеспечению безопасности информации включает в себя проведение анализа рисков информационной системы, определение необходимых шагов для предотвращения возможных угроз, разработку соответствующих политик, процедур и технических или организационных мер, а также их последующее внедрение.

- Мониторинг и анализ эффективности защиты.

Мониторинг и оценка эффективности защитных мер подразумевают постоянное наблюдение и анализ результатов регистрации инцидентов и другой информации из различных источников с целью выявления отклонений, угроз и уязвимостей.

- Обучение и просвещение пользователей в области информационной безопасности.

Процесс обучения и распространения информации о безопасности данных включает в себя передачу пользователям знаний и навыков, способствующих осознанному и ответственному использованию информационных технологий.

- Совершенствование системы защиты на основе полученного опыта и новых вызовов.

Усовершенствование системы защиты, основанное на накопленном опыте и новых вызовах, заключается в адаптации и обновлении защитных механизмов, учитывая ранее выявленные проблемы и возникающие угрозы.

С учетом планируемого перехода к использованию услуг отечественных IT-компаний и учитывая существующие угрозы, важно обратить внимание на актуальные угрозы безопасности информации, представленные в базе данных угроз безопасности информации ФСТЭК [10], описанные в таблице.

Возникающие угрозы и способы борьбы с ними

Актуальная угроза	Метод борьбы
Внедрение вредоносного кода	– Установка сертифицированных средств защиты от НСД – Установка межсетевых экранов, средств обнаружения вторжений – Установка антивирусного программного обеспечения
Неправильная настройка программных компонентов и оборудования	– Привлечение организаций с соответствующим опытом – Повышение квалификации сотрудников
Перехват ключевой или аутентифицирующей информации	– Установка сертифицированных средств защиты от НСД – Применение методов шифрования – Установка межсетевых экранов, средств обнаружения вторжений
Хранение информационных массивов в незащищенных областях	– Установка межсетевых экранов – Применение методов шифрования – Создание резервных копий – Установка средств анализа защищенности ИС
Предоставление доступа к информационным системам сотрудникам сторонних организаций	– Ведение журнала учета доступа – Оформление допуска сотрудникам сторонних организаций к ИС на основе предварительно заключенного контракта о проведении работ – Заключение договора со сторонней организацией о неразглашении секретной информации
НСД на этапе развертывания системы	– Установка сертифицированных средств защиты от НСД – Ведение журнала учета доступа – Установка средств анализа защищенности ИС – Установка средств анализа уязвимостей ИС
Утрата информационных носителей и оборудования	– Ведение журналов по учету оборудования – Опечатывание оборудования – Охрана границ контролируемой зоны

Организации, уверенно стоящие на ногах, не ограничиваются простым импортозамещением в области кибербезопасности, а стремятся эффективно инвестировать в развитие систем защиты информации [6].

Сегодня становится модным создавать комплексные системы безопасности на основе продуктов от одного разработчика. Это объясняется необходимостью обеспечения защиты от сложных кибератак, при которых важно устранять все возможные уязвимости, а не только отдельные компоненты, такие как сетевое оборудование или антивирусное программное обеспечение. Для предприятий выбор единого вендора для такой защиты приносит значительные преимущества.

В данной обстановке разумным решением будет замена продуктов, которые уже не обеспечивают необходимый уровень защиты. Большинство направленных кибератак начинаются с простых методов. Например, фишинг: сотрудник необдуманно кликает по вредоносной ссылке в письме или же на сайте, открывает вредоносный файл, что предоставляет злоумышленникам доступ к корпоративной системе. Поэтому важно не только предусматривать цифровые и технические меры безопасности, но также обучать персонал.

Формирование требований к защите информации в условиях импортозамещения

За последние десять лет на нашу страну оказывается небывалое давление со стороны других стран. Причем данные воздействия затрагивают все сферы общества. Для этой цели

были приняты различные законодательные акты, которые регулируют процесс импортозамещения в стране.

- Согласно Федеральному закону № 188, правительство установило запреты на импорт товаров, работ и услуг из-за рубежа, а также ввело ограничения на использование таких товаров и услуг при государственных закупках. Кроме того, в определенный срок требуется создать реестр отечественных программ для ЭВМ и баз данных[2].

- В Постановлении Правительства №1236 были определены случаи, в которых допускается использование иностранного программного обеспечения, если не существует аналогичных отечественных программ или если иностранное ПО соответствует требованиям заказчика [3].

- Федеральный закон № 531 устанавливает обязательность нахождения технических средств информационных систем, используемых государственными учреждениями и предприятиями, на территории России. Кроме этого, закон вносит изменения в Кодекс административных правонарушений [4].

- Президент Российской Федерации издал указы № 166 и № 250, которые запрещают использование продукции из стран, проявляющих враждебное поведение, на объектах критической информационной инфраструктуры.

Предложения по реализации порядка импортозамещения в современных условиях

На сегодняшний день существует необходимость обеспечения разработки защищенных программных продуктов специального назначения. В данной ситуации требуется исследовать возможность создания систем переходного периода, которые частично используют иностранные аналоги, при условии строгого соблюдения требований к их надежности. В таком случае целесообразно использовать только проверенные продукты, которые соответствуют установленным стандартам. Подводя итоги, хочется сказать, что необходимо разработать план, а также подход к решению проблемы импортозамещения в соответствии со следующей схемой:

- определить основные критерии и составить список критически важных отечественных аналогов для всех секторов в области информационно-коммуникационных технологий с целью сокращения числа объектов импортозамещения;

- разработать пошаговую программу и установить график ее выполнения;

- создать целевые программы для разработки приоритетных продуктов и их последующего внедрения на практике.

Вывод

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что переход на отечественное аппаратно-программное обеспечение приводит к появлению новых угроз безопасности информации. В это время информационная система становится более уязвимой, поэтому необходимо принять дополнительные меры для снижения или устранения рисков в рамках сложного процесса.

Нельзя забывать о том, что основополагающим аспектом является обеспечение того, чтобы замена иностранных продуктов на отечественные аналоги не ухудшала функциональные возможности, надежность и стабильность конечных продуктов, созданных на их основе. Особое внимание следует уделить внедрению доверенной среды, которая формируется с использованием российских аналогов, чтобы гарантировать безопасность и технологическую независимость разрабатываемых систем для общих и специализированных потребностей.

В переходный период нецелесообразно полностью отказываться от использования лучших импортных средств, но при этом необходимо обеспечить их соответствие требованиям законодательства. Импортозамещение следует проводить поэтапно, связывая этот процесс с созданием наших проверенных программных и аппаратных средств защиты информации.

Список использованных источников и литературы

1. Проблемы импортозамещения в сфере информационной безопасности. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-importozamescheniya-v-sfere-informatsionnoy-bezopasnosti> (дата обращения: 07.04.2024).
2. Федеральный закон от 29.06.2015 № 188-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» и статью 14 Федерального закона «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181833/ (дата обращения: 07.04.2024).
3. Постановление Правительства РФ от 16.11.2015 № 1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_189116/ (дата обращения: 07.04.2024).
4. Федеральный закон от 31.12.2014 № 531-ФЗ «О внесении изменений в статьи 13 и 14 Федерального закона «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» и Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173193/ (дата обращения: 07.04.2024).
5. Комплексная безопасность предприятий ТЭК: подходы к определению. – URL: <https://www.secuteck.ru/articles/kompleksnaya-bezopasnost-predpriyatij-tehk-podhody-k-opredeleniyu> (дата обращения: 07.04.2024).
6. Три подхода к импортозамещению в сфере информационной безопасности. – URL: <https://clck.ru/39w5VG> (дата обращения: 07.04.2024).
7. О важности комплексного подхода к защите информации – URL: <https://iitrust.ru/articles/expert/o-vajnosti-kompleksnogo-podhoda-k-zashhite-informatsii/> (дата обращения: 07.04.2024).
8. Некоторые предложения по подходу и порядку реализации политики и стратегии импортозамещения. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-predlozheniya-po-podhodu-i-poryadku-realizatsii-politiki-i-strategii-importozamescheniya-v-interesah-natsionalnoy/viewer> (дата обращения: 07.04.2024).
9. Кошелев, С. О. Обеспечение защиты информации в условиях проведения импортозамещения / С. О. Кошелев, Д. С. Колесникова // Молодой ученый. – 2016. – № 28 (132). – С. 31–35. – URL: <https://moluch.ru/archive/132/36757/> (дата обращения: 08.04.2024).
10. Банк данных угроз безопасности информации. – URL: <https://bdu.fstec.ru/> (дата обращения: 08.04.2024).

R. R. Gafurov, Student
E. F. Stukalina, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Information Security
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Ensuring the protection of information in the context of import substitution

This article examines the issue of import substitution in the field of information security. I explore the positive and negative aspects of this process, which determine its impact on the development of information security. The article provides information about the import substitution strategy in Russia, legislation, regulation of import substitution of IT solutions, the main threats to information security that arise during this process, as well as ways to prevent them. In addition, the goals and objectives of import substitution in Russia are highlighted.

Keywords: import substitution; software and hardware; data protection; law; national program; information security.

А. Л. Железкова, студент
Е. Ф. Стукалина, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Информационная безопасность»
Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

Защита критической информационной инфраструктуры. Основные положения

С 2018 г. защита критической информационной инфраструктуры является одной из важнейших задач, в связи с чем выполнение требований по обеспечению безопасности критической информационной инфраструктуры тщательно контролируется со стороны государства. В статье рассмотрены основные мероприятия, которые должны быть выполнены субъектами критической информационной инфраструктуры для обеспечения безопасности объектов критической информационной инфраструктуры.

Ключевые слова: критическая информационная инфраструктура (КИИ), субъект критической информационной инфраструктуры (субъект КИИ / СКИИ), объект критической информационной инфраструктуры (объект КИИ / ОКИИ), значимый объект критической информационной инфраструктуры (значимый объект КИИ / ЗОКИИ), государственная система обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации (ГосСОПКА), национальный координационный центр по компьютерным инцидентам (НКЦКИ), Федеральная служба по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК), Федеральная служба безопасности (ФСБ).

В настоящее время во многих отраслях используются системы, имеющие особое (критичное) значение для государства. Применение этих систем позволяет автоматизировать и оптимизировать выполнение многих задач, однако создает предпосылки для реализации угроз информационной безопасности, что может оказать негативное влияние на критическую информационную инфраструктуру (далее – КИИ).

Критическая информационная инфраструктура – объекты критической информационной инфраструктуры (информационные системы (ИС), информационно-телекоммуникационные сети (ИТКС), автоматизированные системы управления (АСУ), а также сети электросвязи, используемые для организации взаимодействия таких объектов.

Субъекты критической информационной инфраструктуры – государственные органы, государственные учреждения, российские юридические лица и (или) индивидуальные предприниматели, которым на праве собственности, аренды или на ином законном основании принадлежат объекты критической информационной инфраструктуры, функционирующие в следующих сферах:

- здравоохранение;
- наука;
- транспорт;
- связь;
- энергетика;
- государственная регистрация прав на недвижимое имущество и сделки с ним;
- банковская сфера и иные сферы финансового рынка;
- топливно-энергетический комплекс;
- область атомной энергии;
- оборонная промышленность;
- ракетно-космическая промышленность;
- горнодобывающая промышленность;
- металлургическая промышленность;
- химическая промышленность.

А также российские юридические лица и (или) индивидуальные предприниматели, которые обеспечивают взаимодействие указанных систем или сетей.

Субъекты критической информационной инфраструктуры (далее – СКИИ) и принадлежащие им объекты критической информационной инфраструктуры (далее – ОКИИ) при-

влекают особенное внимание злоумышленников (хакеров), т. к. в результате их действий могут быть прекращены или нарушены управленческие, технологические, производственные, финансово-экономические или иные процессы, вследствие которых могут возникнуть негативные социальные, политические, экономические, экологические последствия для обеспечения обороны страны, безопасности государства и правопорядка. По данным, опубликованным в открытых источниках информации, в 2023 г. было отражено почти 65,7 тыс. кибератак, направленных на ОКИИ, и устранено 1,85 тыс. инцидентов, тогда как в 2022 г. было отражено 174 тыс. атак и устранено 2,3 тыс. инцидентов [1]. И, несмотря на то, что количество инцидентов снизилось, беспечно относиться к безопасности СКИИ и принадлежащим им ОКИИ непозволительно.

Основным нормативно-правовым актом (далее – НПА) в сфере КИИ является Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» (далее – № 187-ФЗ) [2]. Указанный закон призван регулировать отношения в области обеспечения безопасности КИИ в целях ее устойчивого функционирования при проведении в отношении ее компьютерных атак. Более подробно требования по обеспечению безопасности КИИ описаны, например, в следующих подзаконных актах:

- Постановление Правительства РФ № 127 от 08.02.2018 «Об утверждении Правил категорирования объектов КИИ РФ, а также перечня показателей критериев значимости объектов КИИ РФ и их значений» (далее – ПП-127) [3];

- Приказ ФСТЭК России № 31 от 14.03.2014 «Об утверждении Требований к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды» (далее – Приказ № 31) [4].

- Приказ ФСТЭК России № 235 от 21.12.2017 «Об утверждении Требований к созданию систем безопасности значимых объектов КИИ РФ и обеспечению их функционирования» (далее – Приказ № 235) [5];

- Приказ ФСТЭК России № 236 от 22.12.2017 «Об утверждении формы направления сведений о результатах присвоения объекту КИИ одной из категорий значимости либо об отсутствии необходимости присвоения ему одной из таких категорий» (далее – Приказ № 236) [6];

- Приказ ФСТЭК России № 239 от 25.12.2017 «Об утверждении Требований по обеспечению безопасности значимых объектов КИИ РФ» (далее – Приказ № 239) [7];

- Приказ ФСБ России № 366 от 24.07.2018 «О Национальном координационном центре по компьютерным инцидентам» (далее – Приказ № 366) [8];

- Приказ ФСБ России № 367 от 24.07.2018 «Об утверждении Перечня информации, представляемой в государственную систему обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации и Порядка представления информации в государственную систему обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации» (далее – Приказ № 367) [9];

- Приказ ФСБ России № 368 от 24.07.2018 «Об утверждении Порядка обмена информацией о компьютерных инцидентах и Порядка получения субъектами КИИ информации о средствах и способах проведения компьютерных атак и о методах их предупреждения и обнаружения» (далее – Приказ № 368) [10];

- Информационное сообщение ФСТЭК России № 240/25/3752 от 24.08.2018 «По вопросам представления перечней объектов КИИ, подлежащих категорированию, и направления сведений о результатах присвоения объекту КИИ одной из категорий значимости либо об отсутствии необходимости присвоения ему одной из таких категорий» (далее – Сообщение № 240/25/3752) [11].

Безопасность КИИ регламентируется достаточно большим числом НПА, применение которых напрямую зависит от результатов процедуры категорирования ОКИИ.

Категорирование ОКИИ

Процедура категорирования единая для всех ОКИИ и подробно описана в ПП-127, однако для ее проведения СКИИ должна быть создана постоянно действующая комиссия по категорированию (далее – Комиссия).

Комиссия создается на основании приказа руководителя СКИИ. В состав Комиссии должны входить:

- руководитель СКИИ (или уполномоченное им лицо);
- работники СКИИ:

являющиеся специалистами в области выполняемых функций или осуществляемых видов деятельности;

являющиеся специалистами в области информационных технологий и связи;

являющиеся специалистами по эксплуатации основного технологического оборудования;

являющиеся специалистами по технологической (промышленной) безопасности;

являющиеся специалистами по контролю за опасными веществами и материалами, учету опасных веществ и материалов;

на которых возложены функции обеспечения безопасности (информационной безопасности) ОКИИ;

- работники подразделения по защите государственной тайны (далее – ГТ) СКИИ в случае, если ОКИИ обрабатывает информацию, составляющую ГТ;

- работники структурного подразделения по гражданской обороне и защите от чрезвычайных ситуаций или работники, уполномоченные на решения задач в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций.

Вышеуказанный состав комиссии регламентирован ПП-127 и может быть дополнен работниками других структурных подразделений.

Процедура категорирования, предусмотренная № 187-ФЗ и регламентированная ПП-127, включает следующие этапы:

1) Определение управленческих, технологических, производственных, финансово-экономических и (или) иных процессов СКИИ, обеспечивающих выполнение его функций (полномочий) или осуществление видов деятельности.

На данном этапе СКИИ самостоятельно определяет количество процессов и то, какие функции они реализуют.

В табл. 1 приведены примеры управленческих, технологических, производственных, финансово-экономических и (или) иных процессов СКИИ.

Таблица 1. Примеры процессов СКИИ

Группа процессов	Примеры процессов
Управленческие	Административно-управленческая деятельность Управление персоналом и кадровый учет Управление производством изделий
Технологические	Обеспечение функционирования оборудования Обеспечение необходимого температурного режима в соответствии с установленными требованиями Обеспечение надежного хранения и резервирования данных и информации
Производственные	Разработка конструкторской документации Производство изделий Контроль качества
Финансово-экономические	Бухгалтерский учет Формирование бюджетной отчетности
Иные	Ведение веб-ресурсов Организация контрольно-пропускного режима

В табл. 1 приведены процессы без привязки к какой-либо сфере деятельности. Для каждого СКИИ необходимо формировать свой перечень процессов, т. к. он напрямую зависит от сферы деятельности СКИИ.

2) Выявление критических процессов.

На предыдущем этапе Комиссия сформировала перечень процессов СКИИ. Из указанного перечня Комиссия определяет процессы, нарушение и (или) прекращение которых может привести к негативным социальным, политическим, экономическим, экологическим последствиям, последствиям для обеспечения обороны страны, безопасности государства и правопорядка.

В результате Комиссией должен быть сформирован перечень критических процессов.

3) Определение ОКИИ, которые обрабатывают информацию, необходимую для обеспечения критических процессов, и (или) осуществляют управление, контроль или мониторинг критических процессов.

Для выполнения критических процессов зачастую используются ИС/АСУ/ИТКС (или же локальные вычислительные сети). Именно эти системы/сети будут являться ОКИИ и войдут в перечень ОКИИ, подлежащих категорированию. Также при определении ОКИИ необходимо учитывать перечни типовых ОКИИ. К 16.04.2024 г. опубликованы перечни типовых ОКИИ, функционирующих:

- в области химической промышленности;
- в области горнодобывающей промышленности (в части руд и камней);
- в области металлургической промышленности;
- в области оборонной промышленности;
- в сфере транспорта;
- в сфере здравоохранения;
- в сфере топливно-энергетического комплекса;
- в сфере энергетики.

Все вышеуказанные перечни согласованы с ФСТЭК России.

4) Формирование перечня ОКИИ, подлежащих категорированию, и направление перечня в федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный в области обеспечения безопасности критической информационной инфраструктуры (ФСТЭК России).

Из выявленных на предыдущем этапе ОКИИ Комиссия формирует перечень ОКИИ, подлежащих категорированию. Перечень ОКИИ направляется в ФСТЭК России в течение 10 дней после его утверждения. Форма подачи перечня определена в Сообщении № 240/25/3752.

С момента утверждения перечня ОКИИ, СКИИ обязан в течение одного года каждому ОКИИ присвоить одну из категорий значимости (I, II или III) или принять решение об отсутствии необходимости присвоения одной из категорий.

5) Оценка в соответствии с перечнем показателей критериев значимости масштаба возможных последствий в случае возникновения компьютерных инцидентов на ОКИИ.

Перечень показателей критериев значимости приведен в ПП-127. Всего выделено пять групп показателей критериев значимости:

- 1) социальная значимость;
- 2) политическая значимость;
- 3) экономическая значимость;
- 4) экологическая значимость;

5) значимость для обеспечения обороны страны, безопасности государства и правопорядка.

Для каждого показателя необходимо оценить масштаб возможных последствий при возникновении компьютерного инцидента на ОКИИ либо обосновать неприменимость конкретного показателя.

Например: СКИИ функционирует в сфере оборонной промышленности, т. к. выполняет государственный оборонный заказ и входит в перечень предприятий оборонно-промышленного комплекса, а ОКИИ является ИС бухгалтерского учета. В табл. 2 приведен

пример оценки масштаба возможных последствий при возникновении компьютерного инцидента на ОКИИ для некоторых показателей критериев значимости.

По всем не рассмотренным в табл. 2 показателям критериев значимости принято решение об их неприменимости.

б) Присвоение каждому из ОКИИ одной из категорий значимости либо принятие решения об отсутствии необходимости присвоения им одной из категорий значимости.

На предыдущем этапе для показателей критериев значимости был оценен масштаб возможных последствий при возникновении компьютерного инцидента на ОКИИ и установлено значение показателя. В примере для показателя под номером 9 установлена III категория, для показателей под номерами 13(а) и 13(б) установлена II категория, все остальные показатели признаны неприменимыми. В результате для ОКИИ установлена II категория значимости, т. к. в соответствии с пунктом 6 ПП-127 ОКИИ присваивается категория значимости с наивысшим значением.

В случае если все показатели признаны неприменимыми, ОКИИ не присваивается ни одна из категорий значимости (ОКИИ признается незначимым).

В случае если одному из показателей критериев значимости присвоена I категория, расчет по остальным показателям может не проводиться.

Решение о присвоении ОКИИ одной из категорий значимости либо об отсутствии необходимости присвоения одной из категорий значимости (признание ОКИИ незначимым) принимается Комиссией и должно быть оформлено в виде акта. Акт должен быть подписан всеми членами комиссии и утвержден руководителем СКИИ.

7) Направление в федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный в области обеспечения безопасности критической информационной инфраструктуры сведений о результатах присвоения ОКИИ одной из категорий значимости либо об отсутствии необходимости присвоения ему одной из таких категорий.

Сведения о результатах присвоения ОКИИ одной из категорий значимости либо об отсутствии необходимости присвоения ему одной из таких категорий направляются в ФСТЭК России по форме, утвержденной в Приказе № 236 в течение 10 дней со дня утверждения акта.

Действия, предусмотренные на 5, 6 и 7-м этапах процедуры категорирования, должны быть выполнены для всех ОКИИ, принадлежащих СКИИ.

Таблица 2. Пример оценки масштаба возможных последствий при возникновении компьютерного инцидента на ОКИИ

Показатель	Значение показателя	Обоснование
I. Социальная значимость		
1. Причинение ущерба жизни и здоровью людей	Показатель неприменим	Прекращение или нарушение функционирования ОКИИ не может привести к ущербу жизни и здоровья людей
...		
II. Политическая значимость		
6. Прекращение или нарушение функционирования государственного органа в части невыполнения возложенной на него функции (полномочия)	Показатель неприменим	СКИИ не является государственным органом, а прекращение или нарушение функционирования ОКИИ не может привести к нарушению функционирования государственного органа в части невыполнения возложенной на него функции (полномочия)
...		

III. Экономическая значимость		
...		
9. Возникновение ущерба бюджету Российской Федерации, оцениваемого в снижении выплат (отчислений) в бюджет, осуществляемых субъектом критической информационной инфраструктуры (процентов прогнозируемого годового дохода федерального бюджета, усредненного за планируемый 3-летний период)	Показатель применим	III категория значимости Так как в ходе вычислений было получено значение, согласно которому снижение выплат в бюджет РФ = N, что больше 0.0003 и меньше 0.0006. <i>На данный момент существует проект методического документа «Рекомендации по оценке показателей критериев экономической значимости объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [14]. Несмотря на то, что проект официально не утвержден, не было найдено никаких запрещающих его использование оснований</i>
...		
IV. Экологическая значимость		
11. Вредные воздействия на окружающую среду, оцениваемые: а) на территории, на которой окружающая среда может подвергнуться вредным воздействиям	Показатель неприменим	Прекращение или нарушение функционирования ОКИИ не может привести к вредным воздействиям на окружающую среду
...		
V. Значимость для обеспечения обороны страны, безопасности государства и правопорядка		
...		
13. Снижение показателей государственного оборонного заказа, выполняемого (обеспечиваемого) субъектом критической информационной инфраструктуры, оцениваемое: а) в снижении объемов продукции (работ, услуг) в заданный период времени (процентов заданного объема продукции);	Показатель применим	II категория значимости Комиссией было установлено, что в результате прекращения или нарушения функционирования ОКИИ объем выпускаемой продукции был снижен на 12 % в заданный период времени, что больше 10 % и меньше 15 %. <i>В приведенном примере если будет нарушено функционирование ОКИИ в результате компьютерного инцидента, то может быть задержка при проведении оплаты при закупке материалов, необходимых для изготовления продукции. Отсутствие на производстве необходимых материалов может привести к снижению объемов выпускаемой продукции</i>
13. Снижение показателей государственного оборонного заказа, выполняемого (обеспечиваемого) субъектом критической информационной инфраструктуры, оцениваемое: б) в увеличении времени изготовления единицы продукции с заданным объемом (процентов установленного времени на изготовление единицы продукции)	Показатель неприменим	II категория значимости Комиссией было установлено, что в результате прекращения или нарушения функционирования ОКИИ время выпуска единицы продукции в заданный период времени увеличивается на 12 %, что больше 10 % и меньше 40 %. <i>В приведенном примере если будет нарушено функционирование ОКИИ в результате компьютерного инцидента, то может быть задержка при проведении оплаты при закупке материалов, необходимых для изготовления продукции. Отсутствие на производстве необходимых материалов может привести к увеличению времени выпуска единицы продукции</i>
...		

Обязанности СКИИ после проведения процедуры категорирования

В результате процедуры категорирования ОКИИ присваивается одна из категории значимости, либо ОКИИ признается незначимым.

В случае если ОКИИ признан незначимым, СКИИ обязан:

- выполнять требования Приказа № 31, в случае если ОКИИ является АСУ;
- выполнять требования иных НПА по защите информации, обрабатываемой ОКИИ (например, если ОКИИ обрабатывает информацию, отнесенную к персональным данным (ПДн), то необходимо обеспечить выполнение требований по защите ПДн в отношении данного ОКИИ);
- обеспечить информирование ГосСОПКА о компьютерных инцидентах на принадлежащих СКИИ ОКИИ (*Порядок информирования ГосСОПКА о компьютерных инцидентах регламентирован Приказом № 368, перечень информации, передаваемой в ГосСОПКА, определен в Приказе № 367. Положения указанных Приказов распространяются на все СКИИ вне зависимости от присвоения категории значимости ОКИИ*);
- раз в 5 лет или же при изменении показателей критериев значимости осуществлять пересмотр решения об отсутствии необходимости присвоения категории значимости ОКИИ.

В случае присвоения СКИИ одной из категорий значимости на СКИИ возлагается ответственность по построению системы безопасности значимых ОКИИ. Требования к созданию системы безопасности ЗОКИИ, а также требования по обеспечению безопасности ЗОКИИ регламентированы Приказом № 235 и Приказом № 239 соответственно. В случае если ЗОКИИ является АСУ, то в отношении ЗОКИИ также должны быть выполнены требования Приказа № 31.

Необходимо отметить, что так же, как и для незначимых ОКИИ, если ЗОКИИ обрабатывает информацию, в отношении которой установлены требования по защите НПА, не относящимися к сфере КИИ, выполнение требований этих НПА также является обязательным. При несоответствии мер, предусмотренных Приказом № 239, и мер, предусмотренных иными НПА, выработке подлежат более жесткие меры.

Помимо построения системы безопасности ЗОКИИ СКИИ обязан информировать ГосСОПКА об инцидентах информационной безопасности, а также раз в 5 лет или же при изменении показателей критериев значимости пересматривать решение о присвоении ОКИИ одной из категорий значимости.

Несмотря на то, что перечень требований в отношении ЗОКИИ достаточно обширен, с 01.09.2024 г. вступает в силу требование постановления Правительства Российской Федерации от 14 ноября 2023 г. № 1912 «О порядке перехода субъектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации на преимущественное применение доверенных программно-аппаратных комплексов на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» (далее – ПП 1912) [15], согласно которому с 01.09.2024 г. не допускается использование СКИИ на принадлежащих им ЗОКИИ программно-аппаратные комплексы, которые не являются доверенными. Также, согласно ПП 1912, СКИИ необходимо разработать планы перехода на доверенные программно-аппаратные комплексы.

Критерии признания программно-аппаратных комплексов доверенными программно-аппаратными комплексами приведены в приложении 1 к Правилам перехода субъектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации на преимущественное применение доверенных программно-аппаратных комплексов на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации (далее – Правила перехода) [15]. Правила перехода утверждены ПП 1912.

Ответственность

Сфера КИИ имеет особое значение для государства, в связи с этим нарушения при обеспечении безопасности КИИ могут привести к материальной, гражданско-правовой, дисциплинарной, административной и (или) уголовной ответственности.

В табл. 3 приведена ответственность, предусмотренная Уголовным кодексом Российской Федерации [13].

В табл. 4 приведены размеры штрафов за совершение административных правонарушений [12].

Таблица 3. Ответственность, предусмотренная Уголовным кодексом РФ

Статья	Наказание
УК РФ Статья 274.1. Неправомерное воздействие на критическую информационную инфраструктуру Российской Федерации	
Создание, распространение и (или) использование компьютерных программ либо иной компьютерной информации, заведомо предназначенных для неправомерного воздействия на КИИ, в том числе для уничтожения, блокирования, модификации, копирования информации, содержащейся в ней, или нейтрализации средств защиты указанной информации	Принудительные работы на срок до пяти лет с ограничением свободы на срок до двух лет или без такового либо лишением свободы на срок от двух до пяти лет со штрафом в размере от пятисот тысяч до одного миллиона рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от одного года до трех лет
Неправомерный доступ к охраняемой компьютерной информации, содержащейся в КИИ, в том числе с использованием компьютерных программ либо иной компьютерной информации, которые заведомо предназначены для неправомерного воздействия на КИИ, или иных вредоносных компьютерных программ, если он повлек причинение вреда КИИ	Принудительные работы на срок до пяти лет со штрафом в размере от пятисот тысяч до одного миллиона рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от одного года до трех лет и с ограничением свободы на срок до двух лет или без такового либо лишением свободы на срок от двух до шести лет со штрафом в размере от пятисот тысяч до одного миллиона рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от одного года до трех лет
Нарушение правил эксплуатации средств хранения, обработки или передачи охраняемой компьютерной информации, содержащейся в КИИ, или информационных систем, информационно-телекоммуникационных сетей, автоматизированных систем управления, сетей электросвязи, относящихся к КИИ, либо правил доступа к указанным информации, информационным системам, информационно-телекоммуникационным сетям, автоматизированным системам управления, сетям электросвязи, если оно повлекло причинение вреда КИИ	Принудительные работы на срок до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового либо лишением свободы на срок до шести лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового
Деяния, совершенные группой лиц по предварительному сговору или организованной группой, или лицом с использованием своего служебного положения	Лишение свободы на срок от трех до восьми лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового
Деяния, повлекшие тяжкие последствия	Лишение свободы на срок от пяти до десяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до пяти лет или без такового

Таблица 4. Штрафы за совершение административных правонарушений

п/п	Статья	Штраф	
		Должностное лицо	Юридическое лицо
КоАП РФ Статья 13.12.1. Нарушение требований в области обеспечения безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации			
·	Нарушение требований к созданию систем безопасности ЗОКИИ	10–50 тыс. р.	50–100 тыс. р.
·	Нарушение порядка информирования о компьютерных инцидентах, принятия мер по ликвидации последствий компьютерных атак, проведенных в отношении ЗОКИИ	10–50 тыс. р.	100–500 тыс. р.
3.	Нарушение порядка обмена информацией о компьютерных инцидентах между СКИИ, между СКИИ и уполномоченными органами иностранных государств, международными, международными неправительственными и иностранными организациями, осуществляющими деятельность в области реагирования на компьютерные инциденты	20–50 тыс. р.	100–500 тыс. р.
КоАП РФ Статья 19.7.15. Непредставление сведений, предусмотренных законодательством в области обеспечения безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации			
1.	Непредставление или нарушение сроков представления в ФСТЭК сведений о результатах присвоения ОКИИ одной из категорий значимости, предусмотренных законодательством в области обеспечения безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, либо об отсутствии необходимости присвоения ему одной из таких категорий, либо представление недостоверных сведений	10–50 тыс. р.	50–100 тыс. р.
		Повторное совершение административного правонарушения	
		50–100 тыс. р.	100–200 тыс. р.
2.	Непредставление или нарушение порядка либо сроков представления в ГосСОПКА информации, предусмотренной законодательством в области обеспечения безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, за исключением случаев, предусмотренных частью 2 статьи 13.12.1 настоящего Кодекса	10–50 тыс. р.	100–500 тыс. р.

Вывод

Несмотря на то, что прошло уже 5 лет с момента вступления в силу № 187-ФЗ, далеко не все организации, являющиеся СКИИ, выполнили требования настоящего Федерального закона и подзаконных ему актов. Количество требований, предъявляемых к СКИИ, достаточно велико, и разобраться в некоторых из них может быть достаточно трудно.

В статье рассмотрены основные положения законодательства по обеспечению безопасности КИИ и мероприятия, которые должны быть реализованы СКИИ в соответствии с этими положениями. На примере более подробно рассмотрена оценка возможного ущерба при возникновении компьютерного инцидента на ОКИИ и даны пояснения по присвоению ОКИИ одной из категорий значимости. Также в статье рассмотрены основные виды ответственности, предусмотренные в сфере КИИ, в связи с чем необходимо отметить, что внимание государства к сфере КИИ только растет и невыполнение требований по обеспечению безопасности КИИ может привести к негативным последствиям для СКИИ.

Список использованных источников и литературы

1. Чернышенко: почти 66 тыс. кибератак на объекты КИИ были отражены в 2023 году // Interfax-Russia. – URL: <https://www.interfax-russia.ru/main/chernyshenko-pochti-66-tys-kiberatak-na-obekty-kii-byli-otrazheny-v-2023-godu> (дата обращения: 16.04.2024).
2. Федеральный закон от 26 июля 2017 г. № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» // ИПО «Гарант». – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/71730198/paragraph/1:0> (дата обращения: 16.04.2024).
3. Постановление Правительства РФ от 8 февраля 2018 г. № 127 «Об утверждении Правил категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, а также перечня показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и их значений» // ИПО «Гарант». – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/71876120/paragraph/1:0> (дата обращения: 16.04.2024).
4. Приказ Федеральной службы по техническому и экспортному контролю от 14 марта 2014 г. № 31 «Об утверждении Требований к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды» // ИПО «Гарант». – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/70690918/paragraph/1/doclist/9124/1/0/0/%D1%84%D1%81%D1%82%D1%8D%D0%BA%2031%201> (дата обращения: 16.04.2024).
5. Приказ Федеральной службы по техническому и экспортному контролю от 21 декабря 2017 г. № 235 «Об утверждении Требований к созданию систем безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и обеспечению их функционирования» // ИПО «Гарант». – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/71886248/paragraph/1:0> (дата обращения: 16.04.2024).
6. Приказ Федеральной службы по техническому и экспортному контролю от 22 декабря 2017 г. № 236 «Об утверждении формы направления сведений о результатах присвоения объекту критической информационной инфраструктуры одной из категорий значимости либо об отсутствии необходимости присвоения ему одной из таких категорий» // ИПО «Гарант». – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/71924214/paragraph/1:0> (дата обращения: 16.04.2024).
7. Приказ Федеральной службы по техническому и экспортному контролю от 25 декабря 2017 г. № 239 «Об утверждении Требований по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» // ИПО «Гарант». – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/71730198/paragraph/1:0> (дата обращения: 16.04.2024).
8. Приказ ФСБ России от 24 июля 2018 г. № 366 «О Национальном координационном центре по компьютерным инцидентам» // ИПО «Гарант». – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/72041506/paragraph/1:0> (дата обращения: 16.04.2024).
9. Приказ ФСБ России от 24 июля 2018 г. № 367 «Об утверждении Перечня информации, представляемой в государственную систему обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации и Порядка представления информации в государственную систему обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации» // ИПО «Гарант». – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/72041504/paragraph/1/doclist/6307/1/0/0/%D1%84%D1%81%D0%B1%20367:2> (дата обращения: 16.04.2024).
10. Приказ ФСБ России от 24 июля 2018 г. № 368 «Об утверждении Порядка обмена информацией о компьютерных инцидентах между субъектами критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, между субъектами критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и уполномоченными органами иностранных государств, международными, международными неправительственными организациями и иностранными организациями, осуществляющими деятельность в области реагирования на компьютерные инциденты, и Порядка получения субъектами критической информационной инфраструктуры Российской Федерации информации о средствах и способах проведения компьютерных атак и о методах их предупреждения и обнаружения» // ИПО «Гарант». – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/72041500/paragraph/1/doclist/6337/1/0/0/%D1%84%D1%81%D0%B1%20368:4> (дата обращения: 16.04.2024).
11. Информационное сообщение ФСТЭК России № 240/25/3752 от 24.08.2018 «По вопросам представления перечней объектов КИИ, подлежащих категорированию, и направления сведений о результатах присвоения объекту КИИ одной из категорий значимости либо об отсутствии необо-

димости присвоения ему одной из таких категорий» // ГАРАНТ.РУ. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71935164/> (дата обращения: 16.04.2024).

12. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ // ИПО «Гарант». – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/12125267/paragraph/1:0> (дата обращения: 16.04.2024).

13. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13 июня 1996 г. № 63-ФЗ // ИПО «Гарант». – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/10108000/paragraph/26654339:0> (дата обращения: 16.04.2024).

14. Федеральная служба по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России). Методический документ. Рекомендации по оценке показателей критериев экономической значимости объектов критической информационной инфраструктуры российской федерации // ФСТЭК России. – URL: <https://fstec.ru/dokumenty/vse-dokumenty/proekty/proekt-metodicheskogo-dokumenta-2> (дата обращения: 16.04.2024).

15. Постановление Правительства РФ от 14 ноября 2023 г. № 1912 «О порядке перехода субъектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации на преимущественное применение доверенных программно-аппаратных комплексов на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» // ИПО «Гарант». – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/408012691/paragraph/1/doclist/3566/1/0/0/%D0%BF%D0%BF%201912:0> (дата обращения 18.04.2024).

A. L. Zhelezkova, Student
E. F. Stukalina, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Information Security
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Protection of critical information infrastructure. Basic provisions

Since 2018, the protection of critical information infrastructure has been one of the most important tasks, and therefore, compliance with the requirements for ensuring the security of critical information infrastructure is carefully monitored by the state. The article discusses the main measures that must be carried out by the subjects of critical information infrastructure to ensure the security of critical information infrastructure facilities.

Keywords: critical information infrastructure, subject of critical information infrastructure, object of critical information infrastructure, significant object of critical information infrastructure, state system for detecting, preventing and eliminating the consequences of computer attacks on information resources of the Russian Federation, National Computer Incident Coordination Center, Federal Service for Technical and Export Control, Federal Security Service.

В. В. Зеленин, студент
П. А. Кудашев, старший преподаватель
Кафедра «Информационная безопасность»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Сбор и анализ: эффективная практика управления логами на основе программного обеспечения стека ELK

Рассматриваются различные средства сбора информации о системе. Изложены преимущества и недостатки различных средств сбора записей из журнала регистрации событий, произведена настройка стека ELK.

Ключевые слова: информационная безопасность, средства анализа журнала регистрации, визуализация событий системы, стек ELK.

Введение

В мире информационных технологий сбор, анализ и реагирование на логи играют ключевую роль в обеспечении надежности, безопасности и производительности систем. Логи – это записи событий, происходящих в приложениях, операционных системах, сетях и других компонентах ИТ-инфраструктуры. Они являются ценным источником данных, позволяющим отслеживать деятельность системы, выявлять проблемы, вести аудит и реагировать на инциденты.

Однако эффективное управление логами представляет собой сложную задачу, особенно в контексте масштабируемых и распределенных систем. В этой статье мы рассмотрим основные принципы сбора, анализа и реагирования на логи, а также лучшие практики и инструменты, которые помогают справиться с этими задачами.

В начале развития информационных технологий сбор логов был в значительной степени ручным процессом. Администраторы систем вручную анализировали журналы событий, часто хранимые в текстовых файлах или базах данных. Этот метод был трудоемким и неэффективным, особенно в случае крупных систем с большим объемом событий.

С появлением компьютерных сетей и распространением распределенных систем возникла необходимость в автоматизации процесса сбора и анализа логов. Первые системы управления логами (Log Management Systems) были разработаны для сбора, хранения и анализа журналов событий с нескольких источников. Они предоставляли базовые функции фильтрации, поиска и отчетности, что значительно упростило работу администраторов.

С течением времени технологии управления логами стали более продвинутыми и интегрированными. В настоящее время в сфере ИТ существует множество мощных и разнообразных инструментов для сбора, анализа и реагирования на логи. Многие из них предлагают расширенные возможности мониторинга, корреляции событий, автоматизации реагирования на инциденты и даже прогностического анализа.

Среди наиболее популярных инструментов современности можно выделить системы, такие как ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana), Splunk, ArcSight. Из российских продуктов стоит рассмотреть: MaxPatrol SIEM, Kaspersky Unified Monitoring and Analysis Platform, СёрчИнформ SIEM.

Рассмотрим характеристики систем по параметрам, представленным в таблице.

Характеристики средств инструментов сбора логов

Параметр	ELK Stack с Rule Engine [1]	Splunk [2]	ArcSight [3]	Max Patrol Siem [4]	Kaspersky Unified Monitoring and Analysis Platform [5]	СёрчИнформ SIEM [6]
Коллекция данных	+	+	+	+	+	+
Корреляция событий	+	+	+	+	+	+
Интеграция с другими системами	+	+	+	+	+	+
Гибкость настройки	+	+	+	+	+	+
Стоимость	Бесплатно	150\$ месяц	140\$ месяц	7500₽	5000₽	7000₽
Масштабируемость	+	+	+	+	+	+
Поддержка Linux	+	+	+	+	+	+

Стек ELK (Elasticsearch, Logstash, Kibana) предоставляет ряд преимуществ, которые делают его популярным выбором для управления логами и анализа данных. Вот некоторые из ключевых преимуществ ELK-стека:

1. **Гибкость** и масштабируемость: Каждый компонент ELK-стека (Elasticsearch, Logstash, Kibana) разработан для масштабируемости и гибкости. Elasticsearch обеспечивает распределенное хранение и поиск данных, Logstash предоставляет мощные инструменты для сбора, обработки и отправки данных, а Kibana предоставляет интуитивно понятный интерфейс для визуализации и анализа данных. Эта гибкость позволяет адаптировать стек ELK к различным потребностям и масштабировать его в соответствии с ростом объема данных.

2. **Открытость и расширяемость:** ELK-стек является открытым и расширяемым, что позволяет интегрировать его с различными инструментами и технологиями. Это делает его привлекательным выбором для организаций, которые хотят создать комплексные решения для управления логами и анализа данных, включая интеграцию с инструментами безопасности, мониторинга производительности и другими.

3. **Экосистема и сообщество поддержки:** ELK-стек имеет большое и активное сообщество пользователей и разработчиков, которые постоянно вносят новые функции, исправляют ошибки и делятся своими знаниями и опытом. Это обеспечивает надежную поддержку и ресурсы для пользователей ELK-стека, включая документацию, форумы обсуждения, учебные материалы и многие другие.

4. **Мощные возможности анализа и визуализации:** Kibana предоставляет широкий спектр возможностей для визуализации и анализа данных, включая графики, диаграммы, дашборды, а также возможности для создания пользовательских отчетов и запросов. Это позволяет пользователям быстро и эффективно анализировать и визуализировать данные логов для выявления трендов, аномалий и проблем.

5. **Расширенные функции поиска и запросов:** Elasticsearch обеспечивает мощные возможности поиска и запросов данных, включая полнотекстовый поиск, фильтрацию, агрегацию, гео-запросы и многое другое. Это позволяет пользователям быстро и эффективно находить нужные данные в больших объемах логов.

6. **Доступность:** Elasticsearch предоставляет расширенные возможности поиска и запросов данных абсолютно бесплатно, благодаря своему открытому исходному коду. Это позволяет пользователям эффективно управлять большими объемами данных без дополнительных затрат на лицензирование или подписку.

ELK-стек – это сокращение, состоящее из трех проектов: Elasticsearch, Logstash и Kibana. Разработанный компанией Elastic, этот стек включает в себя основные инструменты для обработки, хранения и визуализации данных. Elasticsearch является центральным компонентом, объединяющим функциональность базы данных, поиска и аналитики. Logstash выполняет обработку данных на сервере, собирая информацию из различных источников, парся логи и направляя их в Elasticsearch. Kibana предоставляет пользовательский интерфейс

для визуализации данных с использованием диаграмм и графиков, а также для администрирования базы данных[1]. Далее более детально рассмотрим каждую систему отдельно.

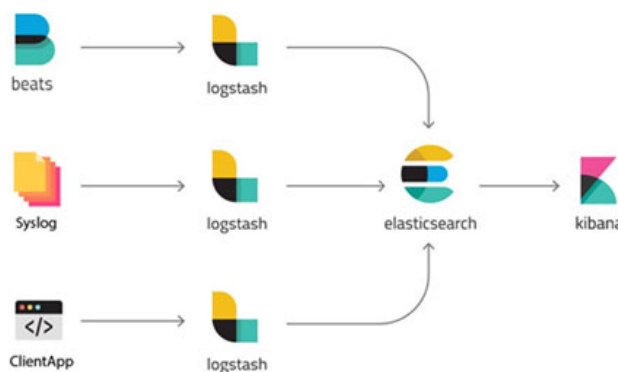


Рис. 1. Стек ELK

Практическая часть

Logstash – это инструмент для обработки лог-событий, собираемых из различных источников. Он позволяет анализировать, преобразовывать и направлять эти данные в конечное хранилище. С помощью Logstash можно извлекать поля и значения из сообщений, настраивать фильтрацию и редактировать данные перед их отправкой. Конфигурация Logstash осуществляется через специальные конфигурационные файлы, которые определяют входящие потоки данных (input), применяемые фильтры (filter) и исходящие потоки данных (output). Типичная конфигурация Logstash включает один или несколько файлов с такими настройками. Вот простейший пример конфигурационного файла Logstash:

```
input {  
}  
  
filter {  
}  
  
output {  
}
```

Рис. 2. Конфигурационный файл

В разделе INPUT мы настраиваем параметры для получения логов, определяя порт и протокол для приема данных либо указывая путь к файлам, которые нужно мониторить на наличие новых или измененных записей.

В FILTER мы определяем правила для обработки логов: это включает разбор полей, редактирование значений, добавление новых параметров или удаление ненужной информации. FILTER предоставляет широкие возможности для манипуляции входящими сообщениями.

В разделе OUTPUT мы указываем, куда направлять обработанные логи. Например, если используется Elasticsearch, мы можем отправлять JSON-запросы с разобранными полями и их значениями. Для целей отладки можно выводить данные в стандартный поток вывода (stdout) или записывать в файл.

Это основные элементы конфигурации Logstash, которые позволяют настраивать процесс обработки логов согласно требованиям и целям проекта.

Изначально разработанный для полнотекстового поиска, Elasticsearch стал популярным решением благодаря своей легкости масштабирования, возможностям репликации и другим удобствам. Это идеальное решение для высоконагруженных проектов с большими объемами данных. Elasticsearch представляет собой NoSQL хранилище документов в формате JSON, основанное на поисковой системе Lucene, и работает на Java Virtual Machine.

Каждое поступающее сообщение, независимо от того, приходит оно через Logstash или через API-запрос, индексируется как «документ» – аналог таблицы в реляционных базах данных SQL. Все эти документы хранятся в индексе, который аналогичен базе данных в SQL.

Пример структуры документа в Elasticsearch:

```
{
  "_index": "checkpoint-2019.10.10",
  "_type": "_doc",
  "_id": "yVhZclwBygXz5H1aycBy",
  "_version": 1,
  "_score": null,
  "_source": {
    "layer_uid": [
      "dae7f01c-4c98-4c3a-a643-bfbb8fcf40f0",
      "dbee3718-cf2f-4de0-8681-529cb75be9a6"
    ],
    "outzone": "External",
    "layer_name": [
      "TSS-Standard Security",
      "TSS-Standard Application"
    ],
    "time": "1565269565",
    "dst": "103.5.198.210",
    "parent_rule": "0",
    "host": "10.10.10.250",
    "ifname": "eth6",
  ]
}
```

Рис. 3. Структура документа в Elasticsearch

Для работы с базой данных Elasticsearch используется REST API, через который отправляются JSON-запросы [1]. Эти запросы могут запрашивать документы по индексу или получать различную статистику. Таким образом, взаимодействие с базой данных осуществляется по принципу «вопрос – ответ».

Для визуализации и анализа данных, полученных из Elasticsearch, используется Kibana. Kibana представляет собой веб-сервис, который предоставляет пользовательский интерфейс для создания диаграмм, графиков и других визуальных элементов на основе данных из Elasticsearch. Это позволяет администраторам и разработчикам эффективно анализировать и мониторить данные в реальном времени.

Kibana, помимо возможности извлечения данных и запроса статистики из базы данных Elasticsearch, также предоставляет мощные инструменты для визуализации и анализа данных. На основе ответов от Elasticsearch строятся красивые графики и дашборды, которые позволяют легко интерпретировать информацию и принимать обоснованные решения. Кроме того, Kibana предоставляет функционал администрирования базы данных Elasticsearch.

Примеры дашбордов по межсетевому экрану Check Point и сканеру уязвимостей OpenVas, которые можно построить, представлены на рис. 4 и 5.

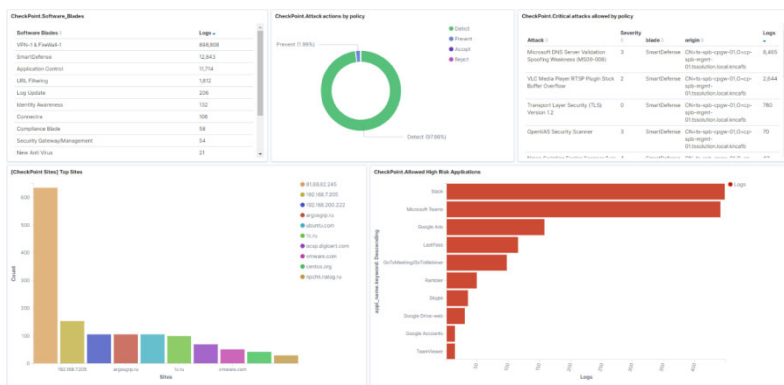


Рис. 4. Пример дашборда для Check Point

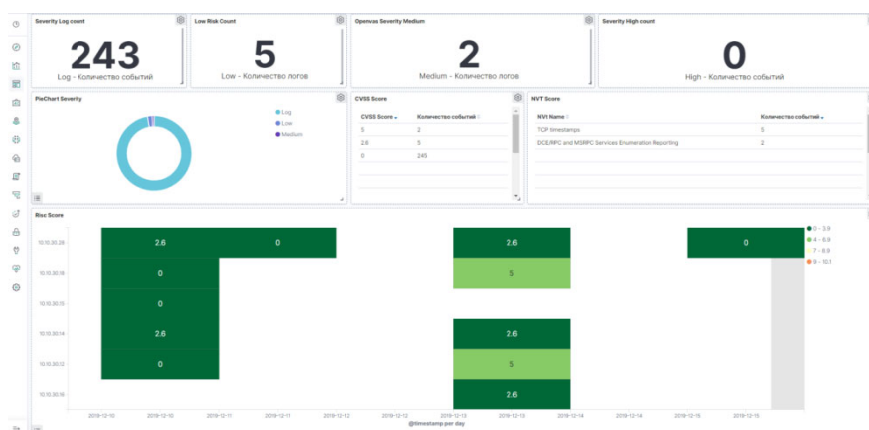


Рис. 5. Пример дашборда для OpenVas

Вывод

ELK-стек – это одно из наиболее мощных и широко используемых решений для управления и визуализации данных. Этот стек, состоящий из Elasticsearch, Logstash и Kibana, предоставляет комплексное решение для сбора, обработки, хранения и визуализации различных типов данных.

Elasticsearch, являющийся основой всей системы, обеспечивает высокую производительность и масштабируемость для хранения и поиска данных. Его гибкость позволяет эффективно работать с различными типами данных, включая текстовую информацию, логи событий и многие другие.

Logstash играет ключевую роль в процессе сбора и обработки данных. Этот инструмент позволяет структурировать, фильтровать и направлять данные в Elasticsearch для последующего анализа и визуализации. Благодаря своей гибкости и настраиваемости, Logstash обеспечивает эффективное управление данными в реальном времени.

Kibana, в свою очередь, предоставляет пользовательский интерфейс для визуализации данных, полученных из Elasticsearch. С помощью широкого спектра инструментов для создания диаграмм, графиков и дашбордов Kibana помогает аналитикам и администраторам быстро и наглядно интерпретировать информацию и принимать обоснованные решения.

В контексте информационной безопасности ELK-стек играет важную роль в мониторинге и анализе безопасности сети и приложений. С помощью интеграции с различными системами мониторинга и сканирования уязвимостей, такими как межсетевые экраны и сканеры уязвимостей, ELK-стек позволяет быстро обнаруживать потенциальные угрозы, анализировать атаки и принимать меры по их предотвращению.

Таким образом, ELK-стек не только обеспечивает эффективное управление данными, но и является мощным инструментом для обеспечения безопасности информационных систем и защиты от киберугроз.

Список использованных источников и литературы

1. Elastic co. Elastic stack. – URL: <https://www.elastic.co/elastic-stack> (дата обращения: 11.04.2024)
2. Splunk. – URL: <https://www.splunk.com> (дата обращения: 11.04.2024).
3. OpenText. ArcSight. – URL: <https://www.microfocus.com/en-us/cyberres/secops> (дата обращения: 11.04.2024).
4. Positive technologies. MaxPatrol SIEM. – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/products/mpsiem/> (дата обращения: 11.04.2024).
5. Kaspersky. Kaspersky Unified Monitoring and Analysis Platform. – URL: <https://go.kaspersky.com/ru> (дата обращения: 11.04.2024).
6. Searchinform. СерчИнформSIEM. – URL: <https://searchinform.ru/products/siem/?ysclid=lv70htmla0640682430> (дата обращения: 11.04.2024).

V. V. Zelenin, Student
P. A. Kudashev, Senior Lecturer
Department of Information Security
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Collection and analysis: Effective log management practices based on the ELK stack software

Various means of collecting information about the system are considered. The advantages and disadvantages of various means of collecting records from the event log are described, and the ELK stack is configured.

Keywords: information security, log analysis tools, visualization of system events, ELK stack.

А. А. Каринцев, студент
Д. В. Ардашев, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Информационная безопасность»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Метод обнаружения сетевой стеганографии на основе вычисления информационной энтропии

Статья посвящена вопросу защиты локальной сети от возможной утечки информации через скрытый канал, построенный по принципам сетевой стеганографии. Рассмотрен механизм работы метода, с помощью которого может быть организован скрытый канал, а также способ обнаружения такого канала.

Ключевые слова: сетевая стеганография, сетевой протокол, модификация, информационная энтропия.

В современный век интенсивного развития информационных технологий компьютерные сети являются неотъемлемой частью информационного общества. Каждый месяц через глобальную сеть Интернет производится обмен огромным количеством информации, которое исчисляется эксабайтами данных [1]. Несмотря на явные преимущества, такие как простота и удобство коммуникации, подключение компьютера к интернету может выступать каналом утечки конфиденциальной информации. Для предотвращения нештатных ситуаций, связанных с утечками конфиденциальной информации, специалистами по информационной безопасности был разработан ряд программных решений, таких как DLP, SIEM и IDS-системы. Данные системы могут распознать несанкционированные действия злоумышленника, но и они могут оказаться бессильными, если канал утечки информации почти ничем не будет отличаться от обычного канала передачи данных. Такой канал принято называть *скрытым каналом*.

Скрытый канал использует избыточность канала передачи данных для отправки тайного сообщения, о котором будут знать только отправитель и принимающая сторона. Данный принцип напоминает сокрытие информации с помощью методов стеганографии, поэтому в 2003 г. был введен новый термин – «*сетевая стеганография*».

Стеганография – это способ передачи тайного сообщения, при котором скрывается сам факт передачи такого сообщения. Для сокрытия факта передачи тайного сообщения используется *стегоконтейнер* – информация, не вызывающая подозрений у стороннего наблюдателя и содержащая в себе тайное сообщение. В качестве стегоконтейнера зачастую выбирают мультимедиа-объекты, такие как картинки, аудио- и видеофайлы, т. к. в них легко спрятать информацию.

Методы сетевой стеганографии эксплуатируют особенности функционирования протоколов передачи данных, используемых в компьютерных сетях. Для скрытой передачи информации в качестве стегоконтейнера могут выступать различные поля PDU (Protocol Data Unit).

Способ построения скрытого канала

Некоторые служебные поля заголовков IP и TCP могут быть модифицированы без угрозы нарушения работы этих протоколов. В текущем разделе будет рассмотрен метод создания стеганографического скрытого канала, который модифицирует содержимое рассматриваемых заголовков. Информация о заголовке IP-пакета приведена в документе RFC 791 [2].

Сначала рассмотрим структуру заголовка IP-пакета версии 4, приведенную ниже на рис. 1. Поле Identification обладает одним свойством: ему присваивается некоторое уникаль-

ное (для отправителя пакета) значение [2]. Поскольку данное поле необходимо только для того, чтобы правильно собрать фрагменты дейтаграммы, то можно предположить, что для нефрагментированного пакета оно может быть каким угодно (в пределах установленной длины – 16 бит). Следовательно, в поле Identification можно записать 2 байта тайного сообщения. Пересчет контрольной суммы заголовка не представляет технических проблем.

0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Ver.		IHL		Type of Service								Total Length																			
		Identification								Flags		Fragment Offset																			
Time to Live				Protocol				Header Checksum																							
Source Address																															
Destination Address																															
Options																								Padding							

Рис. 1. Структура заголовка IPv4-пакета

Теперь рассмотрим заголовок TCP (рис. 2). Информацию о его структуре можно найти в документе RFC 793 [3].
Начальное значение поля Sequence Number (32 бита) устанавливается исходя из значения Initial Sequence Number (ISN), которое генерируется заново каждый раз, когда устанавливается новое соединение по протоколу TCP [3]. Таким образом, при установлении соединения поле Sequence Number не привязано к конкретным значениям и может быть использовано для кодирования символов передаваемого тайного сообщения.

0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Source Port																Destination Port															
								Sequence Number																							
Acknowledgement Number																															
Data Offset				Reserved				U	A	P	R	S	F	Window																	
								R	C	S	S	S	I																		
								G	K	H	I	N	N																		
Checksum																Urgent Pointer															
Options																								Padding							
data																															

Рис. 2. Структура заголовка TCP-сегмента

На рис. 3 представлена схема, описывающая метод создания стеганографического канала, построенного на базе протоколов TCP и IP. Отправитель использует для внедрения скрытого сообщения служебное поле Identification (2 байта) и служебное поле Sequence Number (4 байта). Таким образом, в одном пакете, который состоит из заголовков протоколов IP и TCP, можно передать 6 байт стеганограммы – тайного сообщения. Чтобы минимизировать количество отправленных пакетов, можно инициировать соединение каждый раз, когда пакет будет отправлен. Для этого необходимо установить значение флага SYN TCP-сегмента

равным 1. Отправляя такие пакеты на разные порты назначения (поле Destination Port), можно имитировать работу сканера портов. Поскольку стандартные средства защиты информации не проверяют содержимое служебных полей заголовков, спрятанное таким образом сообщение будет трудно обнаружить, не зная о существовании скрытого канала.

Принимающая сторона может извлечь значения из нужных полей IP-пакета с помощью программных средств, например, большинством анализаторов сетевого трафика.

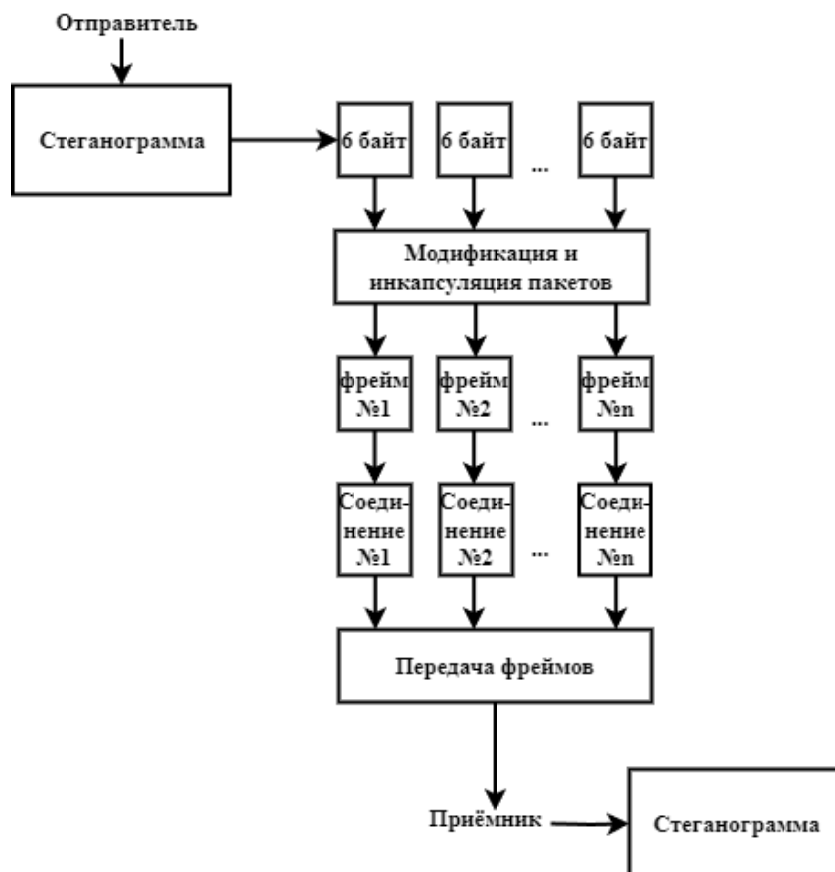


Рис. 3. Схема метода на основе изменения служебных полей протоколов TCP/IP

Следует отметить, что поле Identification можно использовать только в том случае, если IP-пакет не будет фрагментирован. Поэтому, используя данный метод стеганографии, необходимо либо запрещать фрагментирование пакета, что может привести к его потере, либо подбирать размер IP-пакета таким образом, чтобы его размер был в пределах некоторого максимального значения, которое будет пропускаться параметром MTU (Maximum Transmission Unit) большинства наиболее распространенных сетевых интерфейсов.

Способ обнаружения скрытого канала

Для обнаружения сетевой стеганографии могут быть применены *статистические методы*. Статистические методы используют *статистический анализ* и опираются на массив данных о пакетах, передаваемых в сети. Есть ряд параметров, по которым можно сделать вывод о наличии в сети скрытого канала. Таким параметром может выступать *энтропия по Шеннону*.

Энтропия по Шеннону – это мера, характеризующая количество информации об исходах событий с разной вероятностью. Применительно к естественному языку, например к английскому, энтропия показывает количество информации в сообщении. Если вероятность появления определенного символа в сообщении равна 100 %, то энтропия равна 0 – сообщение содержит минимум информации. И наоборот, энтропия максимальна, когда веро-

ятность появления всех символов одинакова [4]. Ниже приведена формула (1) для расчета информационной энтропии, где p_i – это вероятность появления в сообщении i -го символа исходного алфавита:

$$-\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i. \quad (1)$$

Рассмотрим пример, использующий формулу расчета энтропии. Есть две строки:

- «ПРОТОКОЛ»;
- «QWRKOJFE».

Обе строки содержат одинаковое количество символов (8), однако вторая строка была набрана случайным образом, в то время как первая – слово из русского языка. Составим таблицу вероятностей появления определенных символов в этих строках.

Таблица 1. Вероятности появления символов

Символ	Вероятность	Символ	Вероятность
П	1/8	Q	1/8
Р	1/8	W	1/8
О	3/8	R	1/8
Т	1/8	K	1/8
К	1/8	O	1/8
Л	1/8	J	1/8
–	–	F	1/8
–	–	E	1/8

Зная вероятности появления символов, можно рассчитать значение энтропии для обеих строк по формуле (1):

- 1) $E1 = -\frac{1}{8} \cdot \log_2 \frac{1}{8} - \frac{1}{8} \cdot \log_2 \frac{1}{8} - \frac{3}{8} \cdot \log_2 \frac{3}{8} - \frac{1}{8} \cdot \log_2 \frac{1}{8} - \frac{1}{8} \cdot \log_2 \frac{1}{8} - \frac{1}{8} \cdot \log_2 \frac{1}{8} = 2,405625$;
- 2) $E2 = 8 \cdot \left(-\frac{1}{8} \cdot \log_2 \frac{1}{8}\right) = 3$

Значение энтропии для первой строки – 2,405625. Значение энтропии для второй строки – 3. Данные расчеты подтверждают то, что энтропия – это мера неопределенности. Чем больше энтропия, рассчитанная для строки текста, тем больше различных символов в ней используется.

Таким образом, энтропию можно использовать для обнаружения модификации случайных значений полей Identification и Sequence Number. При замене байтов этих полей на байты стеганограммы значение информационной энтропии должно стать меньше.

Для проверки данной теории были произведены дополнительные расчеты. В локальной сети с помощью анализатора сетевого трафика Wireshark были сохранены шесть дампов по 100 сетевых пакетов в каждом. В трех дампах представлены обычные пакеты с IP и TCP-заголовками. В трех других дампах в поля Identification и Sequence Number сетевых пакетов были записаны байты стеганограммы. В процессе расчета байты полей Identification и Sequence Number каждого пакета конкатенировались, и вычислялось общее значение энтропии. После расчета энтропии для каждого из пакетов рассматриваемого дампа вычислялось среднее значение энтропии полей Identification и Sequence Number всего дампа. Было проведено три контрольных измерения, результаты которых представлены ниже в табл. 2.

Таблица 2. Результаты измерений энтропии

Показатели	Дамп № 1	Дамп № 2	Дамп № 3
Энтропия (обычный дамп), бит	2,568	2,578	2,578
Энтропия (есть скрытый канал), бит	2,395	2,369	2,397
Разница энтропии, %	7,223	8,822	7,551

Исходя из результатов, представленных в табл. 2, можно сделать вывод, что значение информационной энтропии полей Identification и Sequence Number при реализации скрытого канала в среднем на 7–8 % ниже, чем при отсутствии скрытого канала.

Выводы

В статье рассмотрен метод сетевой стеганографии, использующий уязвимости протоколов TCP и IP для внедрения в сетевой пакет стеганограммы. Уязвимость заключается в «гибкости» возможных значений некоторых служебных полей заголовков протоколов IP и TCP, что позволяет изменять их для нужд злоумышленника. Скрытый канал, построенный с помощью рассмотренного метода, может привести к утечке конфиденциальной информации из локальной сети.

Для своевременного обнаружения скрытого канала целесообразно использовать статистические методы обнаружения. В данной статье рассмотрен статистический метод на основе вычисления энтропии служебных полей заголовков протоколов IP и TCP, которые могут подвергнуться модификации. Проведенное исследование показало, что среднее значение энтропии полей модифицированных пакетов немного меньше, чем у обычных. Данная особенность может быть использована вместе с другими средствами обнаружения для оперативного вычисления скрытого канала в локальной сети.

Список использованных источников и литературы

1. Data volume of global consumer IP traffic from 2017 to 2022. – URL: <https://www.statista.com/statistics/267202/global-data-volume-of-consumer-ip-traffic/> (дата обращения: 03.04.2024).
2. RFC 791. Internet Protocol. – URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt> (дата обращения: 03.04.2024).
3. RFC 793. Transmission Control Protocol. – URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc793.txt> (дата обращения: 03.04.2024).
4. Информация об информации. Энтропия Шеннона, демон Максвелла и предел Ландауэра. – URL: <https://habr.com/ru/articles/791130/> (дата обращения: 03.04.2024).

A. A. Karintsev, Student

D. V. Ardashev, PhD in Engineering, Associate Professor

Department of Information Security

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Network steganography detection based on computation of information entropy

The article is devoted to the issue of protection of the local network from possible information leakage through the covert channel, built on the principles of network steganography. The working mechanism of the method by which a covert channel can be organized, as well as the method of detection of such a channel are considered.

Keywords: network steganography, network protocol, modification, information entropy.

И. А. Касаткин, студент
Кафедра «Информационная безопасность»
Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

Обзор системы безопасности стандарта промышленной связи Open Platform Communications Unified Architecture

В статье рассматриваются механизмы обеспечения защиты информации в стандарте OPC UA. Особое внимание уделяется протоколам создания и поддержки защищенного канала связи. Подробно рассматриваются алгоритмы шифрования и хеширования, используемые в протоколах.

Ключевые слова: OPC UA, система безопасности, протоколы безопасности для создания защищенных каналов, алгоритмы шифрования и хеширования.

В современном мире все чаще встречается явление автоматизации различных процессов. Это также касается производственных объектов и промышленных систем. В данной области особое место занимают безопасность и защита данных, т. к. порча или кража информации может принести большие убытки. Поэтому стандарты обмена информацией в таких сетях часто делают упор на безопасность. Одним из таких стандартов является OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture). Он был разработан как глобальный промышленный стандарт для обеспечения надежного и безопасного обмена данными между устройствами и системами различного уровня – от непосредственно производственного оборудования до корпоративных информационных систем.

Модель данных OPC UA представляет собой структуру, которая позволяет описывать сложные системы и их взаимосвязи в промышленных объектах и других приложениях (рис. 1). В основе информационной модели OPC UA лежат объекты и типы данных, которые позволяют ей быть универсальной и расширяемой для удовлетворения всевозможных потребностей промышленной индустрии [1].

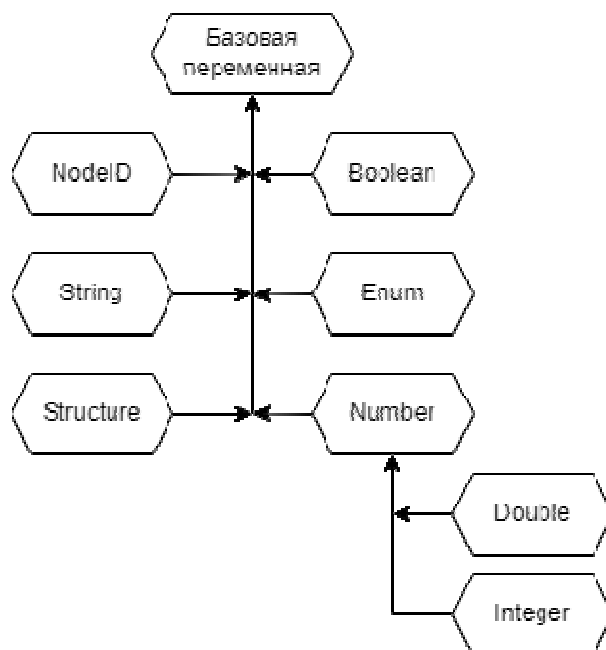


Рис. 1. Структура модели данных в OPC UA

Взаимодействие сервера и клиента (рис. 2) происходит по двум принципам: протокол «запрос – ответ» и система «издатель – подписчик». Стандартная модель «запрос – ответ» работает по принципу отправки и получения данных по необходимости. Когда клиенту необходимо получить или отправить информацию о каком-либо объекте, он отправляет запрос на сервер и незамедлительно получает ответ.

При системе «издатель – подписчик» клиент может подписаться на определенные события или изменения в интересующих его данных или объектах на сервере. Это позволяет клиенту получать уведомления об изменениях без необходимости посылать постоянные запросы чтения и при этом не терять актуальность данных.

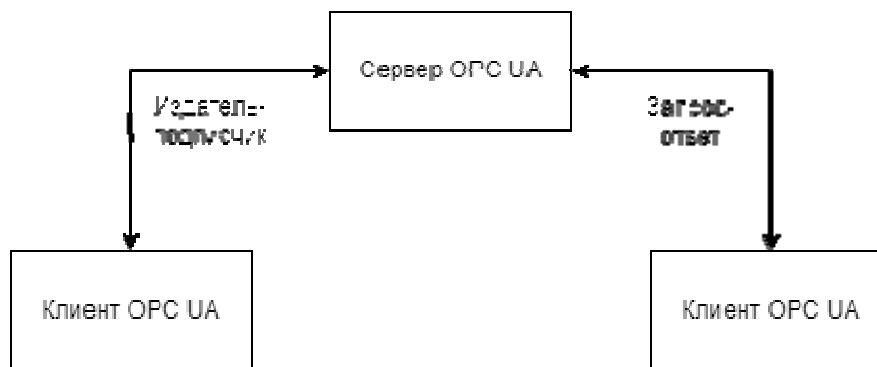


Рис. 2. Схема общения клиента и сервера

Ключевой особенностью стандарта OPC UA является его обширный подход к системе безопасности, который не ограничивается простой защитой канала связи, а применяет разносторонний подход – от аутентификации и авторизации участников обмена информацией до обеспечения конфиденциальности и целостности передаваемых данных и в том числе управления ключами безопасности. Этот подход позволяет не только защитить данные в процессе их передачи, но и гарантировать комплексную безопасность при взаимодействии различных компонентов и объектов системы. Рассмотрим основные механизмы безопасности, которые используются в OPC UA [2] (рис. 3).

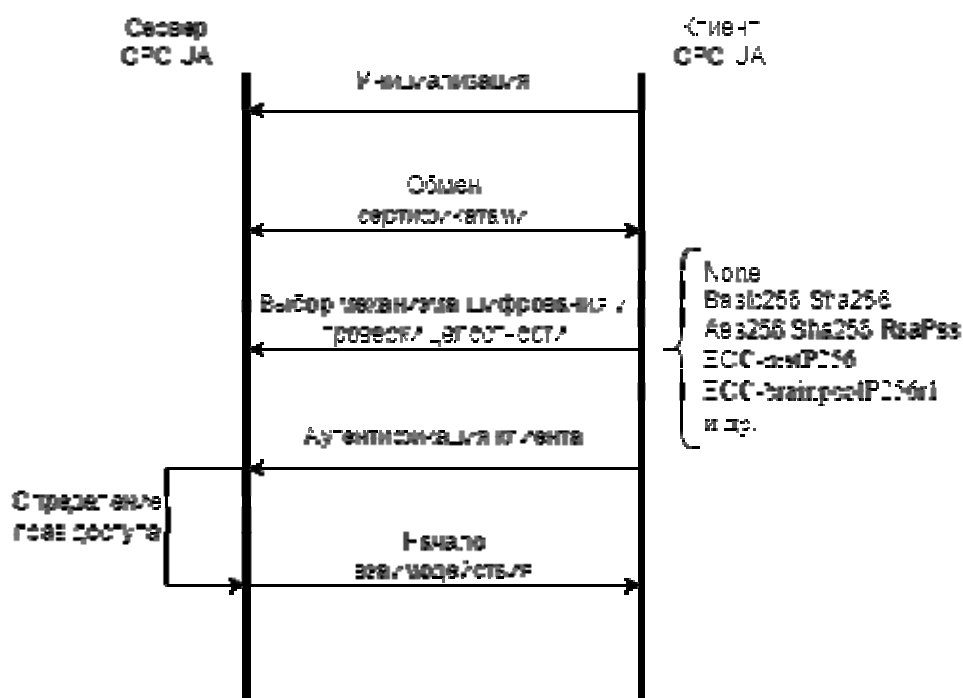


Рис. 3. Создание защищенной сессии

Установка безопасного соединения. Стандарт использует защищенные каналы связи, основанные на механизмах SSL/TLS для создания защищенного канала связи между клиентом и сервером. Это позволяет сохранить целостность и конфиденциальность при передаче данных [6].

Аутентификация. Каждая сторона общения генерирует свой собственный сертификат X.509. Возможно использование самоподписанного либо созданного специализированными структурами. При инициализации соединения клиент и сервер обмениваются сертификатами. Затем каждая сторона верифицирует полученный сертификат, проверяя его действительность, целостность и доверие к сертификату, затем устанавливается защищенное соединение [6].

Авторизация. Сервер осуществляет определение допустимости операций и доступа к данным для клиента на основе предоставленных клиентом удостоверений и его ролей в контексте безопасности. В архитектуре OPC UA применяется ролевая модель доступа, согласно которой каждой роли назначаются специфические права на выполнение операций и доступ к узлам. После процесса аутентификации клиента сервер проверяет соответствие запросов клиента его правам доступа. Данный процесс позволяет гарантировать, что клиент может осуществлять лишь те операции, для которых он уполномочен, тем самым обеспечивая соблюдение принципа наименьших привилегий и защиту системы от неавторизованного доступа [6].

Конфиденциальность и целостность. Политики безопасности в OPC UA играют ключевую роль в обеспечении надежности и безопасности обмена данными между разнообразными устройствами и приложениями в рамках промышленных сетей. Они определяют набор правил и параметров, которые используются для настройки безопасных соединений и взаимодействий между клиентом и сервером. Данные политики позволяют эффективно адаптировать уровень безопасности таким образом, чтобы он соответствовал уникальным требованиям конкретного производства или среды эксплуатации [4].

Данные механизмы защиты позволяют предотвратить наиболее популярные методы атаки на информационную инфраструктуру, такие как: неавторизованный доступ, атака «человек посередине», злоупотребление полномочий и т. д. Наиболее важной частью являются механизмы шифрования и проверки целостности. Стандарт поддерживает множество комбинаций шифрования и поддержки целостности. Также разработчики активно добавляют новые, исключаются устаревшие политики (рисунок).

Сравнительный анализ политик безопасности

Название	Характеристика					
	Алгоритм шифрования	Алгоритм хеширования	Алгоритм подписи	Сертификаты	Управление ключами	Применение
Basic256Sha256	AES-256	SHA-256	SHA-256	X.509 для аутентификации клиента и сервера	AES-256	Системы со средними требованиями к безопасности
Aes256Sha256Rs aPss	AES-256	SHA-256	RSA-PSS	X.509 для аутентификации клиента и сервера	RSA для шифрования / расшифровки ключей AES-256	Системы с высокими требованиями к безопасности
Aes128Sha256Rs aOaep	AES-128	SHA-256	RSA-OAEP	X.509 для аутентификации клиента и сервера	RSA-OAEP для шифрования / расшифровки ключей AES-128	Системы с повышенными требованиями к безопасности

Название	Характеристика					
	Алгоритм шифрования	Алгоритм хеширования	Алгоритм подписи	Сертификаты	Управление ключами	Применение
ECC-curve25519-ChaCha20Poly1305	ChaCha20	Poly1305	Curve25519 на эллиптической кривой	X.509, содержащие ECC публичные ключи	Curve25519 на эллиптической кривой	Системы с повышенными требованиями к безопасности и высокими требованиями к производительности
ECC-nistP256	Не применяется	SHA-256 в сочетании с ECC	ECDSA с использованием nistP256	X.509, содержащие ECC публичные ключи	ECC. ECDH на кривой nistP256 для безопасного обмена ключами шифрования	Может быть использована для усиления безопасности
ECC-brainpoolP256r1	Не применяется	SHA-256 в сочетании с ECC	ECDSA с использованием brainpoolP256r1	X.509, содержащие ECC публичные ключи	ECC. ECDH на кривой brainpoolP256r1 для безопасного обмена ключами шифрования	Может быть использована для усиления безопасности

Перечисленные в таблице политики безопасности являются основными в стандарте OPC UA. Однако в основном используются 2 из них: Basic256Sha256 и Aes256Sha256RsaPss. Они являются наиболее сбалансированными по издержкам внедрения и поддержки необходимой инфраструктуры и уровню обеспечения безопасности информации [5].

Для повышенного уровня безопасности можно использовать дополнительные политики вместе с упомянутыми ранее, такие как ECC-brainpoolP256r1 и ECC-nistP256. Данные протоколы предназначены для генерации ключей, используя кривые NIST и BRAINPOOL. Обе кривые используются для генерации и верификации цифровых подписей, что позволяет удостовериться в подлинности сообщений и идентичности отправителя. Хотя ECC прямо не используется для шифрования данных, ключи, сгенерированные с его помощью, могут применяться в симметричных алгоритмах шифрования для защиты конфиденциальности передаваемой информации.

Уникальной комбинацией по обеспечению высокого уровня безопасности и малого влияния на производительность системы является ECC-curve25519-ChaCha20Poly1305. Она описывает настроенный набор алгоритмов шифрования, цифровой подписи и аутентификации, который используется для обеспечения безопасности данных в коммуникационных системах.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в стандарте OPC UA имеется множество механизмов защиты информации. Часто использование тех или иных компонентов за-

висит от требований производства и величины рисков. Однако зачастую бывает достаточно наиболее популярных комбинаций компонентов защиты.

Список использованных источников и литературы

1. OPC UA Profile Reporting Application. – URL: <https://profiles.opcfoundation.org/> (дата обращения: 10.04.2024).
2. High Performance OPC UA Server SDK: Discovery and Security Configuration. – URL: <https://documentation.unified-automation.com/> (дата обращения: 10.04.2024).
3. Key Exchange (KEX) Method Updates and Recommendations for Secure Shell (SSH). – URL: <https://www.ietf.org/archive/id/draft-ietf-curdle-ssh-kex-sha2-15.html> (дата обращения: 11.04.2024).
4. OPC UA Online Reference - Released Specifications. – URL: <https://reference.opcfoundation.org/Core/Part6/v105/docs> (дата обращения: 11.04.2024).
5. open62541 Documentation. – URL: <https://www.open62541.org/doc/> (дата обращения: 12.04.2024).
6. OPC Foundation. – URL: <https://opcfoundation.org/> (дата обращения: 10.04.2024).

I. A. Kasatkin, Student
Department of Information Security
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Overview of the security system of the industrial communication standard Open Platform Communications Unified Architecture

This article discusses the mechanisms for ensuring information security in the OPC UA standard. Special attention is paid to protocols for creating and maintaining a secure communication channel. The encryption and hashing algorithms used in the protocols are discussed in detail.

Keywords: OPC UA, security system, security protocols for creating secure channels, encryption and hashing algorithms.

А. А. Кассирова, студент

Р. Р. Шарипов, кандидат технических наук, доцент, научный руководитель

Кафедра «Системы информационной безопасности»

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ

Исследование уязвимостей протокола аутентификации CHAP

В статье рассматривается общая модель процесса аутентификации при удаленном подключении клиента к серверу, подробно описывается принцип работы протокола аутентификации пользователя CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol), использующий косвенное согласование, приводятся преимущества протокола с точки зрения информационной безопасности, исследуются его уязвимости и варианты возможных атак. Типы атак на алгоритм MD5: полный перебор, атака по словарю, радужные таблицы и коллизии хеш-функций, – используемые в хеш-функции протокола.

Ключевые слова: протокол CHAP, аутентификация, уязвимости, MD5.

Защита информационной системы должна быть комплексной, т. е. включать в себя организационные мероприятия, программные, аппаратные и технические средства защиты. Одним из возможных технических каналов утечки информации объекта защиты является утечка по сетевым каналам. В связи с этим встает вопрос о безопасной передаче конфиденциальной информации внутри сети, в частности безопасное удаленное подключение к корпоративной сети.

В современных сетях для безопасной аутентификации пользователя при удаленном подключении к серверу используется Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP), использующий косвенное согласование.

Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP) – протокол аутентификации с косвенным согласованием. Он является алгоритмом проверки подлинности и предусматривает передачу не самого пароля пользователя, а косвенных сведений о нем. Аутентификация узла выполняется путем трехэтапной процедуры согласования [1].

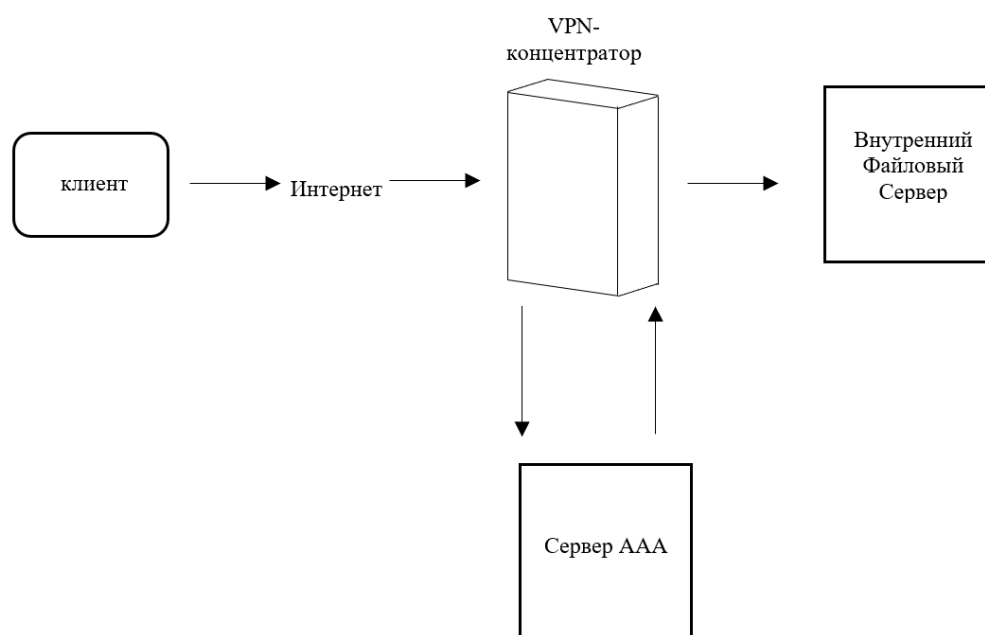


Рис. 1. Процесс аутентификации клиента, находящегося за пределами контролируемой зоны

В общем случае процесс аутентификации клиента, находящегося за пределами контролируемой зоны, происходит следующим образом (рис.1):

1. Клиент подключается к концентратору VPN, чтобы затем получить доступ к внутреннему файловому серверу.

2. Для доступа к внутреннему серверу клиенту необходимо пройти аутентификацию: с помощью сети Интернет клиент отправляет запрос на VPN-концентратор.

3. VPN-концентратор передает запрос на сервер аутентификации, авторизации и бухгалтерского учета (Сервер AAA).

4. Сервер AAA выполняет проверку имени пользователя и пароля, полученных из запроса, и отправляет ответное сообщение на VPN-концентратор.

5. Если имя пользователя и пароль действительны, запрос передается на внутренний файловый сервер. Иначе происходит разрыв соединения.

Протокол CHAP обеспечивает передачу зашифрованного запроса по сети – пароль доступа клиента не передается в открытом виде. Процедура проверки подлинности пользователя в этом протоколе выполняется как цикл, разделенный на три этапа, последовательно повторяющихся друг за другом.

1. После установления соединения Point-to-Point (PPP) и подтверждения от обеих сторон клиент отправляет имя пользователя без предоставления пароля. Аутентификатор отправляет на узел пакет CHAP, который содержит код ответа и идентификатор, с открытым ключом. Код может принимать одно из значений: «проверка», «отклик», «успех» или «отказ».

2. С помощью алгоритма хеширования MD5 и открытого ключа узел вычисляет хеш и отправляет его в пакете CHAP типа Response.

3. Аутентификатор сравнивает собственное вычисление значения хеша с полученным. Если данные совпадают, проверка считается успешно пройденной. Иначе происходит разрыв соединения.

Сервер может отправить новый запрос клиенту случайным образом во время сеанса для повторной аутентификации. Схема работы протокола CHAP представлена на рис. 2.

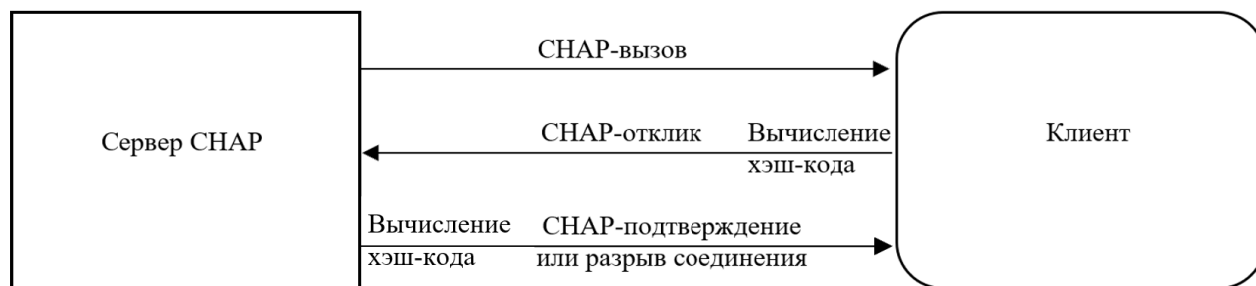


Рис. 2. Схема работы протокола CHAP

Преимущества протокола CHAP с точки зрения информационной безопасности:

1. CHAP обеспечивает защиту от атак повторного воспроизведения благодаря возрастающему значению идентификатора и переменному значению открытого ключа [2].

2. Серверу и клиенту известен ключ, который никогда не передается по каналу.

Можно выделить две основные уязвимости протокола аутентификации CHAP: уязвимость к атакам типа «человек посередине» и уязвимости алгоритма MD5 (Message Digest 5).

При атаке «человек посередине» злоумышленник может перехватить пакеты вызова и отклика и использовать их для аутентификации себя в сети либо пропускает трафик для сбора информации о сети.

Функция хеширования, основанная на алгоритме MD5, возвращает 32-значную строку размером 16 байт, состоящую из цифр в шестнадцатеричной системе счисления.

Данный алгоритм состоит из пяти шагов [3]:

1. Выравнивание потока. В конец потока дописывается единичный бит, затем необходимое количество нулевых бит. Новый размер входных данных (L) должен быть сравним с 448 по модулю 512:

$$L \equiv 448 \bmod 512.$$

2. Добавление длины сообщения. В оставшиеся 64 бита дописывают 64-битное представление длины данных до выравнивания. Если первоначальная длина больше, чем 2^{64} , то используются только последние 64 бита. Таким образом, поле содержит длину исходного сообщения по модулю 2^{64} .

3. Инициализация буфера. Для вычислений используются четыре переменные (A , B , C , D) по 32 бита и в 16-ричном виде задаются начальные значения. Эти переменные нужны для хранения дальнейших результатов промежуточных вычислений.

4. Обработка последовательности блоков (вычисления в цикле). Цикл состоит из четырех раундов, в которых сохраняются значения, оставшиеся после операций над предыдущими блоками. После всех операций результаты работы двух последних циклов суммируются. Алгоритм цикла представлен на рис. 3, где f_F, f_G, f_H и f_I – элементарные логические функции циклов, они преобразуют входные 32-битные слова в выходные; Y_q – текущий 512-битный блок, $T[1..16]$, $T[17..32]$, $T[33..48]$, $T[49..64]$ – четвертые части 64-элементной таблицы, содержащей псевдослучайные числа, реализуется так называемый «белый шум» – усиление алгоритма.

5. Результат вычислений. Получение результата вычислений – хеша, который находится в буфере. Он выводится, начиная с младшего разряда первой переменной.

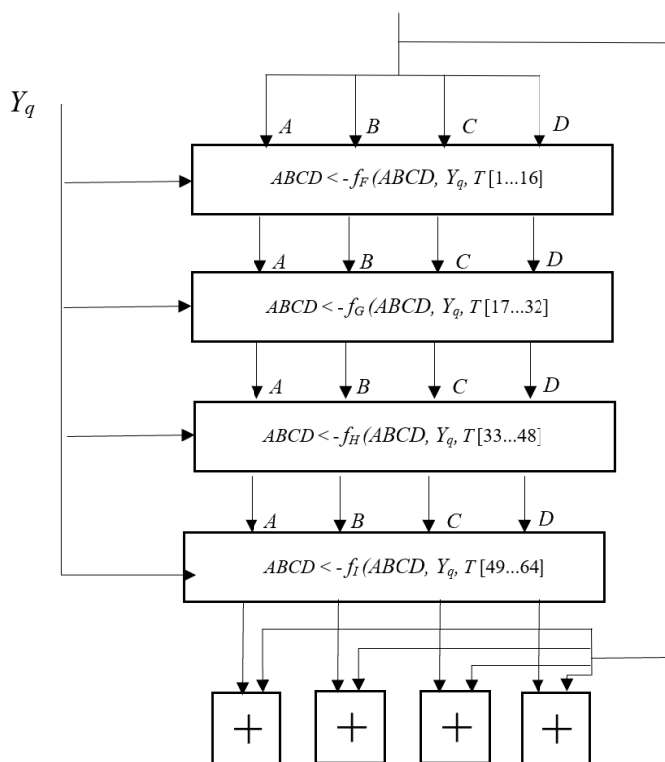


Рис. 3. Обработка последовательности блоков

Алгоритм MD5 уязвим к нескольким видам атак: Brute-force (грубая сила), перебор по словарю, RainbowCrack (радужные таблицы) и коллизия хеш-функции.

Brute-force – атака полного перебора, т. е. проверка всех возможных ключей. Она пробует каждую пару учетных данных и пытается угадать правильное имя пользователя и пароль доступа. Brute-force-атаки обычно осуществляются ботами. Злоумышленники используют бот-сеть для многократных попыток входа в учетные записи, используя длинный список или «словарь» слов и цифр в качестве паролей.

Перебор по словарю – атака, также применяющая метод полного перебора предполагаемых паролей путем пересмотра из словаря всех слов определенного вида и длины. При атаке по словарю используются комбинации обычных слов и фраз. Сегодня в словарных атаках помимо слов из словаря и цифр также используются пароли, которые стали известны в результате утечки данных. Эти пароли доступны для продажи в даркнете, а некоторые базы можно найти в открытом доступе в сети.

RainbowCrack основан на генерировании большого количества хешей из набора символов, чтобы по получившимся данным провести поиск заданного хеша. Этот тип атак эффективнее полного перебора, поскольку он оптимизирует требования к хранению. Радужные таблицы состоят из хеш-цепочек, однако помимо хеш-функций в них используются функции редукции, которые сопоставляют значениям хеша значения из таблицы. *RainbowCrack* за время, сравнимое со временем взлома одного хеша простым перебором, получает таблицы хешей, по которым с очень высокой вероятностью можно в тысячи раз быстрее взломать любой хеш из проверенного диапазона [4].

Коллизия хеш-функции – два разных входных блока данных, которые дают один и тот же хеш для одной и той же хеш-функции. Поскольку хотя бы для одного значения хеш-функции соответствующее ему множество входных данных в алгоритме MD5 будет бесконечно, любые два набора данных из этого множества образуют коллизию. Это происходит из-за того, что функция не инъективна.

Несмотря на уязвимости алгоритма MD5, используемого в протоколе аутентификации CHAP, этот протокол по-прежнему используется, поскольку для реализации описанных выше атак злоумышленнику необходимо получить доступ к сети, в которой происходит аутентификация пользователя. Сведение к минимуму риска атаки на протокол реализуется не с помощью усиления криптографических алгоритмов, а с помощью защиты от утечек по техническим каналам, организационно-технических мероприятий, программно-аппаратной защиты.

Список использованных источников и литературы

1. A Comparative Analysis of Tools for Verification of Security Protocols / N. Dalal, J. Shah, K. Hisaria, D. Jinwala. – 2010. – P. 785.
2. *Simpson, W.* PPP Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP). – 1996. – P. 3.
3. *Rivest, R.* Step 4. Process Message in 16-Word Blocks. The MD5 Message-Digest Algorithm. IETF. – 1992. – P. 5.
4. *Аграновский, А. В.* О методах оптимизации алгоритма *RainbowCrack* в целях аудита информационной безопасности web-систем / А. В. Аграновский, И. В. Мамай. // Системы управления и информационные технологии. – 2006. – № 4.1 (26). – С. 108–111.

A. A. Kassirova, Student

R. R. Sharipov, PhD in Engineering, Associate Professor, Adviser

Department of Information Security Systems

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev

CHAP Authentication Protocol Vulnerability Research

The article discusses the general model of the authentication process when connecting a client to a server remotely, describes in detail the operating principle of the CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) user authentication protocol, which uses indirect negotiation, presents the advantages of the protocol from the point of view of information security, examines its vulnerabilities and possible attack options. The types of attacks on the MD5 algorithm: brute force, dictionary attack, rainbow tables and hash function collisions - used in the protocol's hash function are described in detail.

Keywords: CHAP protocol, authentication, vulnerabilities, MD

С. П. Макаров, студент

Р. Р. Шарипов, кандидат технических наук, доцент, научный руководитель

Кафедра «Системы информационной безопасности»

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ

Разработка программной реализации блочного алгоритма шифрования KASUMI

В статье рассматривается алгоритм блочного шифрования KASUMI, затрагиваются его особенности, подробно описывается принцип его работы, а также рассказывается об областях его применения. Далее описывается программное обеспечение, имитирующее работу KASUMI. Рассматриваются возможности разработанной программы и принцип ее работы. В конце статьи предлагаются способы применения разработанного программного обеспечения.

Ключевые слова: криптография, блочный шифр KASUMI, программное обеспечение, блочное шифрование.

Блочный шифр KASUMI был разработан на основе шифра MISTY1 в качестве алгоритма шифрования в сетях сотовой связи. KASUMI пришел на смену алгоритму A5/2, в основе которого использовался РСЛОС [2]. Переход к новому алгоритму был обусловлен необходимостью повысить надежность шифрования, т. к. сети сотовой связи стали использоваться для выхода в интернет и через них начали проводиться разные операции, например удаленный доступ к системам компании, который мог привести к НСД при слабом алгоритме шифрования [3]. KASUMI является модификацией сети Фейстеля с размером блока 64 бита, размером ключа K 128 бит и количеством раундов равным 8. В стандартах сетей сотовой связи 2G и 3G используются ключи длиной 64 бита.

В каждом раунде KASUMI используется 128-битный раундовый ключ, который состоит из 8 подключей ($KLi1$, $KLi2$, $KOi1$, $KOi2$, $KOi3$, $KLi1$, $KLi2$, $KLi3$) длиной 16 бит, которые вычисляются по следующему алгоритму.

Формируется массив подключей путем разбиения ключа K на 8 частей:

$$K = \{K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8\}.$$

Далее формируется второй массив K' , члены которого вычисляются следующим образом:

$$K'i = Ki \text{ XOR } Ci, \text{ где } i = 1, 2, 3, \dots, 8.$$

Значения Ci берутся из табл. 1.

Таблица 1. Значения Ci в шестнадцатеричном формате

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
0123	4567	89AB	CDEF	FEDC	BA98	7654	3210

Далее подключа для каждого раунда вычисляются следующим образом (табл. 2), где $\ll x$ – это циклический сдвиг влево на x бит:

Основой алгоритма KASUMI являются три функции: FO , FL , FI . Рассмотрим их подробнее.

Функция FL . В качестве аргумента функция получает 32-битный блок данных I , который разделяется на две части $I = L || R$. Далее высчитываются новые значения:

$$R' = R \text{ XOR } ((L \wedge KLi1) \ll 1)$$

$$L' = L \text{ XOR } ((R' \vee KLi2) \ll 1)$$

Результатом работы функции является блок данных $I' = L' || R'$.

Таблица 2. Алгоритмы вычисления раундовых подключей

	1	2	3	4	5	6	7	8
KL _{i1}	K1<<1	K2<<1	K3<<1	K4<<1	K5<<1	K6<<1	K7<<1	K8<<1
KL _{i2}	K'3	K'4	K'5	K'6	K'7	K'8	K'1	K'2
KO _{i1}	K2<<5	K3<<5	K4<<5	K5<<5	K6<<5	K7<<5	K8<<5	K1<<5
KO _{i2}	K6<<8	K7<<8	K8<<8	K1<<8	K2<<8	K3<<8	K4<<8	K5<<8
KO _{i3}	K7<<13	K8<<13	K1<<13	K2<<13	K3<<13	K4<<13	K5<<13	K6<<13
KLi ₁	K'5	K'6	K'7	K'8	K'1	K'2	K'3	K'4
KLi ₂	K'4	K'5	K'6	K'7	K'8	K'1	K'2	K'3
KLi ₃	K'8	K'1	K'2	K'3	K'4	K'5	K'6	K'7

Функция FO . На вход функции подается 32-битный блок данных I , который разделяется на левую и правую части $I = L0 || R0$. Далее для $j = 1, 2, 3$ выполняются следующие вычисления:

$$R_j = FI(L_{j-1} \text{ XOR } KO_{ij}, KL_{ij}) \text{ XOR } R_{j-1}$$

$$L_j = R_{j-1}$$

На выходе функции находится блок данных $I' = L3 || R3$.

Функция FI . На вход функция получает 16-битный блок данных I и ключ KL_{ij} . I разделяется на 9-битную левую часть $L0$ и 7-битную правую часть $R0$. KL_{ij} разделяется на 7-битную левую часть KL_{ij1} и 9-битную часть KL_{ij2} . FI также содержит функцию $ZE(n)$, которая преобразует 7-битное значение в 9-битное путем добавления двух нулей в старшие биты, и функцию $TR(n)$, которая преобразует 9-битное значение в 7-битное путем вычеркивания двух старших битов. Над блоком данных и ключом выполняется следующий ряд операций:

$$L1 = R0$$

$$R1 = S9[L0] \text{ XOR } ZE(R0)$$

$$L2 = R1 \text{ XOR } KL_{ij2}$$

$$R2 = S7[L1] \text{ XOR } TR(R1) \text{ XOR } KL_{ij1}$$

$$L3 = R2$$

$$R3 = S9[L2] \text{ XOR } ZE(R2)$$

$$L4 = S7[L3] \text{ XOR } TR(R3)$$

$$R4 = R3$$

В конце работы функция возвращает блок данных $I' = L4 || R4$.

$S7$ и $S9$ – это таблицы замены S -блоков, представленные в [1].

Теперь перейдем к описанию алгоритма работы $KASUMI$. В начале работы алгоритм получает на вход 64-битный блок данных I и 128-битный ключа K . Затем блок данных разбивает на 32-битные половины $L0$ и $R0$, а с помощью ключа K вычисляются все раундовые ключи. И после этого, если происходит процесс шифрования, то $i = 1, 2, 3, \dots, 8$ и выполняются следующие действия:

$$R_i = L_{i-1}$$

$$L_i = R_{i-1} \text{ XOR } f_i(L_{i-1})$$

Если происходит процесс расшифрования, то $i = 8, 7, 6, \dots, 1$ и:

$$L_i = R_{i-1}$$

$$R_i = L_{i-1} \text{ XOR } f_i(R_{i-1})$$

f_i – это функция раунда, которая при $i = 1, 3, 5, 7$ принимает значение:

$$f_i(I) = FO(FL(I))$$

При $i = 2, 4, 6, 8$ принимает значение:

$$f_i(I) = FL(FO(I))$$

В результате работы алгоритма на выходе получается зашифрованный или расшифрованный блок данных $I' = L8 || R8$.

Для программной реализации $KASUMI$ был выбран язык программирования $C++/CLI$. Программа состоит из одного рабочего окна (рис. 1) и содержит следующие элементы управления:

1. 8 ячеек поля «Данные», в которые вписываются 8 байт шифруемого блока данных.
2. 16 ячеек поля «Ключ», в которые вписываются 16 байт ключа.
3. 8 ячеек поля «Шифротекст», в которые выводится результат шифрования.
4. Кнопка «Зашифровать», при нажатии на которую происходит шифрование данных из поля «Данные» на ключе из поля «Ключ». Есть два варианта шифрования: полное – 8 раундов, и сокращенное – 1 раунд.
5. Кнопка «Расшифровать», при нажатии на которую происходит расшифрование данных из поля «Данные». Как и для шифрования, есть два варианта расшифрования: полное – 8 раундов, сокращенное – 1 раунд.
6. Кнопка «Выход», при нажатии на которую программа завершает свою работу.

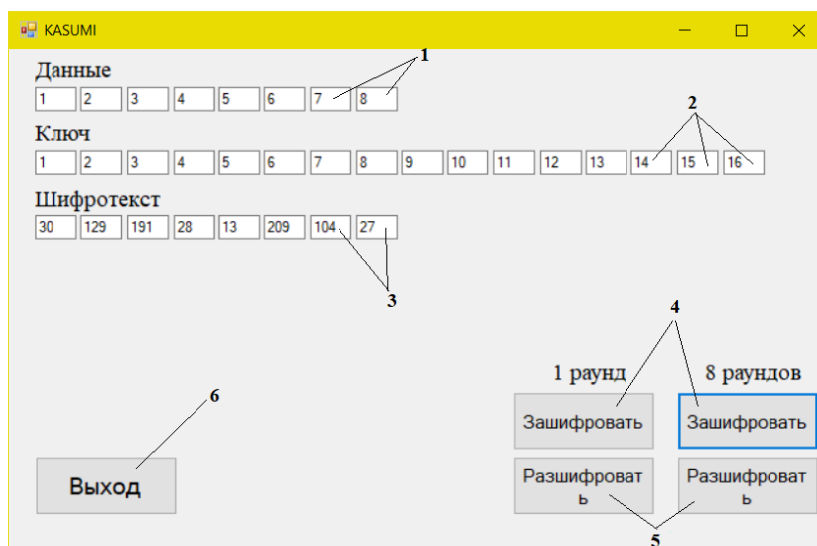


Рис. 1. Рабочее окно разработанного приложения

Для проверки корректности работы программы зашифруем (рис. 2) блок данных «68 55 107 117 226 160 219 111» на ключ «206 121 54 181 177 201 225 5 242 23 32 18 182 168 3 90», а потом расшифруем (рис. 3) результат шифрования. Будем использовать 8-раундовый режим. Результат расшифрования совпал с начальным блоком данных, следовательно, программа способна выдавать корректные результаты шифрования и расшифрования.

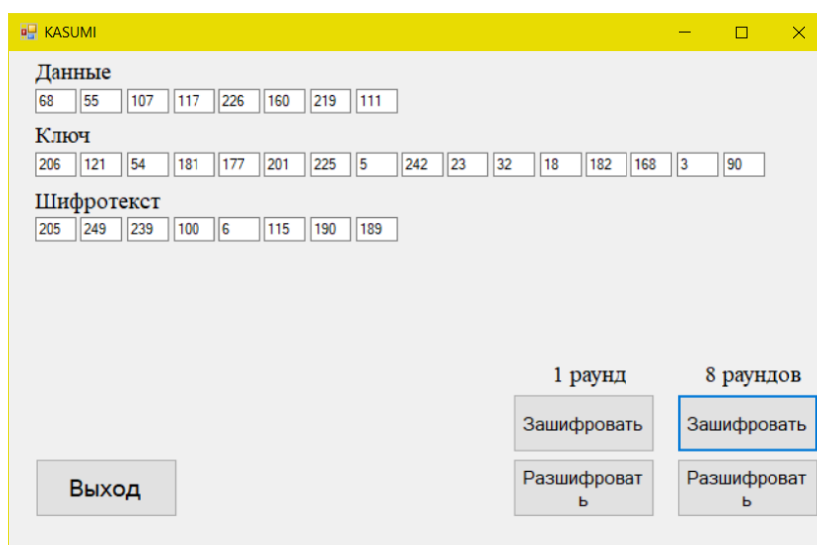


Рис. 2. Результат шифрования

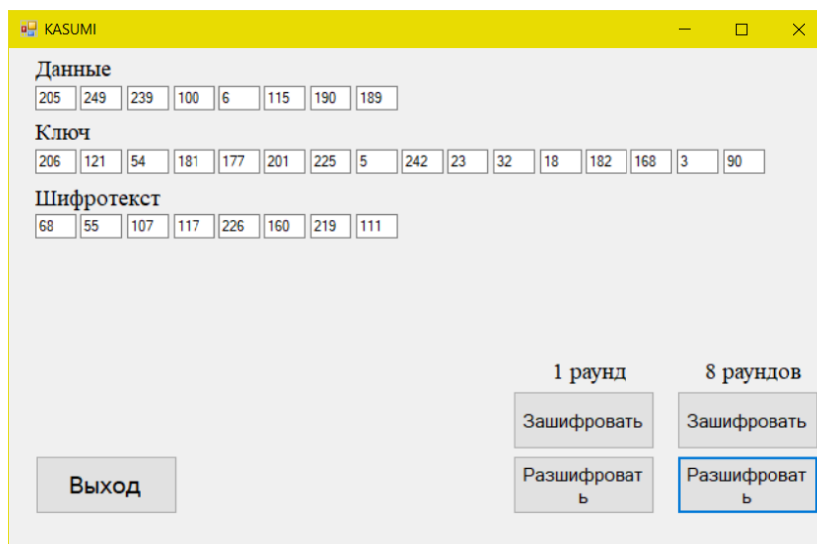


Рис. 3. Результат расшифрования

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что программа способна выдавать корректные результаты шифрования и расшифрования данных блочным шифром *KASUMI*, что позволяет использовать ее в учебном процессе по дисциплине «Криптография» для демонстрации работы алгоритма и для проверки результатов расчетов студентов.

Список использованных источников и литературы

1. Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Specification of the 3GPP confidentiality and integrity algorithms; Document 2: Kasumi specification.
2. Макаров, С. П. Разработка программного комплекса регистра сдвига с линейной обратной связью / С. П. Макаров, А. А. Кассирова // Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов (шифр – МКАП 25) : сб. материалов XXV Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 17 нояб. 2023 г. – Москва : Печатный цех, 2023. – С. 27–34.
3. Лукьянов, Э. Р. Разработка безопасности в компании с помощью системы контроля и управления доступом / Э. Р. Лукьянов, Н. И. Мисбахов, М. О. Степанов // Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов : сб. материалов XXVII Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 25 янв. 2024 г. – Москва : Печатный цех, 2024. – С. 101–107.

S. P. Makarov, Student

R. R. Sharipov, PhD in Engineering, Associate Professor, Adviser

Department of Information Security Systems

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI

Development of a software implementation of the KASUMI block cipher algorithm

The article describes the KASUMI block cipher algorithm, discusses its features, describes in detail the principle of its operation, and also talks about the areas of its application. The rest of the article describes software that simulates the operation of KASUMI. The capabilities of the developed program and the principle of its operation are described. At the end of the article, ways to use the developed software are suggested.

Keywords: cryptography, KASUMI block cipher, software, block encryption

В. О. Никитина, студент
Кафедра информационных систем и цифровых технологий
Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского
(Первый казачий университет)

Информационная война и кибервойна в современном мире

В современном мире информационные технологии (ИТ) стали неотъемлемой частью жизни общества. Они используются во всех сферах – от экономики и политики до образования и личных коммуникаций. Это привело к тому, что ИТ стали не только инструментом развития, но и потенциальным оружием. Информационная война и кибервойна – это два инструмента влияния, использующие информационные технологии для достижения целей. Информационная война фокусируется на изменении информационного пространства, а кибервойна направлена на нарушение работы информационных систем и инфраструктуры.

Ключевые слова: информационная война, кибервойна, информация системы, информационные технологии, информационная безопасность.

Информационная война – это комплекс мер по воздействию на поведение людей, подмене их ценностей, изменению истории и сложившихся понятий, толкованию различных событий в нужном ключе [1]. Она может вестись как между государствами, так и между негосударственными акторами.

Кибервойна – это более агрессивная форма информационной войны, которая включает в себя кибератаки на компьютерные системы и сети противника.

Информационная война и кибервойна преследуют следующие цели:

- контроль над информационным пространством;
- обеспечение безопасности государства;
- поддержание патриотического настроения;
- влияние на граждан другой страны для достижения определенных целей и с целью дезинформации населения;
- проведение информационных атак на врага.

Основным оружием в информационном противостоянии выступают средства массовой информации (СМИ). С помощью контроля над ними можно преподнести обществу только ту информацию, которая сформулирует нужный взгляд на определенную проблему. В современном мире все боевые действия освещаются в СМИ, это позволяет сформировать негативное отношение у разных сторон конфликта.

С древних времен враждующие стороны применяли методы воздействия на духовную сферу, чтобы ослабить моральный дух и силу воли противника, чтобы укрепить боевой дух своих войск. Это была первая форма информационной войны. Изначально средствами информационных противостояний являлись плакаты, радиопередачи, активная работа ораторов и праведников. В современном мире ко всему добавились телевидение и интернет.

Методы информационной войны и кибервойны:

- Дезинформация.

Распространение ложной или искаженной информации. Реализуется, как правило, через СМИ. В настоящее время любое глобальное событие (военные конфликты, выборы главы государства и другие) сопровождается фейками. Это является результатом информационных противостояний различных стран или людей, которые отстаивают свои интересы.

- Цензура.

Система государственного надзора за печатью и другими средствами массовой ин-

формации [6]. Подразумевает ограничение распространения нежелательной информации. Цензура ограничивает свободу слова, печати и других СМИ для защиты интересов государства и общества.

- Психологические операции.

Использование психологических методов для влияния на поведение людей. Включают в себя агитацию, пропаганду и другие действия, способствующие влиянию на сознание человека для убеждения в собственной правоте.

- Меры безопасности.

Стремление избежать того, чтобы противник узнал о возможностях и намерениях противоборствующей стороны.

- Кибератаки.

Воздействие на информационную систему с целью ее уничтожения, получения или ограничения доступа к ней.

- Кибертерроризм.

Использование информационных технологий для совершения террористических актов.

Информационная война и кибервойна – это серьезные угрозы для безопасности любого государства. По этой причине президент всеми способами старается обезопасить страну. Для этого 9 сентября 2000 г. Президентом Российской Федерации В.В. Путиным была утверждена «Доктрина информационной безопасности РФ» [3]. Доктрина представляет собой систему государственных взглядов на цели, задачи, основополагающие правила и приоритетные векторы обеспечения информационной безопасности страны.

Информационная безопасность (ИБ) – это «способность государства, организации, личности, а также технической и информационной системы или конструкции обеспечить необходимые информационные ресурсы для поддержания их устойчивого функционирования в любых сложных условиях существования и развития, а также их способность противодействовать возникающим опасностям и угрозам по отношению к информационным ресурсам, техническим источникам информации, компьютерным и другим различным сетям передачи и обмена информации между техническими устройствами и конкретными потребителями» [2].

Также для безопасности граждан и государства в целом применяются следующие меры защиты от информационных противостояний: повышение осведомленности (информирование населения о фейковых новостях, пропаганде и методах информационной войны), правовые меры (принятие законов, которые направлены на борьбу с киберпреступностью, наказание хакеров и других лиц, совершающих преступления в данной сфере), организационные меры (повышение квалификации сотрудников в области ИБ, создание систем реагирования во время угроз) и технические меры (установка проверенных антивирусных программ, регулярное обновление ПО, использование многофакторной аутентификации).

История информационных войн начиная с XX в.

В XX в. воюющие страны осознали важность информационных противодействий. В период Первой мировой войны в 1914 г. в Великобритании создали Бюро военной пропаганды, к лету 1915 г. Бюро выпускало более двух миллионов книг, плакатов и официальных документов. В 1915 г. во Франции был создан отдел Службы военной пропаганды. Предприятия занимались распространением пропаганды среди людей из других стран.

После Первой мировой войны интерес к информационной войне значительно вырос. Во многих странах существовала активная пропаганда режимов.

Во время Великой Отечественной войны функционировали органы государственной пропаганды [4]. В СССР это были Бюро военно-политической пропаганды и 7-е управление ГлавПУР РККА.

Теория информационной войны с помощью психологических операций обогатилась после Второй мировой войны. В 1950 г. в США было создано Управление психологической войны. Оно вело пропагандистскую войну во время Корейской войны [5]. В то же время Корейская народная армия и Народно-освободительная армия Китая при помощи аппарата про-

паганды Вооруженных сил СССР совершали крупное психологическое воздействие на военных США и Южной Кореи.

Информационное противостояние России и Запада длится на протяжении многих лет. В 1948 г. США утвердили директиву «Цели США в отношении России» – это секретный документ, который формулирует долгосрочную стратегию США в отношении СССР. Директива оставалась секретной до 1977 г. Основные цели директивы: снижение мощи и влияния СССР (подрыв экономики, ослабление военной мощи) и изменение советской системы (демократизация СССР, предоставление автономии национальным меньшинствам). С этого момента и по сей день ведется информационная война между Россией и Западом, в основном США.

В то время как по периметру границ России разгораются военные конфликты, на нее одновременно обрушивается мощный поток информационного давления.

Первый крупный информационный удар по России произошел из-за агрессии Грузии против Южной Осетии в 2008 г. Западные страны, задействовав свои обширные информационные ресурсы, развернули кампанию, направленную на формирование негативного образа Российской Федерации на мировой арене. Используя искаженные и нередко ложные сведения, они стремились представить Россию как агрессора, но у них не вышло.

Новое развитие информационной войны с Россией совпало с революционными событиями на Украине в 2014 г. Государственный переворот, поддержанный США и рядом западных стран, привел к власти прозападных политиков и националистов, что стало поворотным моментом в отношениях между Россией и Западом. Вашингтон избрал курс на сдерживание Российской Федерации, прибегнув к политико-дипломатическому давлению, экономическим санкциям и, традиционно, к информационной войне как проверенному методу принуждения.

После этих событий на Украине была введена жесточайшая цензура, развернута анти-российская пропаганда.

В настоящее время также ведется информационная война между Россией и странами Запада. Для этого задействованы все доступные информационные ресурсы, включая СМИ, социальные сети и мессенджеры. Идет непрерывный поток фейков и пропаганды. Российская Федерация пытается донести свою позицию до мировой общественности и противостоять западной пропаганде. Западные же страны в свою очередь пытаются дискредитировать и ослабить Россию.

Таким образом, информационная война и кибервойна играют все более важную роль в современном мире, воздействуя на политические процессы, социальные структуры и экономическую стабильность многих стран. Они представляют собой эффективное средство воздействия на общественное мнение и формирования информационного пространства. Поэтому необходимы дальнейшие исследования и разработка эффективных стратегий для противодействия информационной войне и кибератакам, чтобы обеспечить безопасность и стабильность мирового сообщества.

Список использованных источников и литературы

1. Большая советская энциклопедия. – Москва, 1926. – Т. 60. – С. 454–474 с.
2. *Бородин, А. С.* Информационная безопасность в современной России: политологический анализ : дис. ... канд. полит. наук. – СПб, 2009. – 67 с.
3. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации (утверждена Президентом Российской Федерации В. Путиным 9 сентября 2000 г., № Пр-1895). – URL: https://liczejmajnski-j-r73.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/userfiles/doktrina_inf.pdf (дата обращения: 11.04.2024)
4. *Зульцман, Р.* Пропаганда как оружие в войне // Итоги второй мировой войны : сб. ст. : пер. с нем. – Москва : Изд-во ин. лит., 1957. – 520 с.
5. *Фролов, Д. Б.* Информационная война: эволюция форм, средств и методов // Социология власти. – 2005 – № 5. – 125 с.

6. Харланов, А. С. Новые реалии ведения войны: «кибертерроризм» и информационные войны / А. С. Харланов, Р. В. Белый // Юридическая наука. – 2021.

V. O. Nikitina, Student
Department of Information Systems and Digital Technologies
K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management
(the First Cossack University)

Information warfare and cyber warfare in the modern world

In the modern world, information technology (IT) has become an integral part of society's life. They are used in all areas – from economics and politics to education and personal communications. This has led to the fact that IT has become not only a development tool, but also a potential weapon. Information warfare and cyberwarfare are two tools of influence that use information technology to achieve goals. Information warfare focuses on changing the information space, while cyber warfare is aimed at disrupting the operation of information systems and infrastructure.

Keywords: information warfare; cyber warfare; information systems; information technology; information security

Е. М. Петькун, аспирант
Кафедра информационной безопасности
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва

Тенденции развития SIEM-систем для критической инфраструктуры Российской Федерации

Системы управления информацией и событиями безопасности (SIEM) широко используются в качестве мощного инструмента для предотвращения, обнаружения и реагирования на кибератаки. Решения SIEM превратились в комплексные системы, которые обеспечивают широкую видимость для выявления областей высоких рисков и активно сосредотачиваются на стратегиях смягчения последствий, направленных на сокращение затрат и времени на реагирование на инциденты. В настоящее время SIEM-системы и связанные с ними решения постепенно интегрируются с инструментами анализа больших данных. В рамках данной статьи приводятся идеи и направления для потенциальных улучшений для следующего поколения SIEM, а также анализа их преимуществ и использования в критических инфраструктурах.

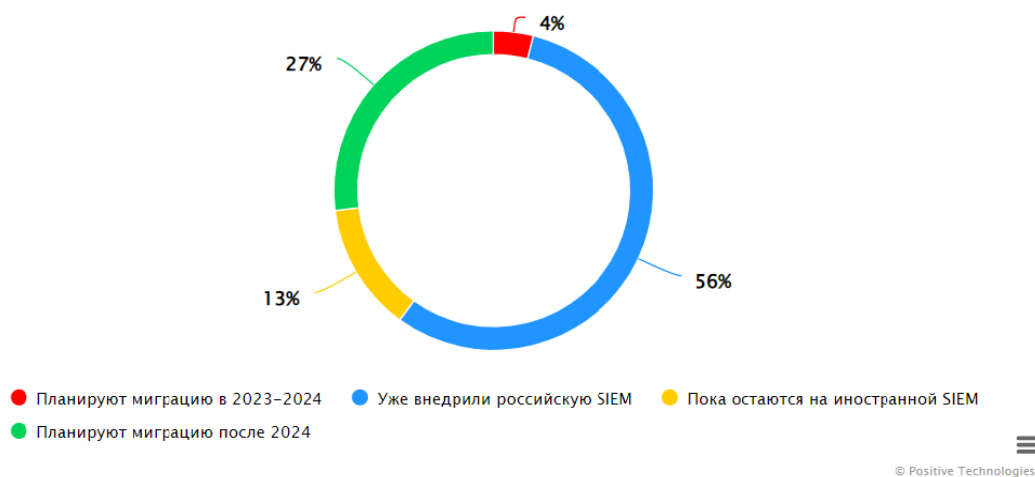
Ключевые слова: SIEM, инциденты ИБ, SIEM-тенденции, критическая инфраструктура, SOAR.

В современном мире стало тенденцией, что меняющийся характер угроз безопасности, распространение мобильных устройств, ускорение разработки мобильных приложений для всех отраслей, глобализация, взрывной рост социальных сетей и быстрые изменения в регулировании ускоряют процесс развития аналитики и подходов к обеспечению безопасности в крупных и критически важных организациях. В статье выбраны важные аспекты, которые влияют на развитие систем. Важно понимать: чтобы построить комплексную защиту организации или предприятия, нужно учитывать каждую структуру предприятия в отдельности. Все случаи уникальны, и подход требуется индивидуальный.

После введения санкций в 2022 г. стало очевидно, что суверенитет государства должен быть обеспечен и в области информационной безопасности. Проблемой стал уход зарубежных вендоров с российского рынка, что привнесло множество проблем и потенциальных угроз. Российские предприятия лишились доступа к технической поддержке, возможности получать обновления. Исходя из исследования *TAdviser*, 97 % опрошенных крупных компаний используют решение *SIEM* для обеспечения комплексной безопасности. Однако для обеспечения суверенитета требуется внедрить отечественные системы во все критические области государства, такие как банковский сектор, энергетический сектор, сектора социального обеспечения граждан (рис. 1).

Количество рабочих мест в области кибербезопасности постоянно растет. На рынке труда прослеживается тенденция в недостатке кадров, важно обеспечить подготовку в университетах и корректировать программу обучения. В данный момент в высших учебных заведениях нет возможности разворачивать стенды с тестовыми *SIEM*-системами, однако это было бы важным опытом для студентов. Рынок труда отражает важность кибербезопасности для компаний. По отчету за 2023 г. специалисты *HeadHunter* заметили, что только с ноября до января количество вакансий выросло на 27 %.[1] В России на обеспечение информационной безопасности стали выделяться большие бюджеты, о безопасности своих данных и инфраструктуры задумались малые и средние предприятия. Конечно, для малых предприятий организовывать свой *SOC* (*security operation center*) невыгодно и нецелесообразно. Для таких случаев в России стремительно развивается тенденция коммерческих *SOC* и *SIEM* как услуги (рис. 2). Об увеличении бюджетов говорит отчет *Positive Technologies*. [2]

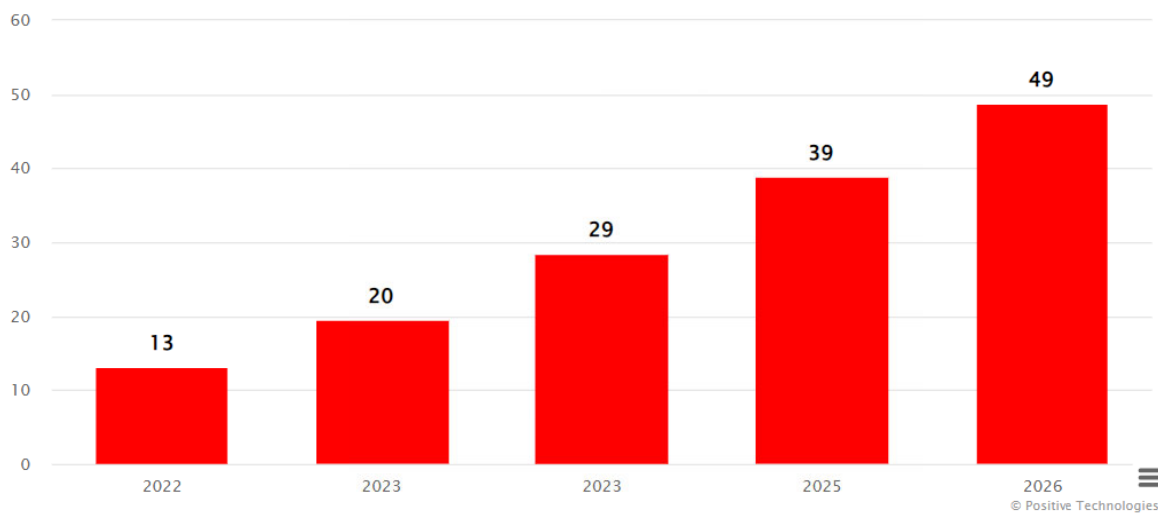
Планы по замене решения/миграции на российскую SIEM



Источник: TAdviser, 2023

Рис. 1. Данные из открытых источников по внедрению российских SIEM

Прогноз развития рынка SIEM в России, млрд руб.



Источник: TAdviser, 2023

Рис. 2. Данные из открытых источников по финансированию в отрасль

Атаки на критически важные инфраструктуры можно считать новым оружием, которое делает *SIEM* незаменимыми в любой инфраструктуре. Сливы персональных данных все больше пугают людей. Все чаще сферы обслуживания используют мобильные приложения, что ведет к увеличению угроз для населения. В ходе конференции «Цифровая индустрия промышленной России» сотрудники *Group-IB* заявили, что рост атак на критическую инфраструктуру в мире выросло в 12 раз в период с 2019 по 2021 г. Данная тенденция продолжается. Страны нередко используют хакеров для решения политических задач. Для того чтобы им противодействовать, нужны аналитики, способные вести непрерывный мониторинг *SIEM*-систем, а также аналитики, способные прогнозировать сценарии нападения.

На данном этапе можно выделить ключевые области, в которых требуются изменения, проблемы, с которыми аналитики сталкиваются каждый день.

Количество контента, которым наполняется *SIEM*, увеличивается. Количество источников событий увеличивается. Это все влияет на увеличение затрат на обслуживание *SIEM*-систем, влияет на покупку лицензий, которые продаются по лимиту количества событий в секунду на систему, также увеличивает нагрузку на аналитиков и затрачиваемое ими время

на полноценный анализ произошедшего. Ранее достаточно было обеспечить сбор событий с устройств пользователей и средств защиты, теперь же каждое приложение, каждое физическое устройство должно отправлять свои события в *SIEM*-систему. Данная необходимость связана с расширением тактик атакующих, когда приложение, сетевое оборудование являются потенциальной точкой входа для злоумышленника. Важно обеспечить масштабируемость *SIEM*.

Также можно отметить интеграции облачных сервисов, которые могут быть очень выгодны для отдельных предприятий. Такие сервисы, как облачная защита почты, антиDDoS (*Distributed Denial of Service attack*) и облачные WAF (*Web application firewall*), позволят решить проблемы с фишинговыми рассылками, атаками типа отказа в обслуживании, эксплуатацией уязвимостей [3]. Интеграция данных решений с *SIEM* позволит обеспечить корреляцию входных данных и создать дополнительные корреляционные правила, выделить паттерны уязвимых областей (рис. 3).

Распределение атак по месяцам

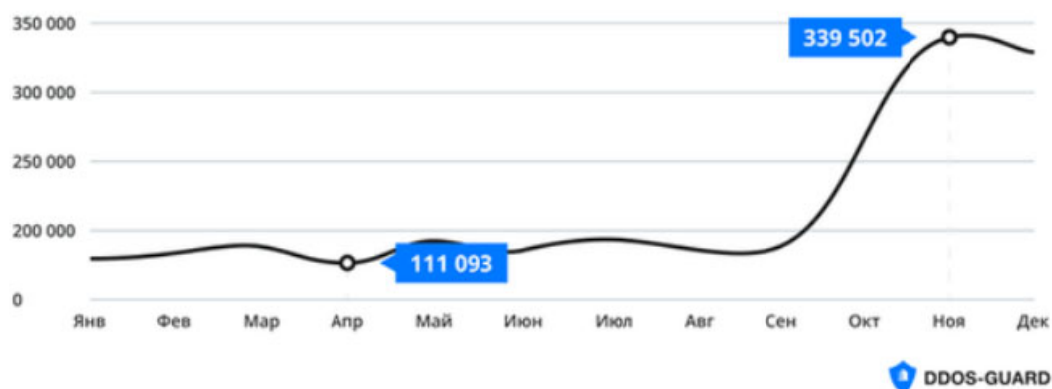


Рис. 3. Данные из открытых источников по количеству DDoS атак за 2023 г.

Очень важно отметить у сотрудников в России тенденцию к удаленной работе, которая создает потенциальную точку входа для злоумышленника. Работая на зараженном устройстве, которое не находится в области ведения ИТ-инфраструктуры организации, сотрудник может создать как канал утечки информации, так и полноценную точку входа для злоумышленника. Работа на персональном компьютере BYOD (*Bring Your Own Device*) требует отдельных мер по защите [4]. Очевидная мера защиты – это установка агентов мониторинга, которые будут собирать телеметрию с личных устройств и обеспечивать непрерывный мониторинг с помощью *SIEM*-систем. Сбор данных о состоянии антивируса, DNS (система доменных имен), командных интерпретаторов может позволить минимизировать риск атак и предотвратить их на раннем этапе.

Машинное обучение должно в будущем помочь аналитикам, автоматизация множества процессов – это важнейшая задача в области анализа инцидентов. Создание моделей поведения злоумышленника и аналогичных моделей противодействия должно в будущем быть интегрировано в работу *SIEM*.

Потенциальным улучшением *SIEM*-систем должна стать автоматизация, хотя в очень сложных инфраструктурах без роли аналитика не обойтись, в будущем система должна уметь строить вектора развития потенциальной атаки с учетом особенностей инфраструктуры, оценивать влияние, потенциальные риски, строить количественные и качественные метрики. Для данного решения требуется подключение максимального количества средств защиты. Модель поведения позволила бы *SIEM* без вмешательства аналитика проверять паттерны с других средств защиты, оценивать вероятности множества векторов атак (рис. 4).



Рис.4. Классическая схема реализации SIEM-систем

Сбор событий может осуществляться в активном режиме – сборщик событий сам подключается к источнику по различным протоколам (RPC, SMB и т. д.) и собирает у него события. Или же источник сам присылает события посредством протокола Syslog или SNMP [5].

Одна из проблем данной схемы реализации – это архивация событий. События в нагруженной системе могут жить не более недели, что требует отдельных серверов для хранения данных. Проблемы с выделением места, хранением данных, защитой данных можно решить с помощью облачных технологий. В рамках расследования инцидентов, связанных с сотрудничеством с правоохранительными органами, или для судебной экспертизы могут потребоваться события, которые в настоящее время хранятся в архивах, что вызывает длительное ожидание их получения. Реализация облачного хранилища позволит компаниям оперативно получать доступ к архивной информации и проводить анализ намного быстрее. Также на основе архивов можно эффективнее обучать модели на базе искусственного интеллекта. Вне зависимости от потребностей в длительном хранении данных такое решение может помочь при машинном обучении, при сборе статистики обычного поведения пользователя каждой компании, обеспечит ретроспективный анализ, поможет системе учитывать временные скачки между первым этапом злоумышленника и последующими, события по которым могут давно находиться в архивах.

С этим так же может помочь интеграция с системой автоматизации и реагирования безопасности (SOAR). SOAR выполняет такие функции, как: оркестровка безопасности с упором на управление рабочими процессами, настройка и выбор тактики реагирования на каждый типовой инцидент, также реализует повторяющиеся проверки, задачи и процессы, облегчающие труд аналитиков и команды реагирования. Решения SOAR улучшают возможности существующих SIEM, которые вместе с другими решениями, такими как *Threat Intelligent Platforms (TIP)*, *Endpoint Detection and Response (EDR)* или межсетевые экраны нового поколения (NGFW), позволяют выстроить максимально полноценную картину происходящего инцидента.

Данные об инцидентах и индикаторах автоматически передаются в SIEM. Данная возможность позволит искать вероятные сценарии атак по отчетам различных компаний из раз-

личных открытых и закрытых источников. Можно будет сделать выводы о предстоящей атаке на основе знаний *TI*-платформы о вредоносных *IP*-адресах, доменах, *hash* данных, почтовых отправителей [6].

Следующее поколение *SIEM* должно интегрировать самые эффективные решения *SOAR* с расширенными возможностями, которые строят процессы реагирования и автоматизируют рутинную работу.

Следующим этапом развития *SIEM* должно стать интегрирование технологии *AI/ML* в свои механизмы. Технологии искусственного интеллекта в *SIEM* позволяют прогнозировать поведение злоумышленника, а также поведение легитимного пользователя, позволяют оценивать нагрузку на сетевое оборудование и, возможно, объяснять легитимные всплески на основе ретроперспективного анализа [7].

Однако *SIEM* не сможет все делать сама, аналитики *SOC* останутся востребованными, а существующие инфраструктуры различны, сложны и требуют постоянного контроля динамики изменений, следующее поколение *SIEM* должно быть сосредоточено на обеспечении большей автономии и меньших усилий при его развертывании и управлении, что позволит снизить стоимость обслуживания и количество людей для работы с системой [8].

В ходе исследования планируется придумать такую модель для взаимодействия *SIEM* будущего, при которой модель поведения злоумышленника будет представлена метасобытиями [9]. В ходе любой атаки злоумышленник действует по определенному сценарию. Так мы можем предугадать последовательность действий злоумышленника. Ведь каждая атака будет начинаться с этапа разведки. Мы можем предполагать начальные точки этой разведки, будь то почтовый фишинг или сканирование *web*-ресурсов организации на основе матрицы *MITRE*. В рамках этой модели планируется, что *SIEM* сможет с помощью ретроперспективы и огромных ресурсов по глубине поиска событий связать начальную точку атаки и каждый последующий шаг, несмотря на промежутки времени. Зная примерные вероятности следующего шага злоумышленника и визуализацию, можно будет своевременно оценить риски и минимизировать риски атаки.

Список использованных источников и литературы

1. Аналитический отчет компании Headhunter. – URL: <https://ict.moscow/news/headhunter-s-ianvaria-po-noiabr-2023-goda-kolichestvo-vakansii-v-sfere-ib-vyroslo-na-27/> (дата обращения: 01.04.2024).
2. Исследование TAdviser и Positive Technologies: Рынок SIEM в России. – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/siem-market-in-of-russia/#:~:text=%D0%9E%D0%B1%D1%8A%D0%B5%D0%BC%20%D1%81%D0%B5%D0%B3%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%20SIEM%2D%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%20%D0%B2,%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8C%20%D1%83%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D1%8F%D1%82%D1%81%D1%8F%20%D0%BA%202026%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%83>. Дата обращения (01.04.2024)
3. Отчет Group-IB. – URL: <https://www.facct.ru/media-center/press-releases/critical-infrastructure-2021/> (дата обращения: 03.04.2024).
4. Блог компании АйПиМатика Информационная безопасность. – URL: <https://habr.com/ru/companies/ipmatika/articles/584014/> (дата обращения: 03.04.2024).
5. Блог компании OTUS Информационная безопасность. – URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/773430/> (дата обращения: 05.04.2024).
6. Руслан Рахметов: блог. – URL: <https://habr.com/ru/articles/704186/> (дата обращения: 05.04.2024).
7. Журнал Sensor. – URL: https://mdpi-res.com/d_attachment/sensors/sensors-21-04759/article_deploy/sensors-21-04759-v2.pdf%3Fversion%3D1626241362 (дата обращения: 07.04.2024).
8. Блог компании Positive Technologies Информационная безопасность. – URL: <https://habr.com/ru/companies/pt/articles/791890/> (дата обращения: 11.04.2024).

E. M. Petkun, Post-graduate
Department of Information Security
Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow

Trends in the development of *SIEM* systems for critical infrastructure of the Russian Federation

This article provides ideas and directions for potential improvements for the next generation of SIEMs, as well as an analysis of their benefits and use in critical infrastructures. Currently, SIEM systems and related solutions are gradually being integrated with big data analysis tools.

Keywords: SIEM, information security incidents, SIEM trends, critical infrastructure, SOAR

М. А. Серебряков, студент

Р. Р. Шарипов, кандидат технических наук, доцент, научный руководитель

Кафедра систем информационной безопасности

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ

Методы утечки конфиденциальной информации по электрическим каналам

В современном информационном мире обеспечение безопасности данных является ключевым фактором в различных сферах. Технические каналы утечки информации представляют собой серьезную угрозу для конфиденциальности данных. В данной статье рассматривается электрический канал утечки информации, принцип работы, причины образования, модель злоумышленника. Влияние технических средств приема, обработки, хранения и передачи информации (ТСПИ) и вспомогательных средств и систем (ВТСС) на образование электрического канала утечки информации.

Ключевые слова: ТКУИ, технические каналы утечки информации, электрический канал утечки информации, утечка конфиденциальной информации.

Электрический канал утечки информации – это путь, по которому конфиденциальная информация может несанкционированно распространяться или быть доступной для неавторизованных лиц через электрические сигналы или электромагнитные излучения, производимые электронными устройствами [1]. Этот канал могут создавать нежелательные электрические сигналы, распространяющиеся через проводные или беспроводные среды, такие как провода, электрические сети, разъемы, а также электромагнитные излучения, генерируемые электронными устройствами в процессе их работы.

Причинами возникновения электрического канала могут являться:

- наводки электромагнитных излучений ТСПИ на связующие линии ВТСС и внешние проводники, выходящие за пределы контролируемой зоны;
- проникновение информационных сигналов в сети питания ТСПИ;
- проникновение информационных сигналов в цепи заземления ТСПИ;
- использование скрытых устройств.

Самым простым способом является параллельное подключение к линии связи, как показано на рис. 1. Однако этот метод легко обнаруживается из-за изменений характеристик линии связи, особенно за счет падения напряжения. Для компенсации изменений характеристик линий связи злоумышленники используют согласующее устройство или устройство компенсации падения напряжения.



Рис. 1. Контактный метод съема информации

Контактный способ наиболее часто применяют к коаксиальным и низкочастотным (НЧ) кабелям. Однако для кабелей, внутри которых поддерживается повышенное давление воздуха, применяются специальные устройства, которые предотвращают падение давления, чтобы избежать срабатывания специальной сигнализации.

Для перехвата телефонных разговоров чаще всего используется электрический канал утечки информации. Устройства, которые подключаются к телефонным линиям связи и передают полученную информацию по радиоканалу, называются телефонными радиозакладками.

Для бесконтактного съема информации наиболее часто используется индукционный метод. В этом методе, как показано на рис. 2, происходит создание электромагнитного поля вокруг кабеля связи при прохождении по нему информации. Для перехвата в индукционном методе используются специальные индукционные датчики. Индукционный датчик наиболее часто применяется на симметричных высокочастотных (ВЧ) кабелях связи.

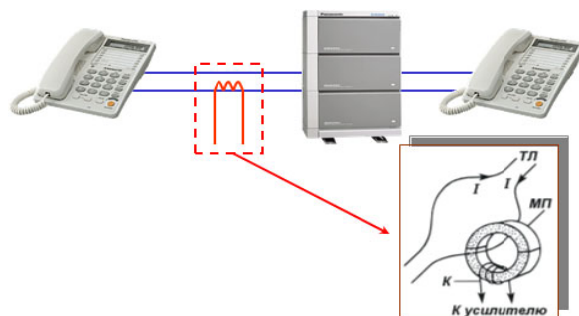


Рис. 2. Бесконтактный (индукционный) метод съема информации

Современные индукционные датчики обладают высокой чувствительностью и способны регистрировать информацию с кабелей с изоляцией, двойной броней из стальной ленты и стальной проволоки, плотно обвивающей кабель.

Дифференциальные помехи представляют собой один из наиболее распространенных методов утечки конфиденциальной информации через электрические каналы. Этот метод основан на использовании разницы потенциалов между проводниками в электрических цепях для передачи информации. Злоумышленники могут исследовать электромагнитные помехи, возникающие из-за различий в потенциалах и электрических сигналах, чтобы извлечь ценные данные. Дифференциальные помехи могут возникать как вследствие намеренных атак, так и в результате случайных электромагнитных воздействий, которые могут быть перехвачены и интерпретированы злоумышленниками.

Синфазные помехи представляют собой электромагнитные помехи, возникающие в электрических цепях и устройствах вследствие наличия несимметричных компонентов в сигналах. Эти помехи обычно возникают из-за различий в фазе, амплитуде или частоте между сигналами, передаваемыми в различных частях цепи или устройства. Синфазные помехи могут эффективно использоваться для извлечения конфиденциальной информации, передаваемой по электрическим каналам. Синфазные помехи могут возникнуть как результат аналоговых или цифровых операций в электронных устройствах.

Наводки возникают из-за излучения информативных сигналов элементами ТСПИ, а также при наличии гальванической связи между соединительными линиями ТСПИ и внешними проводниками или линиями ВТСС. Величина наводимых сигналов существенно зависит от интенсивности излучаемых сигналов, расстояния до проводников и протяженности соединительных линий ТСПИ и внешних проводников [2].

Используя антенны и вышеуказанные методы, злоумышленники могут перехватывать конфиденциальную информацию, физически не подключаясь к линиям связи, не меняя параметров цепи.

На рис. 3 изображены две зоны безопасности:

- зона 1, обозначенная радиусом R_1 , представляет собой область вокруг основных технических средств и системы (ОТСС), где запрещено размещение ВТСС, которые могут служить случайной антенной;
- зона 2 с радиусом R_2 охватывает область, в которой уровень излучаемого сигнала ОТСС превышает нормативные значения [3].

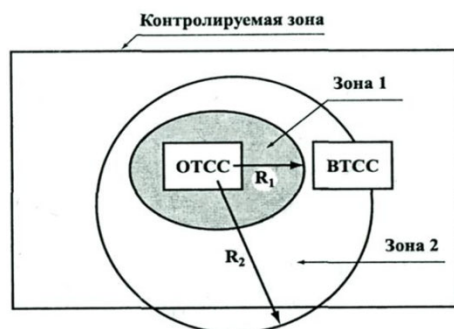


Рис. 3. Зоны безопасности информации

Цепи ВТСС или внешние проводники могут стать случайными антеннами, которые могут воспринимать случайные электромагнитные излучения.

Случайные антенны могут быть классифицированы как сосредоточенные и распределенные. Сосредоточенные случайные антенны представляют собой технические устройства небольшого объема, такие как телефонные аппараты, громкоговорители радиотрансляционных сетей, реле и другие. Распределенные случайные антенны, в свою очередь, характеризуются наличием распределенных параметров и могут быть представлены кабелями, проводами, металлическими трубами и другими подобными проводящими элементами.

Для простоты понимания электрического канала приведем модель злоумышленника. При перехвате информации с различных видов кабелей применяются различные типы устройств съема:

- для симметричных ВЧ-кабелей применяются устройства с индукционными датчиками;
- для коаксиальных ВЧ-кабелей применяются устройства непосредственного, их еще называют гальванического, подключения;
- для НЧ-кабелей применяются устройства непосредственного (гальванического) подключения, а также устройства с индукционными датчиками, подключаемыми к одному из проводов.

На рис. 4 показан пример перехвата информации с использованием контактного подключения закладного устройства, после чего информация передается по радиоканалу. Также осуществляется индукционный съем информации с кабелей линии связи. В обоих случаях перехват происходит за пределами контролируемой зоны, из зоны 2 [4].



Рис. 4. Перехват информации с использованием контактного подключения закладного устройства

Подводя итоги, можно сказать, что электрический канал утечки информации является серьезной угрозой для чувствительной и конфиденциальной информации. Главная опасность данного канала заключается в скрытом, незаметном съеме информации.

Список использованных источников и литературы

1. Зайцев, А. П. Технические средства и методы защиты информации / А. П. Зайцев, Р. В. Мещеряков, А. А. Шелупанов. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2012.
2. Бузов, Г. А. Защита информации ограниченного доступа от утечки по техническим каналам. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2014.
3. Серебряков, М. А. Исследование лабораторного помещения на наличие устройств акусто-электрического преобразования // Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов (шифр – МКАП 25) : сб. материалов XXV Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 17 нояб. 2023 г. – Москва : Печатный цех, 2023. – С. 40–44. – EDN TLVJGW.
4. Серебряков, М. А. Исследование систем контроля управления доступом на утечки по акустоэлектрическому каналу / М. А. Серебряков, Э. Р. Лукьянов // Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов : сб. материалов XXVI Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 22 дек. 2023 г. – Москва : Печатный цех, 2023. – С. 39–45. – EDN ULOJYC.

M. A. Serebryakov, Student

R. R. Sharipov, PhD in Engineering, Associate Professor, Adviser

Department of Information Security Systems

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev – KAI

Methods of leakage of confidential information through electrical channels

In the modern information world, data security is a key factor in various fields. Technical channels of information leakage pose a serious threat to data privacy. This article discusses the electrical channel of information leakage, the principle of operation, the causes of education, the model of the attacker. The impact of technical means of receiving, processing, storing and transmitting information (TSPI) and auxiliary means and systems (VTSS) for the formation of an electrical information leakage channel.

Keywords: TCIL, technical channels of information leakage, electrical information leakage channel, leakage of confidential information,

М. Д. Старкова, студент
Е. Ф. Стукалина, кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Информационная безопасность»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Организация и подготовка к аттестации объекта информатизации с точки зрения жизненного цикла системы защиты информации

В статье рассматриваются основные вопросы по подготовке к аттестации объекта информатизации. Выделяются объекты информатизации, подлежащие обязательной и добровольной аттестации. Описываются мероприятия, проводимые при аттестационных испытаниях, а также случаи, в которых нужно проводить переаттестацию объекта информатизации.

Ключевые слова: аттестация, объект информатизации, информационная система (ИС), защищенное помещение (ЗП).

Аттестация объектов информатизации (ОИ) – это комплекс мероприятий для подтверждения соответствия системы защиты объекта информатизации требованиям безопасности информации, закрепленных в законодательстве или отраслевых стандартах. Аттестация является одним из важнейших этапов внедрения системы защиты информации на предприятии и проводится на этапе создания или развития (модернизации) объекта информатизации.

Организацию подготовительных мероприятий и проведение аттестации регламентирует Приказ ФСТЭК от 29 апреля 2021 года №77 «Об утверждении Порядка организации и проведения работ по аттестации объектов информатизации на соответствие требованиям о защите информации ограниченного доступа, не составляющей государственную тайну». Данный документ определяет состав и содержание работ по аттестации объектов информатизации на соответствие требованиям о защите информации ограниченного доступа, не составляющей государственную тайну, а также требованиям к форме и содержанию разрабатываемых при организации и проведении таких работ документов. В приказе обозначены объекты информатизации, для которых необходимо проводить аттестацию, а также указаны документы с требованиями.

Какие объекты информатизации подлежат аттестации

Аттестации подлежат:

1. Государственные и муниципальные информационные системы (ГИС, МИС) – обязательная аттестация.
2. Государственные и муниципальные информационные системы персональных данных – обязательная аттестация.
3. Информационные системы персональных данных – добровольная аттестация.
4. Помещения, предназначенные для ведения конфиденциальных переговоров – обязательная и добровольная аттестация.
5. Значимые объекты критической информационной инфраструктуры Российской Федерации – обязательная и добровольная аттестация.
6. Автоматизированные системы управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды – обязательная и добровольная аттестация.

Добровольная аттестация осуществляется по инициативе заявителя (владельца информации или владельца объекта информатизации) на условиях договора между заявителем

и органом по аттестации. Добровольная аттестация может осуществляться для установления соответствия системы защиты информации объекта информатизации требованиям безопасности информации, установленным национальными стандартами и владельцем информации или владельцем объекта информатизации.

Обязательная аттестация проводится только в случаях, установленных федеральными законами, актами Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации, нормативными правовыми актами уполномоченных федеральных органов исполнительной власти, и исключительно на соответствие системы защиты информации объекта информатизации требованиям безопасности информации, установленным федеральными законами, нормативными правовыми актами Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации, уполномоченных федеральных органов исполнительной власти.

Обязательной аттестации подлежат объекты информатизации, предназначенные для обработки информации, составляющей государственную тайну, управления экологически опасными объектами, ведения секретных переговоров. В остальных случаях аттестация носит добровольный характер (добровольная аттестация) и может осуществляться по инициативе заказчика или владельца объекта информатизации.

Жизненный цикл

Аттестация объекта информатизации проводится на этапе создания или развития (модернизации) объекта информатизации и предусматривает проведение комплекса организационных и технических мероприятий и работ (аттестационных испытаний), в результате которых подтверждается соответствие объекта информатизации требованиям по защите информации в условиях его эксплуатации. Допускается проведение аттестации объекта информатизации на этапе его эксплуатации в случае, если владельцем объекта принято решение об обработке защищаемой информации после ввода в эксплуатацию объекта информатизации.

Стадии создания системы защиты информации для автоматизированной системы в защищенном исполнении приведены в ГОСТ Р 51583–2014 «Защита информации. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении. Общие положения» и изображены на рисунке.



Стадии создания системы защиты информации

Формирование требований к системе защиты информации осуществляет сам заказчик на основании своих потребностей в случае проведения добровольной аттестации и в соответствии с требованиями законодательства в случае проведения обязательной аттестации. Тре-

бования к системе защиты оформляются в виде технического задания на систему защиты информации объекта информатизации.

В соответствии с выделенными требованиями к системе защиты информации проводится ее разработка: анализируются возможные уязвимости и угрозы информационной безопасности, осуществляется выбор средств защиты информации, подготавливается организационно-распорядительная и техническая документация.

На этапе внедрения системы защиты информации устанавливаются и настраиваются средства защиты информации.

Аттестация объекта информатизации проводится перед вводом ОИ в эксплуатацию. Для проведения работ по аттестации владелец ОИ представляет в орган по аттестации следующие документы или их копии в бумажном или электронном виде:

- а) технический паспорт на ОИ;
- б) акт классификации информационной (автоматизированной) системы, акт категорирования значимого объекта критической информационной инфраструктуры;
- в) модель угроз безопасности информации (в случае ее разработки в соответствии с требованиями по защите информации);
- г) техническое задание на создание (развитие, модернизацию) ОИ и (или) частное техническое задание на создание (развитие, модернизацию) системы защиты информации ОИ;
- д) проектную документацию на систему защиты информации ОИ (в случае ее разработки в ходе создания ОИ);
- е) эксплуатационную документацию на систему защиты информации ОИ и применяемые средства защиты информации;
- ж) организационно-распорядительные документы по защите информации владельца ОИ, регламентирующие защиту информации в ходе эксплуатации ОИ, в том числе план мероприятий по защите информации на ОИ, документы по порядку оценки угроз безопасности информации, управлению (администрированию) системой защиты информации, управлению конфигурацией ОИ, реагированию на инциденты безопасности, информированию и обучению персонала, контролю за обеспечением уровня защищенности информации;
- з) документы, содержащие результаты анализа уязвимостей ОИ и приемочных испытаний системы защиты информации ОИ (в случае проведения анализа и испытаний в ходе создания ОИ).

На основе анализа указанных документов и предварительного ознакомления с ОИ в условиях его эксплуатации орган по аттестации разрабатывает программу и методики аттестационных испытаний. Аттестационные испытания включают следующие мероприятия и работы:

- а) оценку соответствия технического паспорта объекта информатизации, акта классификации информационной (автоматизированной) системы, акта категорирования значимого объекта, состава и содержания эксплуатационной документации на систему защиты информации объекта информатизации и документов по защите информации владельца объекта информатизации требованиям по защите информации;
- б) проверку наличия и согласования с ФСТЭК России в соответствии с пунктом 3 Требований к порядку создания, развития, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации государственных информационных систем и дальнейшего хранения содержащейся в их базах данных информации, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 июля 2015 г. № 676, модели угроз безопасности информации, технического задания на создание (развитие, модернизацию) объекта информатизации (только для государственных информационных систем);
- в) обследование объекта информатизации на предмет оценки соответствия объекта информатизации и условий его эксплуатации требованиям по защите информации, а также документам;
- г) проверку наличия документов, содержащих результаты анализа уязвимостей, проведенного на этапах предварительных или приемочных испытаний системы защиты информации объекта информатизации;

д) проверку наличия сведений о средствах защиты информации, установленных на объекте информатизации, в реестре сертифицированных средств защиты информации, ведение которого осуществляет ФСТЭК России в соответствии с Положением о системе сертификации средств защиты информации, утвержденным приказом ФСТЭК России от 3 апреля 2018 г. № 55 (в случае наличия требования об обязательном применении сертифицированных средств защиты информации), или документов, подтверждающих проведение оценки соответствия средств защиты информации требованиям по безопасности информации в формах, отличных от сертификации;

е) проверку наличия у владельца объекта информатизации работников, ответственных за обеспечение защиты информации в ходе эксплуатации объекта информатизации, в том числе за проведение оценки угроз безопасности информации, управление (администрирование) системой защиты информации (администраторов безопасности), управление конфигурацией объекта информатизации, реагирование на инциденты, информирование и обучение персонала, контроль за обеспечением уровня защиты информации, а также проверку достаточности установленных для них обязанностей в соответствии с требованиями по защите информации;

ж) оценку уровня знаний и умений работников владельца объекта информатизации, ответственных за обеспечение защиты информации, в соответствии с установленными для них обязанностями в эксплуатационной документации и документах по защите информации владельца объекта информатизации;

з) оценку соответствия принятых на объекте информатизации организационных мер требованиям по защите информации и их достаточности для защиты от актуальных для объекта информатизации угроз безопасности информации;

и) оценку соответствия принятых на объекте информатизации технических мер по защите информации от несанкционированного доступа (воздействия на информацию) требованиям по защите информации и их достаточности для защиты от актуальных для объекта информатизации угроз безопасности информации;

к) оценку эффективности защиты (защищенности) информации от утечки по техническим каналам (только для защищаемых помещений).

При проведении аттестационных испытаний органом по аттестации проводятся:

а) оценка соответствия системы защиты информации объекта информатизации требованиям по защите информации на основе анализа экспертами органа по аттестации документов;

б) испытания системы защиты информации путем осуществления тестирования ее функций безопасности (функциональное тестирование), анализ уязвимостей с использованием средств контроля эффективности защиты информации от несанкционированного доступа, а также испытания системы защиты информации путем осуществления попыток несанкционированного доступа (воздействия) в обход системы защиты информации с использованием средств тестирования;

в) оценка показателей эффективности защиты информации с применением контрольно-измерительного и испытательного оборудования.

В ходе аттестационных испытаний объекта информатизации владельцем объекта информатизации могут вноситься изменения в объект информатизации, в том числе в архитектуру его системы защиты информации, в целях приведения объекта информатизации в соответствие с требованиями по защите информации.

По результатам аттестационных испытаний орган по аттестации оформляет заключение по результатам аттестационных испытаний объекта информатизации, включающее следующие сведения:

а) наименование объекта информатизации и его назначение, состав программно-технических, программных средств и средств защиты информации;

б) класс защищенности информационной (автоматизированной) системы, категория значимости значимого объекта;

в) фамилии, имена, отчества (при наличии), должности экспертов органа по аттестации, проводивших аттестацию объекта информатизации;

г) дату утверждения программы и методик аттестационных испытаний объекта информатизации;

д) срок проведения аттестационных испытаний;

д) наименования и реквизиты документов ФСТЭК России, устанавливающих требования по защите информации, на соответствие которым проводилась аттестация объекта информатизации;

е) результаты испытаний с описанием состава проведенных работ и испытаний в соответствии с программой и методикой испытаний, указанием сроков выполнения каждого испытания и экспертов органа по аттестации, ответственных за проведение каждого испытания, используемых экспертами при испытаниях средств, а также заключение о соответствии (несоответствии) требованиям по защите информации по каждой проведенной работе и испытанию;

ж) рекомендации по устранению несоответствий системы защиты информации объекта информатизации требованиям по защите информации в случае их выявления при проведении аттестационных испытаний;

з) вывод о возможности или невозможности выдачи аттестата соответствия или о необходимости доработки системы защиты информации объекта информатизации.

Заключение подписывается экспертами органа по аттестации, проводившими аттестацию объекта информатизации, и утверждается руководителем органа по аттестации.

По результатам испытаний органом по аттестации наряду с заключением по результатам аттестационных испытаний могут также оформляться протоколы аттестационных испытаний объекта информатизации, содержащие:

а) наименование испытания в соответствии с программой и методикой испытаний;

б) дату утверждения программы и методик аттестационных испытаний объекта информатизации;

в) дату и место проведения аттестационных испытаний;

г) критерии выполнения требований по защите информации, в отношении которых проводились испытания;

д) условия и исходные данные для проведения испытаний;

е) применяемые при проведении испытаний средства контроля эффективности защиты информации от несанкционированного доступа, а также контрольно-измерительное и испытательное оборудование;

ж) описание порядка испытаний по оценке критериев выполнения требований по защите информации;

з) результаты испытаний по каждому оцениваемому критерию выполнения требований по защите информации.

Протоколы подписываются экспертами органа по аттестации, проводившими аттестационные испытания объекта информатизации.

Заключение и протоколы в течение 5 рабочих дней после утверждения органом по аттестации направляются владельцу объекта информатизации.

В случае выявления в ходе аттестационных испытаний недостатков, которые можно устранить в процессе аттестации объекта информатизации, владелец объекта информатизации обеспечивает их устранение, а орган по аттестации оценивает качество такого устранения. В случае выявления при проведении аттестационных испытаний недостатков, которые невозможно устранить в процессе аттестации объекта информатизации, работы по аттестации объекта информатизации завершаются, аттестат соответствия не оформляется.

Аттестат соответствия оформляется органом по аттестации по форме, утвержденной приказом ФСТЭК № 77. Аттестат соответствия подписывается руководителем органа по аттестации и заверяется печатью органа по аттестации (при наличии). Аттестат соответствия вручается органом по аттестации владельцу объекта информатизации или направляется ему заказным почтовым отправлением с уведомлением о вручении.

Повторная аттестация

После получения аттестата соответствия объект информатизации вводится в эксплуатацию. В процессе эксплуатации ОИ осуществляется сопровождение системы защиты информации. Повторная аттестация государственной информационной системы, как правило, проводится из-за внесения изменений в систему защиты ИС. В приказе ФСТЭК № 77 описываются случаи, при которых нужно и не нужно проводить переаттестацию.

Дополнительные аттестационные испытания проводятся в случае развития (модернизации) объекта информатизации, в ходе которого:

- 1) изменена конфигурация (параметры настройки) программных, программно-технических средств и средств защиты информации;
- 2) исключены программные, программно-технические средства и средства защиты информации;
- 3) дополнительно включены аналогичные средства или заменены на аналогичные средства.

Соответственно, при изменении структуры системы, не приводящем к установлению новых требований по защите объекта информатизации, не требуется проводить повторную аттестацию.

Сведения об изменениях аттестованного объекта информатизации и проведенных при этом аттестационных испытаниях включаются владельцем объекта информатизации в технический паспорт. Действие аттестата соответствия не прекращается.

Например, при подключении новых АРМ к ранее аттестованной информационной системе, если соблюдены требования по составу и настройкам средств защиты типовых компонентов, проводить повторную аттестацию не нужно. Владелец объекта информатизации должен будет внести данные об изменениях в технический паспорт.

Повторная аттестация проводится в случае развития (модернизации) объекта информатизации, приводящего:

- 1) к повышению класса защищенности (уровня защищенности, категории значимости) объекта информатизации;
- 2) изменению архитектуры системы защиты информации объекта информатизации в части изменения видов и типов программных, программно-технических средств и средств защиты информации;
- 3) изменению структуры системы защиты информации, состава и мест расположения объекта информации и его компонентов;
- 4) изменению в составе обслуживающего персонала.

В данном случае в структуре объекта информатизации происходят изменения, приводящие к пересмотру требований по защите объекта информатизации, следовательно, необходимо провести повторную аттестацию.

Например, при включении в информационную систему сервера потребуется провести повторную аттестацию, так как изменится архитектура системы защиты информации объекта и появятся новые требования по защите информации.

Вывод

Создание системы защиты информации рассмотрено с точки зрения ее жизненного цикла. Одним из этапов, подтверждающим защищенность объекта информатизации и требующим больших затрат от организации-заказчика, является аттестация. Был проведен анализ документов регуляторов, устанавливающих порядок проведения подготовительных мероприятий и аттестации. Указаны объекты информатизации, которые могут быть аттестованы, выделены объекты, которые подлежат обязательной и добровольной аттестации. Изложен план проведения аттестационных работ. Выделены случаи, когда требуется проводить повторную аттестацию.

Список использованных источников и литературы

1. Об утверждении Порядка организации и проведения работ по аттестации объектов информатизации на соответствие требованиям о защите информации ограниченного доступа, не составляющей государственную тайну: Приказ Федеральной службы по техническому и экспортному контролю № 77 от 29 апреля 2021 г. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_392734/ (дата обращения: 17.04.2024).
2. ГОСТ Р 51583–2014. Защита информации. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении. Общие положения: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 января 2014 г. № 3-ст. – URL: <http://www.far.ru/org/div/uank/Documents/2019/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2%20%D0%A0%2051583%20-%202000.pdf> (дата обращения: 17.04.2024).
3. Аттестация защищаемых помещений // Информационный центр: интернет-портал. – URL: <https://ic-dv.ru/services/zashhita-informatsii/sluzhebnyaya-tajna/attestatsiya-zashhishhaemyh-pomeshhenij/> (дата обращения: 17.04.2024).
4. Аттестационные испытания объектов информатизации // ИСА: интернет-портал. – URL: <https://isoit.ru/service/attestatsionnye-ispytaniya-obektov-informatizatsii/> (дата обращения: 19.04.2024).
5. Маклаков, А. Кому нужна аттестация ИТ-систем в 2023 году // Anti-Malware.ru: интернет-портал. – URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology_Analysis/IT-system-attestation-2023 (дата обращения: 19.04.2024).
6. Аттестационные испытания и аттестация на соответствие требованиям по защите информации // Инновационные технологии в бизнесе: интернет-портал. – URL: <https://www.itb.spb.ru/services/attestatsionnye-ispytaniya-i-attestatsiya-na-sootvetstvie-trebovaniyam-po-zashchite-informatsii/> (дата обращения: 19.04.2024).
7. Что важно учитывать при аттестации информационных систем // SecurityLab.ru: интернет-портал. – URL: <https://www.securitylab.ru/analytics/531715.php> (дата обращения: 19.04.2024).
8. Жизнь после аттестации информационной системы // Контур : журн. – URL: <https://kontur.ru/articles/1974> (дата обращения: 19.04.2024).
9. Аттестация информационных систем: для кого обязательна и кто может ее провести // Контур : журн. – URL: <https://kontur.ru/articles/6742> (дата обращения: 19.04.2024).
10. Аттестация объектов информатизации // ЕВРААС. Научно-технический центр: интернет-портал. – URL: <https://www.evraas.ru/resources/attestatsiya-obektov-informatizatsii/> (дата обращения: 19.04.2024).

M. D. Starkova, student
E. F. Stukalina, PhD in Engineering, Associate Professor
Department of Information Security
Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov

Organization and preparation for certification of an informatization object from the point of view of the life cycle of an information security system

The article discusses the main issues in preparing for certification of an informatization object. Informatization objects are identified that are subject to mandatory and voluntary certification. The activities carried out during certification tests are described, as well as cases in which it is necessary to re-certify an informatization object.

Keywords: certification, informatization object, information system, protected premises.

О. С. Сумзина, студент
Кафедра информационной безопасности
Херсонский технический университет

Информационная безопасность в сфере спорта и развлечений

Информационная безопасность в сфере спорта и развлечений является актуальной и важной проблемой в современном цифровом мире. Данное исследование обращает внимание на уязвимости и риски, связанные с использованием цифровых технологий, коммуникаций и данных в процессе спортивных соревнований, развлекательных мероприятий и организации мероприятий. Анализируются основные угрозы и вызовы, такие как кибератаки, нарушение конфиденциальности данных, мошенничество и дезинформация. В работе также рассматриваются стратегии и методы обеспечения информационной безопасности в данной области, включая использование шифрования, аутентификации и контроля доступа. Исследование подчеркивает необходимость разработки комплексного подхода к защите информации в сфере спорта и развлечений для обеспечения целостности, конфиденциальности и доступности данных.

Ключевые слова: информационная безопасность, спорт, развлечения, цифровые технологии, кибератаки, конфиденциальность данных.

Введение

С развитием цифровых технологий и интернета спорт и развлечения становятся все более зависимыми от информационных систем. Однако это также приносит ряд угроз, связанных с безопасностью данных и коммуникаций. В статье мы рассмотрим актуальные проблемы информационной безопасности в сфере спорта и развлечений, основные угрозы и вызовы, а также методы и стратегии обеспечения защиты информации.

С развитием цифровых технологий сфера спорта и развлечений становится все более цифровой и онлайн-ориентированной. Однако с этим также возрастает уровень угроз и рисков, связанных с безопасностью информации. Информационная безопасность в этой области становится ключевым вопросом, требующим внимания и решения.

В настоящее время процессы организации спортивных соревнований, управления мероприятиями и взаимодействия с аудиторией осуществляются в значительной степени через цифровые платформы и информационные системы. Это открывает возможности для кибератак, нарушения конфиденциальности данных и других видов атак, которые могут нанести ущерб не только организаторам и спортсменам, но и зрителям и участникам развлекательных мероприятий.

В данном контексте важно рассмотреть основные аспекты информационной безопасности в сфере спорта и развлечений, выявить основные уязвимости и риски, а также определить эффективные стратегии и методы обеспечения безопасности информации. Это позволит сформировать адекватный подход к защите данных и обеспечить надежность и стабильность функционирования цифровой инфраструктуры в данной области.

Уязвимости и риски

Цифровые технологии широко используются в процессах спортивных соревнований, развлекательных мероприятий и организации мероприятий. Однако это также делает их подверженными к различным угрозам, включая кибератаки, нарушение конфиденциальности данных, мошенничество и дезинформацию. Например, хакеры могут взломать системы онлайн-билетов и перехватывать личные данные зрителей или спортсменов. Также возможно вмешательство в спортивные события путем распространения ложной информации о состоянии здоровья или фальсификации результатов.

Стратегии и методы обеспечения информационной безопасности

Для защиты информации в сфере спорта и развлечений необходим комплексный подход. Один из ключевых элементов – это использование современных технологий безопасности, таких как шифрование, аутентификация и контроль доступа. Шифрование данных позволяет защитить информацию от несанкционированного доступа, а механизмы аутентификации и контроля доступа обеспечивают проверку легитимности пользователей и ограничение прав доступа.

Обеспечение информационной безопасности в сфере спорта и развлечений

Актуальность проблемы

С развитием технологий и широким распространением интернета информационная безопасность становится все более важной, особенно в сфере спорта и развлечений. В этой сфере широко используются различные цифровые технологии, такие как онлайн-трансляции, интерактивные приложения, системы билетного обслуживания и многие другие, что делает ее особенно уязвимой к киберугрозам. Помимо этого, необходимо устанавливать разграничение доступа к защищаемым ресурсам в рамках полномочий, только необходимых для выполнения служебных обязанностей; добывать всеми доступными законными путями информацию о своих сотрудниках, представляющих потенциальную угрозу информационным ресурсам; при приеме на работу подписывать соглашение о неразглашении информации конфиденциального характера [2].

Основные угрозы

Сфера спорта и развлечений подвержена различным угрозам информационной безопасности. Одной из основных угроз является кибератака на системы онлайн-трансляций спортивных событий. Злоумышленники могут пытаться взломать системы трансляций для искажения результатов соревнований или блокировки доступа к трансляциям. Кроме того, существует риск кибератак на системы управления билетным обслуживанием, что может привести к фальсификации билетов и утрате прибыли организаторов мероприятий.

Другой угрозой является кибершпионаж, особенно в случае спортивных клубов и команд. Злоумышленники могут пытаться получить доступ к конфиденциальным данным о составе команды, тактике игры, контрактам с игроками и т. д. Эта информация может быть использована для получения незаконного преимущества в спортивных состязаниях или для шантажа спортсменов и клубов.

Меры по обеспечению безопасности

Для защиты от угроз информационной безопасности в сфере спорта и развлечений необходимо принимать ряд мер:

1. *Шифрование данных.* Важно шифровать все конфиденциальные данные, включая информацию о трансляциях, билетном обслуживании, а также персональные данные игроков и спортсменов.

2. *Многоуровневая аутентификация.* Для защиты от несанкционированного доступа к системам следует использовать многоуровневую аутентификацию, такую как двухфакторная аутентификация.

3. *Регулярные аудиты безопасности.* Проведение регулярных аудитов безопасности позволяет выявлять уязвимости в системах и своевременно принимать меры по их устранению.

4. *Обучение персонала.* Все сотрудники, имеющие доступ к конфиденциальной информации, должны проходить обучение по правилам информационной безопасности и осведомлены о возможных угрозах.

5. *Использование специализированных решений.* Для защиты от киберугроз следует использовать специализированные программные и аппаратные решения, такие как антивирусные программы, брандмауэры и системы обнаружения вторжений.

Обеспечение информационной безопасности в сфере спорта и развлечений является критически важным в условиях современного цифрового мира. Только путем применения комплекса мер по защите данных и систем можно обеспечить надежную защиту от киберугроз и сохранить доверие как со стороны участников спортивных соревнований, так и зрите-

лей. Спортивная индустрия – очень обширная область, и лиц, в той или иной степени работающих в ней, то есть субъектов информации, тоже достаточно много. Типичными примерами могут быть компании, занимающиеся разработкой спортивного оборудования, спортивные ассоциации, федерации и объединения, тренеры и спортсмены [1].

В современную эпоху, когда спорт и развлечения тесно переплетены с цифровыми технологиями, информационная безопасность стала критически важным аспектом для защиты конфиденциальных данных, интеллектуальной собственности и репутации организаций в этой сфере. Злоумышленники постоянно используют изощренные методы для хищения конфиденциальной информации, что может иметь серьезные последствия для спортивных команд, лиг, развлекательных компаний и фанатов.

Угрозы информационной безопасности

Организации в сфере спорта и развлечений сталкиваются с различными угрозами информационной безопасности, включая:

- Кибератаки: хакеры могут атаковать компьютерные системы и сети, чтобы украсть конфиденциальные данные, такие как финансовая информация, личные данные фанатов и стратегии команд.

- Фишинг и социальная инженерия: злоумышленники используют электронную почту, текстовые сообщения и другие методы, чтобы обманом заставить людей раскрыть личную информацию или предоставить доступ к системам.

- Внутренние угрозы: недовольные сотрудники или подрядчики могут иметь доступ к конфиденциальным данным и использовать его в злонамеренных целях.

- Утечки данных: конфиденциальная информация может быть непреднамеренно раскрыта через незащищенные каналы, такие как незашифрованные электронные письма или небезопасные веб-сайты.

Последствия нарушений информационной безопасности

Нарушения информационной безопасности могут иметь серьезные последствия для организаций в сфере спорта и развлечений, в том числе:

- Финансовые потери: хищение конфиденциальных данных, таких как финансовая информация или данные о кредитных картах фанатов, может привести к значительным финансовым потерям.

- Ущерб репутации: нарушения информационной безопасности могут подорвать доверие фанатов и спонсоров, что приведет к потере доходов и репутационному ущербу.

- Правовые последствия: организации могут быть привлечены к ответственности за нарушение законов о защите данных и конфиденциальности, что может привести к штрафам и судебным искам.

Меры по обеспечению информационной безопасности

Чтобы защитить свои данные и системы, организации в сфере спорта и развлечений должны внедрить надежные меры по обеспечению информационной безопасности, такие как:

- Системы управления безопасностью информации (ISMS): внедрение ISMS позволяет организациям систематически управлять рисками информационной безопасности.

- Защита от кибератак: установка и обновление брандмауэров, антивирусного программного обеспечения и систем обнаружения вторжений для защиты от кибератак.

- Шифрование данных: шифрование конфиденциальных данных в состоянии покоя и при передаче для предотвращения несанкционированного доступа.

- Контроль доступа: ограничение доступа к конфиденциальным данным только авторизованным сотрудникам на основе принципа наименьших привилегий.

- Обучение по осведомленности о безопасности: проведение регулярных тренингов для сотрудников по повышению осведомленности об угрозах информационной безопасности и надлежащих практиках.

Информационная безопасность является критически важным аспектом для организаций в сфере спорта и развлечений. Принимая надлежащие меры защиты, эти организации

могут защитить свои данные, репутацию и финансовые интересы от различных угроз. Обеспечение информационной безопасности должно быть постоянным приоритетом для всех заинтересованных сторон в этой индустрии, чтобы гарантировать, что конфиденциальная информация останется защищенной, а фанаты будут уверены в сохранности своих данных.

В современном цифровом мире информационная безопасность стала критически важным фактором для организаций в сфере спорта и развлечений, которые используют цифровые технологии и данные для различных целей. Данное исследование обращает внимание на уязвимости и риски, связанные с использованием цифровых технологий, коммуникаций и данных в спортивных соревнованиях, развлекательных мероприятиях и организации мероприятий.

Уязвимости и риски

Информационная безопасность в сфере спорта и развлечений сталкивается с рядом уязвимостей и рисков, в том числе:

- Кибератаки: хакеры могут атаковать компьютерные системы и сети, чтобы украсть или повредить конфиденциальные данные, такие как информация о билетах, финансовые данные и личная информация фанатов.

- Нарушение конфиденциальности данных: сбор и обработка больших объемов персональных данных, таких как информация о здоровье спортсменов и привычки фанатов, создают риски нарушения конфиденциальности.

- Мошенничество: злоумышленники могут манипулировать данными или использовать мошеннические схемы, чтобы получить несанкционированную выгоду от продажи билетов, азартных игр и других сфер.

- Дезинформация: распространение ложной или вводящей в заблуждение информации в социальных сетях и других цифровых каналах может подорвать доверие к спортивным организациям и развлекательным компаниям.

Стратегии обеспечения информационной безопасности

Для эффективного обеспечения информационной безопасности в сфере спорта и развлечений необходимы комплексные стратегии, включающие следующие меры:

- Шифрование: шифрование данных в состоянии покоя и при передаче защищает их от несанкционированного доступа.

- Аутентификация: использование надежных механизмов аутентификации, таких как двухфакторная аутентификация, гарантирует, что доступ к системам и данным имеют только авторизованные пользователи.

- Контроль доступа: внедрение многоуровневого контроля доступа ограничивает доступ к конфиденциальным данным только авторизованным сотрудникам на основе принципа наименьших привилегий.

- Мониторинг и анализ: постоянный мониторинг и анализ сетевого трафика и активности пользователей позволяет выявлять подозрительную деятельность и предотвращать угрозы.

- Обучение по осведомленности о безопасности: регулярные тренинги для сотрудников и подрядчиков по повышению осведомленности о рисках информационной безопасности способствуют принятию надлежащих мер предосторожности.

Комплексный подход

Организации в сфере спорта и развлечений должны принять комплексный подход к обеспечению информационной безопасности, который включает не только технические меры защиты, но и организационные и операционные меры. Сюда входят:

- Разработка политики и процедур: внедрение четких политик и процедур, определяющих роли и обязанности в отношении информационной безопасности.

- Управление инцидентами: разработка и реализация планов реагирования на инциденты для своевременного и эффективного реагирования на нарушения информационной безопасности.

- Сотрудничество и партнерство: установление партнерских отношений с правоохранительными органами и экспертами по безопасности для совместной работы по предотвращению и расследованию угроз.

Информационная безопасность является основополагающим аспектом для организаций в сфере спорта и развлечений в современную цифровую эпоху. Использование комплексного подхода, включающего технические, организационные и операционные меры, имеет решающее значение для защиты конфиденциальных данных, обеспечения целостности информации и поддержания доверия фанатов, спортсменов и других заинтересованных сторон. Постоянное внимание к информационной безопасности и адаптация к меняющимся угрозам являются ключом к защите данных, репутации и финансовых интересов в этой динамичной отрасли.

Заключение

Информационная безопасность в сфере спорта и развлечений становится все более важной в свете увеличивающегося использования цифровых технологий. Разработка комплексных стратегий и методов обеспечения безопасности данных является необходимостью для обеспечения целостности, конфиденциальности и доступности информации в данной области. Только так можно обеспечить надежную защиту от угроз и рисков, с которыми сталкиваются спортсмены, зрители и организаторы развлекательных мероприятий.

Информационная безопасность в сфере спорта и развлечений представляет собой важное звено в современном цифровом мире. Она становится все более неотъемлемой частью организации спортивных мероприятий, управления развлекательными платформами и взаимодействия с аудиторией. Однако, несмотря на все преимущества цифровизации, существует ряд уязвимостей и рисков, связанных с использованием информационных технологий.

Анализ основных угроз, таких как кибератаки, нарушение конфиденциальности данных и дезинформация, подчеркивает необходимость принятия мер по обеспечению безопасности информации. Важно разработать комплексные стратегии и методы, включающие в себя использование современных технологий защиты, обучение персонала, а также создание правовых и организационных механизмов для предотвращения угроз и минимизации потенциальных последствий инцидентов.

Эффективная защита информации в сфере спорта и развлечений не только обеспечивает безопасность для участников и зрителей, но также способствует сохранению репутации и доверия к данной отрасли. Развитие сознания об информационной безопасности, постоянное обновление технологических решений и сотрудничество между заинтересованными сторонами играют ключевую роль в обеспечении стабильного и безопасного функционирования сферы спорта и развлечений в цифровом мире.

Выводы

Информационная безопасность является критически важным аспектом для организаций в сфере спорта и развлечений, которые сталкиваются с растущим числом угроз и рисков, связанных с использованием цифровых технологий и данных.

Кибератаки, нарушение конфиденциальности данных, мошенничество и дезинформация представляют собой основные уязвимости, которые могут нанести ущерб репутации, финансам и доверию организаций.

Для эффективного обеспечения информационной безопасности необходим комплексный подход, включающий технические меры защиты, такие как шифрование и контроль доступа, а также организационные и операционные меры, такие как обучение по осведомленности о безопасности и управление инцидентами.

Рекомендации

Организациям в сфере спорта и развлечений следует разработать и внедрить надежные политики и процедуры информационной безопасности, которые определяют роли и обязанности, связанные с защитой данных.

Необходимо инвестировать в передовые технологии обеспечения информационной безопасности, такие как шифрование, аутентификация и мониторинг, чтобы защитить конфиденциальные данные от несанкционированного доступа.

Сотрудники и подрядчики должны проходить регулярные тренинги по повышению осведомленности о рисках информационной безопасности и надлежащих практиках защиты данных.

Организации должны сотрудничать с правоохранительными органами и экспертами по безопасности для совместной работы по предотвращению и расследованию угроз.

Необходимо регулярно пересматривать и обновлять стратегии и меры обеспечения информационной безопасности, чтобы адаптироваться к меняющимся угрозам и технологическим достижениям.

Придерживаясь этих рекомендаций, организации в сфере спорта и развлечений могут эффективно защитить свои данные, репутацию и финансовые интересы, обеспечивая безопасную и надежную среду для фанатов, спортсменов и других заинтересованных сторон.

Список использованных источников и литературы

1. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ: // Консультант Плюс. – URL: <http://textbook.vadimstepanov.ru/chapter7/glava7-2.html>. (дата обращения: 11.04.2024).

2. Таскин, Р. И. Использование современных информационных технологий в спорте / Р. И. Таскин, С. Д. Мишнева, И. М. Симонова // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2015. – С. 127–129.

O. S. Sumzina, Student
Department of Information Security
Kherson Technical University

Information security in the field of sports and entertainment

Information security in the field of sports and entertainment is an urgent and important problem in the modern digital world. This study draws attention to the vulnerabilities and risks associated with the use of digital technologies, communications and data in the processes of sports competitions, entertainment events and event organization. The main threats and challenges such as cyber attacks, data privacy violations, fraud and disinformation are analyzed. The paper also discusses strategies and methods for ensuring information security in this area, including the use of encryption, authentication and access control. The study highlights the need to develop a comprehensive approach to information protection in the field of sports and entertainment to ensure the integrity, confidentiality and accessibility of data.

Keywords: information security, sports, entertainment, digital technologies, cyber attacks, data privacy.

Раздел 4

ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 378.147.88

А. Л. Белова, старший преподаватель
Кафедра «Английский язык»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Особенности дидактической организации занятия по иностранному языку в вузе с применением искусственного интеллекта

В статье рассматривается современная тенденция создания цифровой образовательной среды. Обсуждаются преимущества использования искусственного интеллекта при подготовке занятий в высших учебных заведениях. В статье даны рекомендации по созданию текстовых запросов-инструкций.

Ключевые слова: искусственный интеллект, ИИ, цифровизация образования, иностранный язык, промпт.

Современная модель образования активно внедряет цифровую образовательную среду как одну из ключевых тенденций [2]. Использование цифровых технологий, таких как интернет вещей, искусственный интеллект, большие данные и автоматизация технологических процессов, направлено на оптимизацию работы, повышение эффективности и снижение издержек, что способствует улучшению результативности и интересности образовательного процесса [5].

Искусственный интеллект (ИИ) – это отрасль компьютерной науки, которая занимается созданием и совершенствованием умственных процессов, связанных с различными типами интеллекта, такими как восприятие, понимание, обучение и принятие решений, т. е. свойств, характерных для интеллектуальных систем, которые позволяют им выполнять функции и задачи, свойственные человеку. Использование искусственного интеллекта открывает новые возможности и преимущества с точки зрения эффективного использования времени и ресурсов.

Искусственный интеллект – одна из инновационных технологий, применяемых в различных областях нашей жизни, таких как развлечения, экономика, промышленность и образование [5]. В рамках данной работы обратимся к рассмотрению возможностей применения технологий искусственного интеллекта для подготовки занятий по иностранному языку в высших учебных заведениях. А.А. Рольгайзер утверждает, что искусственный интеллект не представляет угрозы для преподавателей, не заменяет их в подготовке и проведении уроков, а направлен на улучшение системы образования в целом [4].

Х. Б. Акбаева отмечает, что процесс подготовки курсов иностранного языка в высшем образовании может быть полностью или частично автоматизирован искусственным интеллектом [1], т. к. зачастую учебные пособия не обновляются с той скоростью, с какой происходят изменения в определенной сфере, например в программировании. Поэтому преподавателям необходимо подбирать и разрабатывать учебные материалы (тексты, видео и соответствующие упражнения), чтобы создать условия для рефлексивного и коммуникативного обучения [3].

Универсального искусственного интеллекта не существует, но есть набор инструментов, созданных исследователями. Наиболее известными приложениями для подготовки уро-

ков иностранного языка являются сервисы *ChatGPT*, *YandexGPT*, *Simple class*, *Magic School*, *School AI*, *Twee*. За исключением *Simple class*, который автоматически преобразует некоторые задания (*speaking cards*, *speaking bubbles*, *speaking cube*) в интерактивный формат, эти системы создают необходимые учебные материалы для класса в текстовом формате.

Наиболее важной особенностью нейронных сетей является их способность к обучению. Они могут обучаться самостоятельно, либо под контролем человека, либо применяя предыдущий опыт. Нейронные сети пока не могут генерировать идеи для обучения на уроке, но они могут собирать и извлекать лучшие варианты из информации, доступной на момент их обучения. Нейронные сети можно обучать в контексте.

Учителя могут воспользоваться потенциалом искусственного интеллекта:

- 1) они могут готовить уроки, создавая обучающие программы, планы занятий, упражнения, тексты, игры, картинки и т. д.;
- 2) организовывать домашние задания и дополнительную работу для отработки изученных лексических и грамматических тем;
- 3) организовывать дистанционное обучение;
- 4) совершенствовать коммуникативные навыки учащихся;
- 5) развивать творческое мышление;
- 6) создавать тематические ассоциации.

Искусственный интеллект, несомненно, обладает рядом преимуществ. Во-первых, он экономит время. Благодаря искусственному интеллекту можно автоматизировать около 80 % задач учителей, связанных с подготовкой уроков. Таким образом, на долю учителей остается лишь 20 % работы, например, проверка и корректировка заданий, организация упражнений, созданных искусственным интеллектом. Это необходимо делать потому, что интуиция в отношении того, как дать правильный ответ, у ИИ может пока еще не работать последовательно. Однако ИИ может помочь преподавателю при подготовке к урокам и во время них, потому что он с легкостью:

1. Генерирует классические типы упражнений:
 - заполнить пропуски (*gap-filling*),
 - сопоставление пар (*matching*),
 - множественный выбор (*multiple-choice*),
 - словообразование,
 - вопросы к видео с *Youtube*,
 - текст или стихотворение;
 - список вопросов для обсуждения;
 - иллюстрированный рассказ;
 - сравнение картинок;
 - создание коротких видеороликов.
2. Генерирует ответы на вопросы и примеры заданий. То есть моделирует ответы, генерирует примеры для учеников (устные и письменные, в виде шпаргалок в планах уроков или записанные на слайдах для демонстраций).
3. Просматривает сообщения, инструкции, материал на предмет ошибок, уже готовый материал и обеспечивает обратную связь (любые активы, добавляет или изменяет то, что необходимо) для насыщения целевой структуры.
4. Оценивает написанное, сказанное и переписанное учащимися в соответствии с заданными критериями, например, «Найди в тексте пять мест, где написанное можно заменить утверждениями из этого списка...».
5. Генерирует идеи и блоки содержания, например, выражения из списка слов, идеи для экзамена, идеи для письма и говорения, сюжет, контекст использования выражений, чтение и словарная работа.
6. Ролевое моделирование (моделирование непрерывных стилей общения через диалог вымышленных или реальных лиц, монологи во всех стилях и жанрах, описание характера и стиля).

Во-вторых, повышается вовлеченность студента, т. к. созданные упражнения можно перенести на интерактивные платформы (например, *Wordwall*, *Simple class*, *LearnHip*, *LearningApps.*), тем самым задействовав зрительную и механическую память учащихся и способствуя лучшему усвоению материала.

В-третьих, использование искусственного интеллекта расширяет методологическую базу различных научных направлений, знакомит студентов с современными тенденциями в своей специальности, позволяет создавать и реализовывать целые сборники заданий по конкретным темам.

В-четвертых, интегрировав ИИ в образовательный процесс, преподаватели смогут уделять больше времени координации учебной деятельности и обучению студентов, используя более творческие методы и приемы преподавания, при изучении языка с помощью технологии искусственного интеллекта ускоряется процесс получения обратной связи. В результате у учащихся появляется возможность ставить собственные цели и следовать индивидуальной программе. Как отмечает А. А. Рольгайзер, наиболее распространенными инструментами ИИ в изучении языка сегодня являются сервисы распознавания и анализа текста (голосовые помощники, чат-боты, онлайн-переводчики, сервисы проверки орфографии, пунктуации, грамматики и стиля текста) [5].

Чтобы иметь возможность использовать сервисы искусственного интеллекта эффективно, важно научиться грамотно составлять промпты – текстовые запросы-инструкции или подсказки. *Подсказка* – это закодированный в цифровом виде текст на определенную грамматику или лексику, являющийся инструкцией для построения нейронной сети. Для этого:

1) запрограммируйте ИИ, т. е. задайте роль, в которой он должен выступать ('Imagine you are a ...'), действие, которое он должен в этой роли сделать: ключевое и дополнительное ('trying to do ...');

2) опишите продукт, который нужно получить на выходе, как можно более подробно, и если релевантно – в определенном фреймворке, т. е. используйте в запросах не абстрактное слово «текст» (*text*), а «предложение» (*proposal*), «реклама» (*advertisement*), «обзор» (*review*), «блог» (*blog*) и т. д. ('Come up with [product] on the [topic]...');

3) объясните цель, для которой хотите использовать продукт (e.g. '...in order to give the [a person] an opportunity to ...');

4) опишите требования к продукту, т. е., например, укажите читателя, установите ограничения на количество слов, добавьте стиль – официальный (*formal*), развлекательный (*engaging*) и т. д. ('The [product] should be suitable for .../ should contain ...' etc);

5) уточните необходимость использования простого языка ("use simple language"), чтобы избежать появления прилагательных или других частей речи, которые редко используются в естественной речи;

6) добавьте специфические критерии, если они вам уже ясны: структура ('It should begin / finish with .../ It should consist of...'), что включить ('Include...'), еще варианты (e.g. 'Provide ideas on how else ...'/ 'Give reasons why this [product] would be suitable for...'). Эти критерии часто проявляются только тогда, когда чат выдает первый вариант продукта, в этом случае необходимо уточнить задание.

При написании запроса не следует использовать слова, выражающие отрицание: «не», «кроме», «без», «за исключением», «никакой», а также деепричастные обороты. В результате чем проще и подробнее запрос, тем легче нейронной сети на него ответить.

Успешное использование искусственного интеллекта возможно, если каждый преподаватель помнит, каких ошибок необходимо избегать: общие, неточные или неопределенные запросы, отсутствие контекста, отсутствие необходимой информации в базе данных нейросети, использование сложного и непонятного языка, шум, плохое интернет-соединение или другие внешние факторы. Поэтому успех работы с нейронными сетями заключается в формулировке запроса.

Для того чтобы нейросеть могла генерировать соответствующий контент, преподаватель должен сначала определить, какие цели поставлены перед уроком и с помощью чего их

можно достичь, т. е. какую методическую задачу нужно решить в данный момент, какой формат заданий для этого наиболее подходит, каковы интересы учеников и что максимально повысит их активность на уроке, какую часть урока необходимо подготовить сейчас и за какое время. На эти вопросы учитель должен ответить сам. Иначе можно создать бесконечное количество лексических упражнений, которые будут неактуальными или не связанными с учащимися. Но если учитель понимает, зачем нужно то или иное задание, какие навыки планируется отработать, на каком этапе урока сейчас находятся и какое задание надо создать, то ChatGPT и другие нейронные сети могут ускорить его действия и помочь ему.

Таким образом, использование искусственного интеллекта при подготовке к преподаванию иностранного языка в вузе позволяет значительно облегчить труд преподавателей, существенно сократить время подготовки к занятиям, т. к. помогает справиться с рутинной работой, и дает возможность творчества. Возможность ставить собственные цели и следовать индивидуальным программам улучшает результаты учебного процесса, раскрывает резервы учебного процесса и личности студента, расширяет дидактический потенциал занятия.

Список использованных источников и литературы

1. Акбаева, Х. Б. Использование искусственного интеллекта на занятиях иностранного языка в эпоху цифровых технологий // *Мировая наука: междунар. науч. издание.* – 2022. – № 4 (61). – С. 19–22.
2. Методологические основы формирования современной цифровой образовательной среды: монография. – Нижний Новгород : Профессиональная наука, 2018. – URL: <http://scipro.ru/conf/monographeeducation-1.pdf> (дата обращения: 16.04.2024).
3. Пономаренко, Е. П. Проблемы организации рефлексивного обучения иностранному языку дистанционно в период пандемии / Е. П. Пономаренко, А. Л. Иванова // *Мир педагогики и психологии.* – 2020. – № 4 (45). – С. 26–32.
4. Рольгайзер, А. А. Перспективы использования искусственного интеллекта в практике преподавания иностранного языка // *Актуальные вопросы лингводидактики и методики преподавания иностранных языков : сб. науч. ст. по материалам XXXII Междунар. науч.-практ. конф., Чебоксары, 21–22 апр. 2022 г. – Чебоксары : Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева, 2022. – С. 243–248.*
5. Фомин, М. А. Возможности применения технологий искусственного интеллекта при изучении иностранного языка в вузе / М. А. Фомин, Н. Е. Садовиков // *Молодежная наука: тенденции развития.* – 2022. – № 3. – С. 6–11.

*A. L. Belova, Senior Lecturer
Department of English Language
Kalashnikov Izhevsk State Technical University*

Features of the didactic organization of foreign language classes at a university using artificial intelligence

The paper presents a current tendency for creating a digital education. Advantages of using AI while preparing for classes at universities are described. The paper provides recommendations aimed at writing clear prompts for AI.

Keywords: artificial intelligence, AI, digitalization of education, foreign language, prompt

В. Н. Борог, бакалавр

С. А. Зырянова, кандидат технических наук, доцент

Кафедра информационных систем и цифровых технологий

Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского
(Первый казачий университет)

Формирование информационной среды в музыкальных школах Российской Федерации

Современное музыкальное образование предполагает использование информационных технологий в обучении и организации учебного процесса. Информационная система «музыкальная школа» востребована во всех музыкальных школах. Многие сведения в таких информационных системах разрознены. Представляется возможным создание единой конструкции – базы данных. Проектируемая БД будет охватывать все составляющие образовательного процесса.

Ключевые слова: музыкальная школа, информационная среда, информационная система, база данных, учет и контроль контингента.

Многие несерьезно относятся к музыкальной школе. Считают ее развлечением, хобби, отдыхом между привычными школьными уроками и поэтому снисходительны к качеству образования. Между тем в музыкальных школах не только витает дух творчества и свободы от повседневных дел, но и строго организован учебный процесс, который идет на высоком уровне. Все это – искусство, творчество, учеба – требует серьезного осмысления и хорошей организации. На сегодняшний день необходима помощь электронных ресурсов.

Вслед за общеобразовательными школами музыкальные учебные заведения активно включены в процесс освоения информационных технологий. Они все шире используются в музыкальном образовании, воспитании, организации учебного процесса. Так, например, создаются дидактические материалы в виде презентаций, видеофильмов, заданий по различным предметам и отдельным темам, осваивается нотный редактор. Обсуждается широкий круг вопросов использования ресурсов интернета в образовательном процессе, методики обучения на цифровых инструментах (синтезатор, пианино), освоения звукорежиссуры, создания аранжировок на синтезаторе и компьютере. Осуществляется, при необходимости, дистанционное обучение. Расширяется архив цифровых записей школьных концертов, фестивалей, конкурсов, открытых уроков лучших методистов, мастер-классов по игре на различных инструментах, лучших презентаций по музыкальной литературе в рамках стандартных учебных программ. К этим ресурсам обеспечивается несложный доступ через интернет. Более того, создается широкое информационное пространство для администрации школ, позволяющее заменить бумажные носители информации на электронные.

В настоящее время большинство музыкальных школ России имеет свою информационную систему (ИС). Она структурирована. Область открытого пользования – сайт школы. Он доступен всем и отражает правовую основу, различные аспекты деятельности, позволяет узнать все, что интересует, относительно учебного заведения.

ИС школы имеет и область закрытого пользования. Сюда относятся: внутренние распоряжения, приказы директора по школе. Они, как правило, выходят в двух вариантах (на бумажном носителе и в электронном виде) и доступны только сотрудникам школы. К закрытой области ИС относится и вся информация, касающаяся личных данных учащихся школы, преподавателей и других сотрудников. Эта информация представлена, как правило, в виде таблиц Excel или в виде папок и файлов, объединяющих разного рода сведения и копии документов. Представляется возможным объединить множество таблиц и разрозненных сведе-

ний в единую конструкцию – базу данных (БД). Она будет гораздо удобнее, чем таблицы, поможет уменьшить избыточность внутри системы.

Создание БД является, на наш взгляд, одной из важных задач в организации учебного процесса музыкальной школы. В современных условиях актуальность БД в музыкальных школах определяет целый ряд факторов:

- 1) много учащихся разных профилей (большой контингент);
- 2) много учителей (разные специальности);
- 3) обновление контингента (поступление в 1 класс, отчисление в процессе обучения, переводы из других школ);
- 4) обучение по нескольким предметам и разные формы музицирования (инструмент, теоретические предметы, хор, ансамбль, оркестр);
- 5) проведение промежуточной и итоговой аттестации (экзамены);
- 6) необходимость учета контингента в контексте учебного процесса;
- 7) необходимость контролировать учебный процесс со стороны администрации школы и возможность быстро находить любую информацию о каждом ученике;
- 8) необходимость создания области информационной среды, отображающей разные направления учебного процесса и удобной для пользования.

Цель настоящего проекта – создание БД для ИС «Музыкальная школа». Разработана структура реляционной БД, охватывающей многие компоненты учебного процесса в музыкальной школе. Проектируемая БД обеспечит сбор, хранение, поиск, обработку и выдачу необходимой информации о педагогах, учащихся и их успеваемости. Разработан некий универсальный вариант, который может быть использован в любой музыкальной школе, т. к. в настоящее время действуют единые государственные стандарты в области музыкального образования [1, 3–5]. Учтены современные требования к объективно необходимой документации и организации учебного процесса.

Проектируемая БД предназначена для закрытой области ИС «Музыкальная школа», для повышения эффективности управления учебным процессом и контроля над ним; БД допускает корректирование структуры, включение новых кортежей и атрибутов.

В процессе разработки БД проведены исследования и анализ работы нескольких музыкальных школ ВАО г. Москвы. Среди них – ДМШ им. Власенко, ДМШ им. Щедрина, ДМШ им. Рахманинова, ДМШ им. Сафонова, ДМШ № 59, которые в 2014 г. вошли в состав единого учебного заведения ГБУДО «МГОДШИ «Измайлово». Проведены консультации с педагогами и представителями администрации школы «Измайлово» для прояснения ряда возникших вопросов. Учтен собственный опыт обучения в музыкальной школе им. С. В. Рахманинова.

ИС «Музыкальная школа» востребована в начальном музыкальном образовании, нацеленном на развитие музыкальных способностей детей и подростков, на активное включение их в учебную и концертную деятельность.

Объектами управления являются учебный процесс, учащиеся, педагоги.

Субъект управления – администрация музыкальной школы (генеральной директор, руководители подразделений, завучи и др.), целью которой является эффективная организация обучения и концертной деятельности.

В рамках данного проекта выбраны две важные функции управляющей системы: учет контингента (учащихся, педагогов), итоговая аттестация (экзамены).

Функция «учет контингента» интегрирует информацию об учащихся и педагогах музыкальной школы. Используются все возможные сведения о каждом ученике и педагоге. Особенности реализации функции определяются спецификой обучения. Каждый ученик выбирает музыкальный инструмент, посещает индивидуальные занятия по инструменту и по общему фортепиано (если основной инструмент другой), посещает групповые занятия по теоретическим предметам (сольфеджио, музыкальная литература), участвует в различных формах коллективного музицирования (хор, оркестр, ансамбль). Функцию определяют объекты предметной области: учащиеся, педагоги, предметы.

Автоматизация функции «учет контингента» позволит эффективно хранить, быстро корректировать и получать информацию о каждом учащемся и педагоге, т. к. все данные собраны в единый информационный массив.

Функция «итоговая аттестация» предназначена для хранения и получения информации об итогах обучения (экзаменах, аттестатах). Используется вся информация, которая эффективно необходима для контроля над проведением итоговой аттестации и выдачи аттестата. Учитывается ряд обстоятельств. В музыкальных школах экзамены проводятся регулярно. По основному инструменту и общему фортепиано – в конце каждого учебного года. По сольному – в конце выпускного (8-го) класса. Функцию определяют объекты предметной области: учащиеся, педагоги и предметы. Здесь интегрируется вся информация об экзаменах.

Каждой функции соответствует информационное обеспечение. В формировании информационного обеспечения учтены: специфика обучения в музыкальной школе, личные данные, необходимые для администрации школы, связь с родителями, проведение завершающих учебный курс экзаменов, влияющих на получение аттестата об окончании школы и дающих возможность продолжить обучение в среднем профессиональном учебном заведении (музыкальном колледже) и педагогическом институте.

Информационное обеспечение функции «учет контингента» отображено в виде совокупности атрибутов. Нормализованная ER-модель представлена на рис. 1.

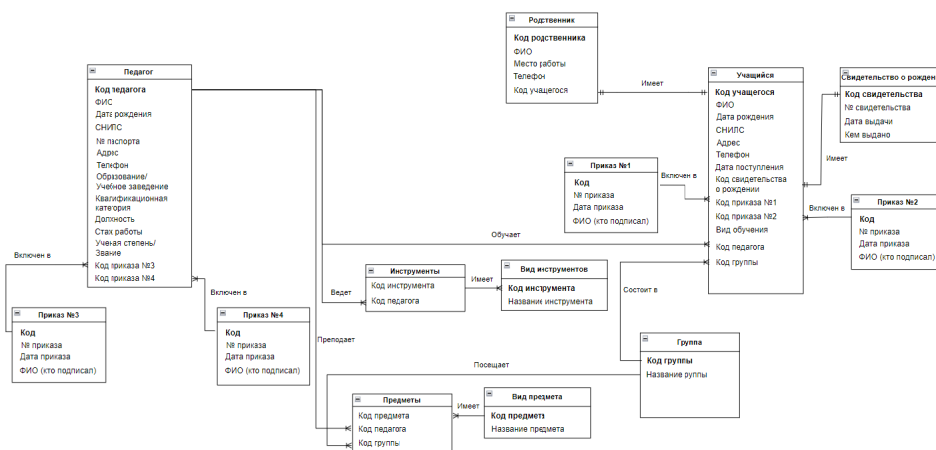


Рис. 1. Нормализованная ER-модель функции «учет контингента»

Информационное обеспечение функции «итоговая аттестация» отображено в виде совокупности атрибутов. Нормализованная ER-модель представлена на рис. 2.

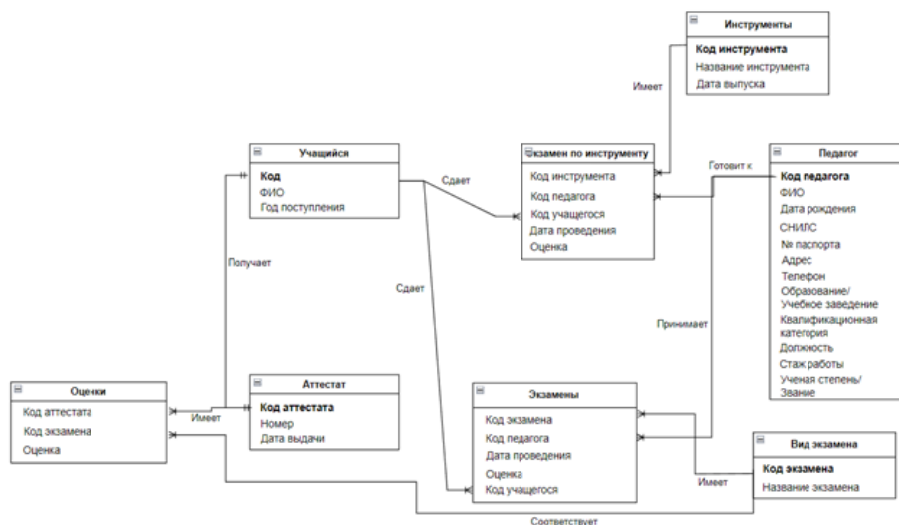


Рис. 2. Нормализованная ER-модель функции «итоговая аттестация»

Инструментом для реализации разработанных ER-моделей выбран язык SQL как наиболее удобный для создания реляционной БД и управления данными и программа PostgreSQL.

Проектируемая БД – важная составляющая ИС «Музыкальная школа». Она даст возможность хранить, отображать, структурировать значительную часть информации о субъектах и объектах учебного процесса в музыкальной школе единым массивом, облегчит поиск и корректировку информации, сможет сделать более эффективным учет и контроль движения контингента и успеваемости учащихся, что является важным аспектом качественной работы всего коллектива музыкальной школы.

Список использованных источников и литературы

1. Приказ Министерства образования и науки РФ от 13 августа 2014 г. № 993 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 53.02.01 Музыкальное образование». – URL: <https://base.garant.ru/70737282> (дата обращения: 12.03.2024).
2. Суслова, Н. В. Цифровые технологии на уроках музыки в школе. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-na-urokakh-muzyki-v-shkole> (дата обращения: 12.03.2024).
3. ФГОС 53.0201 Музыкальное образование. – URL: <https://base.garant.ru/70737282/1b93c134b90c6071b4dc3f495464b753> (дата обращения: 12.03.2024).
4. Федеральные государственные требования к дополнительным предпрофессиональным программам в области музыкального искусства. – URL: <https://iroski.ru/node/1304> (дата обращения: 12.03.2024).
5. ФЗ от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». – URL: <https://base.garant.ru/70291362> (дата обращения: 12.03.2024).
6. Шустова, Л. И. Базы данных : учебник / Л. И. Шустова, О. В. Тараканов. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 304 с.

V. N. Borog, Student

S. A. Zyryanova, PhD in Engineering, Associate Professor

Department of Information Systems and Digital Technologies

Moscow State University of Technology and Management named after K. G. Razumovsky
(First Cossack University)

Formation of the information environment in music schools of the Russian Federation

Modern music education involves the use of information technology in teaching and organizing the educational process. The Music School information system is in demand in all music schools. Many of the information in such information systems is scattered. It is possible to create a single database structure. The projected database will cover all components of the educational process.

Keywords: music school, information environment, information system, database, accounting and control of the contingent.

Д. А. Волкова, старший преподаватель
Е. В. Волменских, старший преподаватель
Т. Ю. Репина, старший преподаватель
Кафедра «Английский язык»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Применение электронного курса «Иностранный язык» на платформе Moodle для студентов заочной и очно-заочной форм обучения

В статье рассматривается использование системы управления обучением LMS Moodle, известной как виртуальная обучающая среда. Применение данного веб-приложения обусловлено современной тенденцией к цифровизации различных сфер жизни и производства, в том числе образования. В рамках данной работы представлен опыт использования цифровой учебной среды Moodle для выполнения заданий по курсу «Иностранный язык» для студентов очно-заочной и заочной форм обучения неязыковых направлений и профилей подготовки в Ижевском государственном техническом университете имени М. Т. Калашникова. Выделены цели и задачи данного вида работы, затронуты преимущества интерактивных методов обучения.

Ключевые слова: цифровые платформы, Moodle, очно-заочная форма обучения, электронный курс.

Введение

Текущий уровень развития коммуникативно-информационных и цифровых технологий при определенных условиях развития общества предоставляет доступность информации несколькими щелчками мыши или запросом с телефона, используя разнообразные сайты и приложения. Однако наличие информации не говорит о ее востребованности или понятности для всех групп социума. Человек стремится увеличивать объем собственных знаний, поэтому потребность в обучении не уменьшается. Адаптация систем и методов обучения под современные реалии, в том числе с применением элементов цифровизации и информационно-коммуникативных технологий позволяют обогатить учебный процесс, повысить уровень контроля выполнения работ, организовать самостоятельную и/или удаленную работу студентов, а также лучше систематизировать процесс обучения [1].

Использование информационно-коммуникативных технологий при обучении иностранному языку студентов очной формы понятно и определено учебным планом и рабочей программой дисциплины, где различные базовые и специальные, тематические курсы выполняют роль как основных, так и вспомогательных средств при систематическом и непрерывном обучении студентов в течение 1,5 или 2 лет. Подобные курсы, созданные в основном на платформе MOODLE, помогают организовать и систематизировать самостоятельную работу студентов, объем которой, согласно стандартам, довольно большой.

Цель данной статьи – показать целесообразность и эффективность применения таких средств обучения для студентов заочной и очно-заочной форм обучения с учетом их исходной подготовки по иностранному языку, мотивации и отсутствия определенной системы знаний по причине занятости на работе или востребованности применения в профессиональной деятельности.

Постановка проблемы

На сегодняшний день ИжГТУ представляет собой динамично развивающуюся научно-образовательную систему, нацеленную на самые высокие результаты мирового уровня. Учебный процесс ведут более 800 преподавателей, на 12 факультетах ИжГТУ и в его филиалах обучаются свыше 22000 студентов и аспирантов, 50 % из которых являются студентами

заочной, очно-заочной, ускоренных форм обучения. Согласно ФГОСЗ++ дисциплина «Иностранный язык» является одной из базовых, значит, этот курс должен пройти каждый обучающийся вуза. Согласно «Методическим рекомендациям по организации учебного процесса по очно-заочной и заочной формам обучения в образовательных организациях, реализующих основные профессиональные образовательные программы» от 2015 г. подобные формы обучения позволяют сочетать получение образования с профессиональной трудовой деятельностью обучающегося.

Тем не менее существуют некоторые серьезные трудности, с которыми сталкиваются студенты-заочники: чаще всего обучающиеся более возрастные и с более низким уровнем владения иностранным языком, поскольку существует значительный перерыв между обучением в школе/колледже и поступлением в вуз и, соответственно, мотивация для его изучения довольно низкая. Кроме того, данным студентам сложнее адаптироваться и в социально-психологическом аспекте, т.е. установить контакты в новой группе, с новыми преподавателями и т.д. Также следует учитывать тот факт, что учебная нагрузка приходится на короткую сессию с четко установленным графиком выполнения заданий. Выходом из создавшейся проблемы может быть использование цифровой среды: в рамках федерального проекта «Цифровая образовательная среда» администрация вуза, технический и профессорско-преподавательский персонал обязуются создать условия для реализации дистанционных образовательных технологий, которые направлены на создание и внедрение цифровой образовательной среды, а также обеспечение реализации цифровой трансформации системы образования [6].

Цифровая образовательная платформа – это информационное пространство, объединяющее участников процесса обучения, которое дает возможность для удаленного образования, обеспечивает доступ к методическим материалам и информации, а также позволяет осуществлять тестирование для контроля уровня знаний обучающихся [4].

1. Особенности обучения иностранному языку студентов очно-заочной и заочной форм обучения

Для информатизации учебного процесса и использования компьютерных обучающих систем при изучении английского языка характерны следующие две особенности.

Во-первых, использованию компьютерных обучающих систем практически по любой теме предшествуют аудиторные занятия с преподавателем, дающие начальный объем знаний и первичные навыки.

Во-вторых, главным принципом использования компьютерных обучающих систем является ориентация на те случаи, когда они могут эффективно заменить преподавателя при достижении поставленной задачи.

Например, в ходе групповых аудиторных занятий с преподавателем за отведенное учебным планом время невозможно обеспечить формирование у всех обучающихся устойчивых навыков перевода определенных грамматических или лексических конструкций. В то же время при наличии первичных навыков перевода, полученных во время групповых аудиторных занятий, все обучающиеся могут их закрепить и довести до автоматизма при использовании компьютерных обучающих систем, причем каждому для этого потребуется определенное время на подготовку.

Электронный учебный курс (ЭУК) – это дидактическая компьютерная среда, содержащая систематизированный материал по соответствующей научно-практической области дисциплины, объединенная единой программной оболочкой. Применение ЭУК в образовательном процессе дает возможность использовать преимущества современных информационных образовательных технологий, таких как разнообразие форм представления учебных материалов, возможность их динамического отображения, оперативная «обратная связь», наглядность, сочетание текстовой, графической, аудио- и видеoinформации, для обеспечения информационной поддержки учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся.

Как и во многих вузах России, ИжГТУ предлагает свою версию ставшей достаточно эффективной образовательной платформы Moodle. Данная система позволяет на новом уровне организовать самостоятельную работу студентов. Кроме того, одним из важных компонентов данной информационно-образовательной среды является коммуникационный, и основными средствами общения являются следующие: форум, электронная почта, обмен вложенными файлами с преподавателем, чат и обмен личными сообщениями.

За историю своего развития данная платформа претерпела несколько вариаций, но именно во время пандемии 2019–2020 гг. Moodle стал и популярен, и необходим, и функционален. Современный Moodle состоит из учебных курсов по различным дисциплинам учебной программы.

В целом выбор приложения обусловлен рядом факторов: во-первых, ресурс является бесплатным для его использования в образовательных целях; во-вторых, он достаточно прост в использовании; в-третьих, при работе с ним не требуются специальные знания в области информатики.

К техническим характеристикам мобильного приложения относят следующие:

- проведение тестов и получение мгновенного результата в режиме реального времени;
- визуализация результатов в виде графиков;
- загрузка ответов в виде фото-, аудио- и видеоматериалов;
- техническая простота использования.

Кроме того, важными дидактическими свойствами Moodle являются: демонстрация и сохранение результатов тестов и ответов для анализа работы; мультимедийность; геймификация и соревновательный компонент; тестовые форматы заданий; исследовательско-поисковые форматы заданий; возможность поделиться результатами в социальных сетях.

Последующая демонстрация и сохранение результатов тестов и ответов для анализа работы студентов способствует проведению формирующего контроля на занятиях, повышению мотивации, оптимизации учебного процесса и рефлексии.

2. Практическое использование ИКТ на кафедре «Английский язык»

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Курс «Иностранный язык. General English», разработанный преподавателями кафедры «Английский язык» ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, нацелен на достижение уровня коммуникативной компетенции, минимально достаточного для решения коммуникативных задач на иностранном языке в соответствии со сферами и ситуациями общения и осуществления в дальнейшем автономной учебно-познавательной деятельности с использованием иностранного языка. Он представлен материалом в системе Moodle <https://ee.istu.ru/mod/page/view.php?id=62989>, авторами ЭУМК являются М. Ю. Малышева, ст. преподаватель кафедры «Английский язык», О. А. Камашева, ст. преподаватель кафедры «Английский язык», Е. А. Мензаирова, канд. фил. наук, ст. преподаватель кафедры «Английский язык». Курс соответствует учебному плану «Иностранный язык» при количестве 213 часов (в том числе лабораторные работы – 96, самостоятельная работа – 120) и 6 часов зачета. Изначально курс был ориентирован на студентов очной формы обучения, но сейчас данный материал достаточно успешно применяется в работе со студентами очно-заочной и заочной форм обучения при проведении аудиторных занятий и в качестве самостоятельной работы студентов, что является эффективным методом изучения материалов базового курса, систематизации знаний, совершенствования практического применения языковых навыков.

Для более продуктивной работы при освоении курса английского языка студентами очно-заочной формы на кафедре «Английский язык» используется также смешанная форма обучения, модель, при которой сначала студенты осваивают материал самостоятельно через интернет-платформу Moodle, а потом обсуждают в группе с преподавателем в аудитории. Данный курс разработан для повторения и закрепления основных грамматических структур и тематики разговорного английского языка.

Основная цель данного вида работы заключается в том, чтобы мотивировать студентов на практическое применение английского языка, использование интерактивных методов обучения, активизации разговорной лексики, умение работать с текстовым материалом.

В качестве задач курса были поставлены следующие аспекты:

- самообразование и самоконтроль;
- нестандартный подход к изучению разговорной лексики;
- повышение мотивации (предоставление результатов работы с последующим анализом);
- представление изучаемого материала во всех аспектах языка (Listening, reading, grammar, watching, writing и обсуждение на форуме).

Такой подход позволяет студентам изучить основные лексические темы, активно поработать их в различных видах упражнений, сочетая классический подход к заданиям с интерактивным, причем студенты имеют возможность выполнять работы в удобном для них формате места и времени, что является важным аспектом для студентов очно-заочной формы обучения.

Работа с базовым текстом по теме 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 в различных вариантах, закрепить полученные знания, проверив их в форме тестов и творческих заданий.

В процессе самостоятельной работы студенты с заинтересованностью изучали тематику курса, представленную в виде различных нестандартных заданий, выполнение которых требует не просто знания лексического материала, но и проявления логического мышления, креативности и знания компьютерных технологий. Подобный подход позволяет проще, интереснее и понятнее обсуждать изученную тематику на последующих аудиторных занятиях.

Кроме того, что использование элементов цифровых платформ эффективно влияет на результативность процесса обучения языку, следует отметить еще те моменты, которые позволяют сделать сам процесс обучения более комфортным, что немаловажно для студентов заочных и очно-заочных форм обучения. Прежде всего, выполнение работ любого формата возможно в любое удобное время и с любых устройств, а также при необходимости есть возможность связаться с преподавателем. Что же касается преподавателя, то он тоже имеет возможность построить свой график работы со студентами в более гибкой форме: отслеживать процесс освоения материала по цифровому следу студентов, оказывать помощь по мере необходимости и проводить оценивание выполненного материала.

Так называемый интеграционный этап преподавания иностранных языков, использование моделей гибридного обучения в иноязычной подготовке, чередование самостоятельного освоения материала через интернет-ресурсы, затем обсуждение с преподавателем в аудитории – все это позволило создать еще один компьютерный курс «Иностранный язык. Профессиональный перевод» для студентов ИИВТ в качестве пилотного проекта.

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.

Анализ выполнения 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 компьютерных работ формирует знания, умения, навыки и уверенность будущего специалиста в информационном пространстве, что в конечном 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 работ по курсу «Профессиональный перевод» и для студентов других направлений и профилей профессиональной подготовки очно-заочной и заочной форм обучения.

Анализируя мнения студентов-заочников по применению электронных компьютерных курсов, были сделаны следующие выводы: подобный вид деятельности в процессе изучения английского языка имеет ряд преимуществ:

1. Гибкий график обучения: если при очном обучении для каждого занятия определено его время и продолжительность, место проведения, то в данном случае каждый может выбрать для себя наиболее подходящий темп работы и место обучения, совмещать обучение с другими видами деятельности, имеет возможность многократного повторения материала, вызывающего трудности.

2. Интересная форма подачи материала за счет использования информационных технологий и различных источников аутентичной информации.

3. Отсутствие страха перед ошибками. Зачастую обучающиеся не хотят участвовать в каких-либо видах работы из-за боязни совершить ошибку или порицание со стороны остальных участников образовательного процесса. Хотя невозможно изучать иностранный язык «молча», овладев некоторым уровнем самостоятельно (наиболее часто употребляемая лексика, речевые клише, элементарные грамматические конструкции), обучающиеся легче переходят к групповой работе.

4. Возможность применения в любом объеме аутентичных источников. Из-за ограниченности времени и технических возможностей не всегда преподавателю удается на занятии использовать имеющийся по той или иной теме в свободном доступе материал.

5. Возможность выстроить индивидуальную образовательную траекторию исходя из собственных потребностей, индивидуально-личностных особенностей и уровня языковой подготовки.

При всем многообразии преимуществ ЭУК студентами был отмечен ряд недостатков:

1. Нехватка обратной связи с преподавателем, что влечет за собой отсутствие коррекции, своевременного разъяснения наиболее сложных для понимания вопросов.

2. Отсутствие постоянного контроля со стороны преподавателя.

3. Электронное обучение предполагает в большей степени индивидуальную работу, в связи с чем отсутствует межличностное общение.

4. От обучающихся требуются высокая степень самоорганизации и навыки тайм-менеджмента.

5. Большой объем учебного материала за счет увеличения доли самостоятельной работы

Проведенное исследование позволило проанализировать некоторые особенности применения электронных курсов, оценить их эффективность в целом, а также выявить существенные достоинства и недостатки с точки зрения обучающихся.

Таким образом, если наряду с традиционными будут широко применяться инновационные образовательные технологии, то это позволит эффективно реализовать компетентностный, практико-ориентированный и профессионально-личностный подходы [4].

3. Сложности, возникающие при использовании электронных курсов

Несмотря на все положительные моменты применения электронных курсов и средств ИКТ при обучении студентов любых форм обучения, опыт их использования выявил некото-

рые отрицательные стороны такого обучения, которые особенно характерны для заочной и очно-заочной формы обучения.

Прежде всего, стоит выделить отсутствие необходимых цифровых устройств (компьютеров, планшетов, смартфонов и периферийных устройств) при обучении на курсах. Стоит также отметить, что ввиду возраста таких студентов уровень их компьютерной грамотности намного ниже, нежели у студентов очной формы. Эти два фактора препятствуют эффективному освоению материала электронных курсов.

Необходимо отметить еще ряд отрицательных моментов:

- обезличенность студента, т.е. отсутствует личный контакт студента и преподавателя, что делает студента более уязвимым в ходе процесса обучения;
- необходимость соответствовать темпу выполнения элементов курса, заданного преподавателем без учета психологических особенностей личности студента и его занятости по основному роду занятий;
- «одиночество студента» в электронном пространстве курса, что подразумевает отсутствие психологической и реальной поддержки со стороны других участников курса [2].

Заключение

Внедрение современных и эффективных методов обучения на всех уровнях подготовки и для любой формы обучения в вузе в настоящее время определяет качество подготовки специалистов и их востребованность на рынке труда в будущем. Таким образом, применение разнообразных форм обучения и организации самостоятельной работы студентов способствует их дальнейшей самостоятельности и продуктивности, что отражается на успеваемости и результатах обучения.

Применение электронных курсов демонстрирует неоспоримые преимущества перед традиционным подходом к обучению. Период пандемии стал знаковым в развитии и популярности таких курсов на всех уровнях образования. Тем не менее возможность цифровизации современного образования выставляет определенные требования к обеспечению обучаемых и преподавателей необходимыми устройствами от компьютера до наушников, а также предполагает определенный (часто высокий) уровень компьютерной грамотности. Для преподавателя работа с электронным курсом дает возможность настройки последнего под конкретную аудиторию, исходя из исходного уровня подготовки и возможностей скорости освоения курса. Преподаватель также имеет возможность быстрой замены элементов курса при необходимости, что обеспечивает гибкость, актуальность подаваемой информации и доступ к текущим аутентичным текстам (в случае дисциплины «Иностранный язык»).

Опыт использования электронных курсов на платформе Moodle для обучения студентов заочной и очно-заочной форм обучения иностранному языку в неязыковом вузе свидетельствует о достаточно высокой эффективности данного метода в сочетании с традиционным подходом преподавания. Среди положительных аспектов следует отметить: большую заинтересованность в предмете, повышение мотивации к освоению дисциплины, сопутствующее повышение уровня компьютерной грамотности, комфортное выполнение заданий курса и индивидуальный график занятий.

Тем не менее следует иметь в виду и негативные стороны такого обучения при планировании и разработке курсов. Грамотная организация электронного пространства позволит избежать сложностей и проблем при обучении студентов по вышеуказанным формам обучения.

Список использованных источников и литературы

1. Бакашева, А. Б. Основные подходы к организации обучения студентов в вузах с использованием ИКТ / А. Б. Бакашева, М. Э. Эльмурзаева, Л. Х. Хапаева // Мир науки, культуры, образования. – 2022. – № 6 (97). – С. 320–323.

2. Гальчук, Л. М. Электронный курс на платформе Moodle в профессионально ориентированном обучении английскому языку студентов магистратуры в неязыковом вузе: от концепции к реализации // Вестник РУДН. – 2019. – № 2. – С. 173–184.
3. Гусакова, Т. М. Применение ИКТ в учебном процессе вуза / Т. М. Гусакова, Е. В. Комелина // Новые образовательные технологии в вузе. – Екатеринбург, 2007. – С. 30–32.
4. Козина, О. В. Возможности цифровых образовательных платформ в обучении иностранному языку студентов заочной формы обучения в условиях дистанционного образования / О. В. Козина, Е. Н. Меркулова // Известия ВГПУ. – 2021. – С. 52–58.
5. Фадеева, В. А. Обучение учителей и преподавателей иностранного языка методам использования ИКТ в профессиональной деятельности // Вестник Московского университета. – Сер. 19. – 2018. – № 3. – С. 124–130.
6. Федеральный проект «Цифровая образовательная среда». – URL: https://rostov-pc.edu.yar.ru/natsionalniy_proekt_obrazov_31/federalniy_proekt_tsifrovay_50.html (дата обращения: 10.04.2024).

D. A. Volkova, Senior Lecturer
E. V. Volmenskikh, Senior Lecturer
T. Y. Repina, Senior Lecturer
English Department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Using of the electronic course "Foreign Language" on the Moodle platform for part-time students

The article discusses the use of the LMS Moodle learning management system, also known as the virtual learning environment. The use of this web application is due to the current trend of digitalization of various spheres of life and production including education. Within the framework of this work, the experience of using the digital learning environment Moodle for completing assignments in the course "Foreign Language" for part-time students of non-linguistic departments at Kalashnikov Izhevsk State Technical University. The goals and objectives of this type of work are highlighted, the advantages of interactive learning methods are touched upon.

Keywords: digital platforms, Moodle, part- time learning, electronic course.

А. С. Гуреева, ассистент
Кафедра «Английский язык»

Е. И. Архипова, кандидат педагогических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Английский язык»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Применение технологических решений искусственного интеллекта в обучении иностранному языку в неязыковом вузе

Статья посвящена проблеме практического применения технологических решений искусственного интеллекта (ИИ) в преподавании иностранного языка (ИЯ) в неязыковом вузе. Рассматривается понятие ИИ, описаны возможности и достоинства применения технологий ИИ в иноязычной подготовке будущих специалистов. Выделены основные принципы создания упражнений с помощью ИИ. Подчеркивается необходимость контроля сгенерированного текстового контента и различного типа заданий на английском языке на соответствие терминологии определенной предметной области. Рекомендовано комбинирование передовых образовательных технологий и использование смешанного обучения как наиболее продуктивного вида современного обучения ИЯ. Отмечена важность роли преподавателя как фасилитатора, менеджера, дизайнера и контролера образовательного процесса, усиленного с помощью ИИ.

Ключевые слова: цифровизация высшего образования, технологии искусственного интеллекта, смешанное обучение, иноязычная коммуникативная компетенция.

В свете ускоренных темпов развития и внедрения современных интеллектуальных систем Индустрии 4.0 в систему образования растет интерес научно-педагогического сообщества к проблемам инструментального сопровождения образовательного процесса и методологии педагогического проектирования в контексте цифровой трансформации вузов. При этом большое внимание уделяется иноязычной профессиональной подготовке, поскольку английский язык приобретает статус средства универсализации знания и «интеракции в кросскультурном цифровом пространстве» [1].

Однако в силу недостаточной теоретической и практической разработанности данных аспектов необходимость изучения проблемы практического применения технологических решений искусственного интеллекта (ИИ) в преподавании иностранного языка (ИЯ) в неязыковом вузе приобретает особую актуальность.

Известны исследования в сфере искусственного интеллекта многих зарубежных и отечественных ученых: С. М. Корсакова, А. Тьюринга, Д. А. Пospelова, В. В. Бледсоу, А. Р. Брудно, Н. Винер. Наиболее ранние работы в данной области посвящены разработке теории искусственных нейронных сетей (Д. О. Хебб, 1949), изучению синтеза цифровых автоматов (В. М. Глушков, 1961), представлению знаний о пространстве и времени в системах ИИ (Д.А. Пospelов, 1988).

ИИ определяют как «цифровое воспроизведение процессов сознательной активности человека и социума в целом в части творческой обработки и рассуждений на основе нетривиально формализуемой информации в условиях временных и ресурсных ограничений неопределенности и неполноты исходных данных, создающее кибернетические объекты, способные самостоятельно ставить цели и их достигать с качеством не ниже среднего специалиста, способное в перспективе заменить существующие виды деятельности и профессии» [3, с. 8]. Иначе говоря, ИИ – это механическая система, которая создана человеком и способна имитировать его интеллектуальные и творческие навыки.

Следует отметить, что, несмотря на широкую популярность и большой потенциал ИИ, полноценное обучение ИЯ исключительно посредством технологий ИИ, без участия препода-

давателя, невозможно. Искусственный интеллект может сгенерировать текст, создавать упражнения для отработки лексическо-грамматических и фонетических навыков, развития умений основных видов речевой деятельности (говорения, аудирования, чтения, письма). Так или иначе, преподаватель должен проверить и, при необходимости, скорректировать эти задания, адаптировать их под конкретные условия обучения и уровень иноязычной коммуникативной компетенции обучающихся.

В качестве примера можно привести цифровую платформу *Twee*. *Twee* – это инструмент на базе искусственного интеллекта, который упрощает работу преподавателям при планировании занятий. Данная платформа способна создавать диалоги, истории, вопросы с несколькими вариантами ответов, генерировать вопросы для обсуждения, создавать варианты аннотаций к текстам для выбора верного варианта студентами и многое другое. Кроме того, платформа позволяет загружать аудио- и видеоматериалы и конвертировать их в текст. Следует отметить, что платформа действительно очень удобна и значительно экономит время преподавателя. Однако при создании упражнений на верные / ложные утверждения к тексту данный инструмент создает в основном правдивые утверждения. В то время как для эффективного развития коммуникативных навыков предпочтительнее давать ложные утверждения, чтобы обучающийся мог исправить утверждение, дать развернутый ответ, аргументировать его, а не просто согласиться с верным высказыванием.

Еще одним ресурсом для формирования комплекса упражнений с помощью ИИ является платформа *Educaplay*, где для создания определенного упражнения достаточно ввести название грамматической или лексической темы.

В целях цифровизации обучения ИЯ в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова мы опробовали представленные выше ресурсы при подготовке к занятиям по дисциплине «Иностранный язык» на 1-м курсе неязыковых направлений профессиональной подготовки. Например, при планировании занятия по теме “Making requests” для студентов начального уровня было создано упражнение “Froggy jumps”, представленное на платформе. С помощью технологии ИИ “Ray” получено шесть готовых вопросов с вариантами ответов. Два вопроса из шести пришлось изменить, поскольку они носили теоретический характер (например, What do we mean by making requests?). Нам же требовалось отработать лексику, т. е. варианты ответов в той или иной ситуации. Ниже приведены результаты сгенерированного упражнения.

What is the polite way to make a request in English?

1) Give me... 2) Could you please... 3) Can you...

What is the correct way to make a request to a friend?

1) Could you please... 2) Would you mind.... 3) Can you...

What is the correct phrase to use when requesting information?

1) I want... 2) Can you... 3) Could you tell me...

What is the appropriate way to ask for someone's help?

1) Could you please help me... 2) Give me... 3) Can you...

We use _____ addressing to a person we do not know

1) Dear Patricia 2) Dear Mr/Mrs/Ms/Miss Gulzar 3) Hi/Hello Johan

We end a formal letter with

1) All the best / Love 2) Best wishes / Regards 3) Yours sincerely

Для планирования занятий, генерации различных видов упражнений и текстов широко применяется и *Chat GPT*. Однако при работе с данной технологией очень важно научиться правильно и как можно детальнее формулировать запрос. При подготовке к занятию для студентов уровня A2 по теме «Фильмы и ТВ-программы» мы ввели запрос «generate a short text about films and TV programmes», при этом чат-бот выдает следующий ответ: «*Films and TV programs have the power to transport us to different worlds, evoke a range of emotions, and spark our imagination. From thrilling action-packed blockbusters to heartwarming dramas, there is something for everyone to enjoy. Whether we're binge-watching our favorite series or catching the latest box office hit, these forms of entertainment have a way of bringing people together and creating shared experiences....*». Данный текст может быть сложным для студентов уровня A2. Более то-

го, он не содержит лексику, которая запланирована для отработки. Для достижения желаемого результата нужно указать уровень владения ИЯ и объем текста, а также лексический контент. Чем больше деталей мы укажем, тем более подходящий текст сгенерирует для нас ИИ.

Приведем пример скорректированного запроса: «*Generate a text of 200 words about films and TV programmes for A2 level, include the vocabulary: documentary, fantasy, film, game, show, horror, film, musical, news bulletin, period drama, reality show, romantic comedy, science fiction film, sitcom, soap opera, talent show, thriller, war film, weather forecast, western*». Получаем ответ чат-бота: «*Films and TV programmes are a fun way to relax and enjoy some entertainment. There are many different types of movies and shows to choose from. For example, you can watch a documentary to learn about real-life events or a fantasy film to escape into a magical world. If you like exciting games, you might enjoy a game show where contestants compete for prizes...*». Данный вариант нам подходит больше, поскольку текст более доступный для понимания и восприятия студентов. Здесь содержится вся необходимая лексика, и материал соответствует уровню языковой подготовки студентов.

Очевиден ряд достоинств ИИ. Помимо экономии времени преподавателя при подготовке к занятиям искусственный интеллект помогает персонализировать обучение учащихся. ИИ способен распознавать речь студента и выявлять ошибки, подбирать задания для закрепления изученного материала и отработки наиболее проблемного учебного материала тем для студентов. В целях персонализации образовательного процесса технологии искусственного интеллекта можно использовать по аспектам языка: ELSASpeak предназначена для отработки фонетических навыков, Replika – для говорения, Readlang – для чтения, Quillbot и Ginger – для письма и грамматики.

Учитывая скорость обучения студента, уровень его знаний, интересы, ИИ помогает лучше усваивать материал, способствует формированию индивидуальной траектории обучения и повышает эффективность учебного процесса.

Несмотря на все преимущества ИИ, целесообразно проводить контроль сгенерированного текстового контента и различного типа заданий на английском языке на соответствие терминологии определенной предметной области, особенно при изучении иностранного языка для специальных целей.

Также стоит разнообразить лингводидактические средства иноязычного обучения путем применения творческих, поисковых заданий, например, создание авторских понятийно-терминологических словарей профессиональной направленности.

Значительную роль при изучении ИЯ, как, впрочем, и любого другого предмета, играет мотивация и вовлеченность в образовательный процесс. В связи с этим важно применять инструменты геймификации образования. Технологии ИИ позволяют сделать упражнения интересными и разнообразными с помощью различных игровых форматов. Для создания вариативных типов заданий можно использовать Learningapps, Quizlet, Joyteka, NativeEnglish, SchoolAI и др. Кроме того, эти ресурсы можно применять как инструменты организации домашних работ, где ИИ выступает в качестве индивидуального помощника: обучающийся в игровой форме отрабатывает пройденный материал, а в случае неправильного ответа система указывает на наличие ошибки и предлагает студенту выполнить задание повторно.

Тем не менее цифровое обучение с применением ИИ может служить только в качестве одного из мотивирующих факторов изучения иностранного языка. При этом необходимо сохранить формы живого иноязычного коммуникативно-речевого взаимодействия и фокусироваться в большей мере на смешанном обучении (Blended Learning) как наиболее продуктивном виде современного обучения ИЯ [5].

Выделим основные характеристики смешанного обучения [2, 5, 6]:

- полипарадигмальность, которая обеспечивает раскрытие творческого потенциала преподавателя через возможность использования разнородных технологий и моделей обучения;
- доступность в приобретении знаний и овладении субкомпетенциями, в использовании учебно-методических материалов, размещенных в изучаемом курсе в ЭИОС (например, в LMS «Moodle»);

– непрерывность обучения: возможность обратной связи от преподавателя в ЭИОС в виде консультаций и комментариев в процессе выполнения заданий в самостоятельном режиме, получение новой порции материала в любое время на учебном портале;

– имплементация самоконтроля и самокоррекции учебных достижений путем автоматического контроля с диагностикой ошибок и интерактивной связью.

Таким образом, применение технологических решений ИИ в обучении ИЯ имеет ряд преимуществ, начиная с экономии времени преподавателя при планировании занятий, подготовки качественных лингвометодических материалов и заканчивая повышением мотивации обучающихся и более продуктивной реализацией познавательных, творческих и профессиональных потребностей субъектов учебной деятельности. При этом важно учитывать центральную роль преподавателя, который выступает в качестве фасилитатора, менеджера, дизайнера и контролера образовательного процесса, усиленного с помощью технологий ИИ.

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 // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф., Ижевск, 26–27 мая 2022 г. – Ижевск : Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2022. – С. 279–285.

2. *Архипова, Е. И.* Цифровизация лингвистического образования в неязыковом вузе: Новые вызовы и пути решения // Актуальные лингвистические исследования: традиции и инновации: материалы Национальной Всерос. конф., посвященной 70-летию канд. фил. наук, доц. кафедры иностранных языков ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» Владимира Геннадьевича Балтачева, 12 марта 2020 года, г. Ижевск. – Ижевск, 2020. – С. 3–9.

3. *Гусарова, Н. Ф.* Введение в теорию искусственного интеллекта. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2018.

4. *Андреева, Н. В.* Педагогика эффективного смешанного обучения // Современная зарубежная психология. – 2020. – Т. 9. – № 3. – С. 8–20.

5. *Краснощечкова, Г. А.* Теория и практика языкового образования студентов технических вузов : монография. – Чебоксары : ИД «Среда», 2018.

6. *Bielawski, L.* Blended eLearning: Integrating Knowledge, Performance, Support, and Online Learning / L. Bielawski, D. Metcalf // Amherst, MA: HRD Press, 2003. – 350 p.

*A. S. Gureeva, Assistant Lecturer
English Department*

*E. I. Arkhipova, PhD in Pedagogy, Associate Professor,
Head of the English Department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University*

Using AI Technological Solutions in Teaching a Foreign Language at a Non-Linguistic University

The article highlights the relevance of practical application of AI technological solutions in teaching a foreign language at a non-linguistic university. It considers the concept of AI, describes AI potentials and advantages of applying AI technologies in foreign language teaching of future specialists. The authors point out the main principles of creating exercises by means of AI technologies and emphasize the importance of controlling the generated textual content and various types of tasks in English in terms of matching the terminology to a certain subject area. A wide range of opportunities of combining advanced educational technologies are emphasized and blended learning as the most efficient type of modern education is recommended. It is noted that a teacher acts as a facilitator, manager, designer and supervisor of the educational process enhanced with AI technologies.

Keywords: digitalization of higher education, AI technologies, blended learning, foreign language communicative competence.

В. В. Девочко, магистрант
Институт физики, технологии и информационных систем
Московский педагогический государственный университет

Применение и создание тестов с помощью сервиса 4Exam

В статье автор представляет методические рекомендации по использованию приложения 4Exam, предоставляющего педагогам и учащимся инструмент для тестирования и оценки знаний. Рассмотрим, почему приложение 4Exam актуально, каким образом оно может использоваться на уроках разных предметов и какие задачи успешно решает.

Ключевые слова: цифровая образовательная среда, методические рекомендации, 4Exam.

Сервис 4Exam позволяет создавать тесты с разными уровнями сложности и вариативностью вопросов. Это позволяет учителям адаптировать контент к индивидуальным потребностям каждого ученика, помогая им успешнее усваивать материал.

Тест – это инструмент оценивания обученности учащихся, состоящий из системы тестовых заданий, стандартизированной процедуры проведения, обработки и анализа результатов.

4Exam – это бесплатный отечественный сервис для создания тестов и викторин. С его помощью можно создавать тесты с тремя типами вопросов и отслеживать результаты. Готовую работу можно сохранить на ПК в виде html-файла, который можно открывать даже без доступа в интернет.

Тесты в обучении используются для разнообразных целей. Вот некоторые из основных причин использования тестов в образовательном процессе:

- *Русский язык, белорусский язык, иностранные языки.* Тестирование грамматики, лексики и понимания текстов, создание заданий на перевод текстов с одного языка на другой, проверка орфографии и правильности написания. Подходит для проверки знаний грамматики, лексики и чтения. Ученики могут выполнять задания на правописание, перевод текстов и составление предложений, а приложение автоматически выставит оценку.

- *Математика.* Создание тестов с различными типами задач, от простых математических операций до сложных уравнений, тестирование понимания математических концепций, формул и алгоритмов, решение задач на геометрию, алгебру, тригонометрию и другие разделы математики. Сервис позволяет создавать тесты с математическими задачами разной сложности. Это помогает учащимся закрепить теорию на практике и развить аналитическое мышление.

- *Физика, химия, биология.* Тестирование знаний теории и законов в различных научных областях, решение задач на физические законы, химические реакции, биологические процессы и т. д., оценка понимания научных терминов и концепций.

- *История, обществознание.* Тестирование знаний исторических событий, дат, личностей, решение задач на географическую локацию событий и изменения границ, проверка понимания общественных процессов, политических структур и экономических концепций. 4Exam позволяет провести тестирование по историческим событиям, географическим данным и общественным процессам. Это способствует более глубокому усвоению фактов и концепций.

- *География.* Вопросы о странах, столицах, городах и географических особенностях, размещение географических объектов на карте, тестирование знаний о климате, природных ресурсах и населении разных регионов.

– *Искусство и музыка.* Вопросы о художниках, композиторах, стилях и течениях, идентификация произведений искусства, музыкальных композиций, тестирование знаний о визуальных и аудиохарактеристиках разных произведений.

– *Физическая культура и здоровье.* Вопросы о правилах различных видов спорта, тестирование знаний о биомеханике, физиологии и тренировочных методах.

Применение сервиса *4Ехат* на уроках зависит от конкретных образовательных целей и требований предмета. Может использоваться для оценки, проверки знаний, подготовки к экзаменам, стимулирования интереса и многого другого.

Сервис решает различные *дидактические задачи*:

– *Диагностические тесты.* *4Ехат* позволяет начать урок с быстрой проверки предварительных знаний учеников. Это помогает учителю адаптировать материал под уровень класса.

– *Мгновенная обратная связь.* Система анализа результатов тестов дает ученикам возможность немедленно видеть свои ошибки и пробелы в знаниях, что способствует быстрому исправлению ошибок и дополнительному изучению слабых мест.

– *Эффективность для учителей.* Учителя могут легко создавать тесты, получать автоматическую оценку результатов и анализировать успеваемость класса. Это помогает оптимизировать их трудозатраты и дает больше времени для активной работы с учениками. Ученики могут выполнять домашние задания через приложение, а учителя получать автоматические отчеты о выполнении.

– *На этапе актуализации знаний.* В процессе изучения нового материала учителя могут проводить короткие тесты для оценки текущего понимания учениками темы. Это позволяет оперативно скорректировать учебный процесс.

– *На мотивационном этапе.* Создание интерактивных и разнообразных тестов может сделать процесс обучения более увлекательным для учеников и привести к увеличению интереса к предмету и более активному участию в работе на уроке.

– *Подготовка к экзаменам и тестированию.* *4Ехат* может быть полезным инструментом для подготовки к стандартным экзаменам и тестированиям. Ученики могут пройти практические тесты, схожие с теми, которые будут на экзамене, что поможет им более уверенно справиться с похожими ситуациями.

– *Активизация обратной связи.* Помимо анализа результатов, ученики могут оставлять комментарии к вопросам или объяснять свои ответы. Это позволяет педагогам получить более глубокое представление о понимании материала студентами и лучше настроить обратную связь.

– *Создание соревновательной атмосферы.* Введение элементов соревнования в виде тестирования может мотивировать учеников учиться более усердно и стремиться к лучшим результатам.

– *Дифференцированное обучение.* Сервис используется для предоставления дополнительных заданий более продвинутым ученикам или, наоборот, заданий на более низком уровне для тех, кто испытывает трудности.

– *Формирование навыков критического мышления.* Создание тестов с вопросами, требующими анализа и оценки информации, способствует развитию навыков критического мышления у учеников.

– *Самооценка и саморефлексия.* После прохождения тестов ученики могут оценить свой уровень знаний и понимания материала. Это помогает им лучше понять свои сильные и слабые стороны и развивать навыки саморефлексии.

Для разработки теста с использованием сервиса *4Ехат* необходима регистрация. После создания аккаунта вы получаете доступ в личный кабинет (рис. 1).

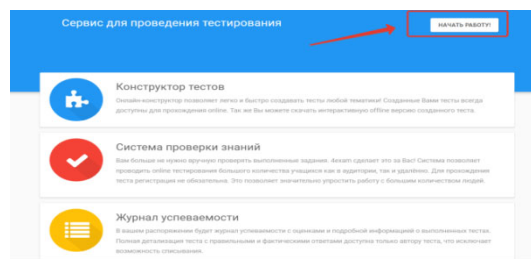


Рис. 1. Сайт сервиса

После этого нажимаем «Начать работу» и попадаем в личный кабинет пользователя (рис. 2).

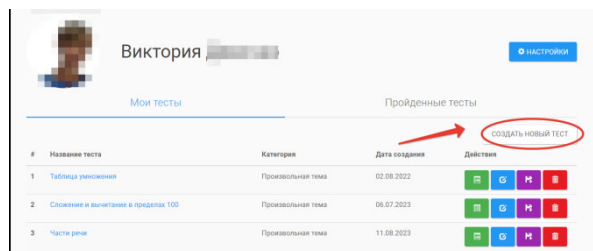


Рис. 2. Личный кабинет

Чтобы приступить к созданию теста, нажимаем на кнопку **«Создать новый тест»**.

Откроется окно создания нового теста:

- **«Название теста»** – обязательное для заполнения поле.
- **«Описание»** – необязательное для заполнения поле. В нем содержится описание теста.
- **«Категория»** – категория, к которой относится тест, выбирается из выпадающего списка.

• Чекбокс **«Сделать тест доступным для незарегистрированных пользователей»** – это очень важный параметр. Если поставить галочку, то для прохождения этого теста пользователям необязательно будет регистрироваться в системе. Если галочку убрать, то тест смогут пройти только зарегистрированные в сервисе пользователи.

После того как заполнили все необходимые поля, нажимаем на кнопку **«Далее»**.

Откроется окно создания вопроса.

«Вопрос» – обязательное для заполнения поле. В него вписывается текст вопроса.

«Изображение». При желании можно добавить к вопросу изображение, которое будет содержать дополнительную информацию.

«Тип вопроса». В этом разделе доступно 3 различных типа вопроса на выбор:

- **«Содержит один или несколько правильных вариантов ответа»** — при ответе на такой вопрос будет возможность выбрать один или несколько вариантов ответа;
- **«Содержит только один правильный вариант ответа»** – при ответе на такой вопрос можно выбрать только один вариант ответа;
- **«Вопрос со свободной формой ответа»** – при ответе на этот вопрос надо записать свой ответ в специальное поле. Ответ будет засчитан, если он совпадет с тем, который указал создатель теста как правильный.

Блок **«Варианты ответа»**. Если выбран тип вопроса **«Содержит один или несколько правильных вариантов ответа»** или **«Содержит только один правильный вариант ответа»**, то нужно заполнить поля вариантами ответа на вопрос и отметить, какой/какие из них являются верными.

Созданный тест появится в списке тестов в личном кабинете (раздел **«Мои тесты»**). Справа от него – несколько кнопок, с помощью которых можно скачать файл с тестом на ПК, вернуться к редактированию теста или удалить его (рис. 3).

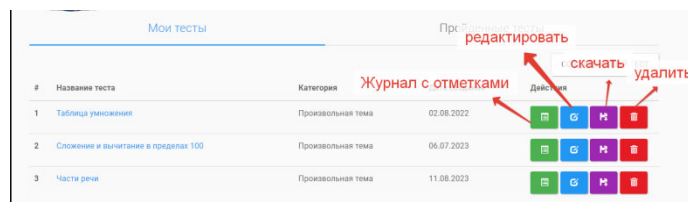


Рис. 3. Варианты действия с тестом

По каждой записи в журнале можно получить подробный отчет, в котором содержатся сведения о человеке, который прошел тест, а также детальный анализ его ответов на вопросы (рис. 4).

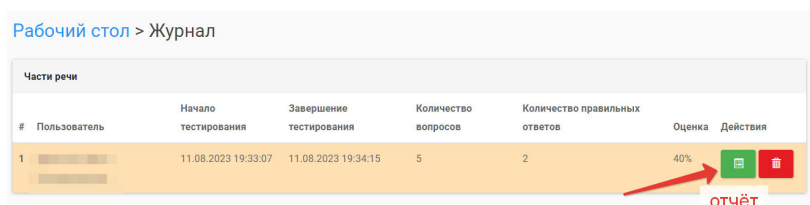


Рис. 4. Отчет

Результаты теста (рис. 6) и отчет (рис.5):

Результаты теста

Пользователь	Начало тестирования	Завершение тестирования	Количество вопросов	Количество правильных ответов	Оценка
Девочко Арина Владимировна	11.08.2023 19:33:07	11.08.2023 19:34:15	5	2	40%

Рис. 5. Отчет

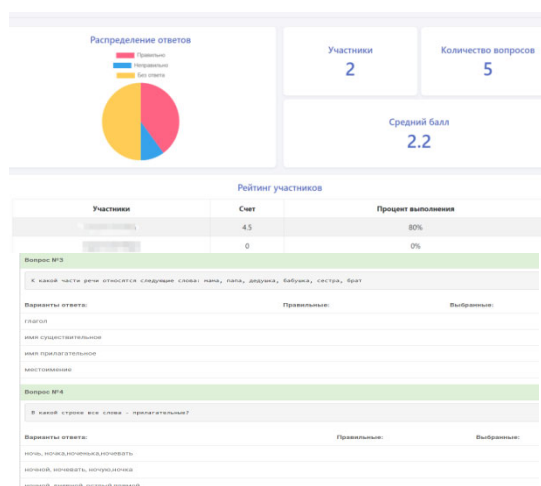


Рис. 6. Результаты теста

Чтобы получить ссылку на созданную работу, в личном кабинете щелкаем по названию нужного теста и в открывшемся окне копируем ссылку (рис. 7).

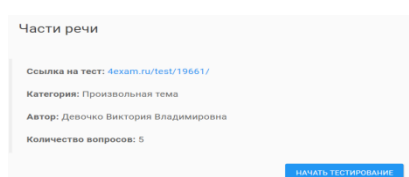


Рис. 7. Ссылка для подключения

Сервис 4Exam, будучи гибким и многофункциональным инструментом, способен решать разнообразные задачи на уроке и обогащать образовательный процесс [1].

Независимо от предмета, 4Exam дает возможность сделать уроки более интересными и индивидуальными. Этот сервис обогащает образовательный процесс, позволяя ученикам развиваться в соответствии со своими потребностями, а педагогам – более эффективно управлять учебной деятельностью.

Следовательно, приложение 4Exam представляет собой ценный инструмент для современного образования, способствующий повышению качества обучения, мотивации учащихся и оптимизации работы педагогов.

Список использованных источников и литературы

1. Вайндорф-Сысоева, М. Е. Методика дистанционного обучения : учеб. пособие для вузов. – Москва : Юрайт, 2022. – 194 с.

V. V. Dzevochko, Master's Degree Student
Institute of Physics, Technology and Information Systems
Moscow State Pedagogical University

Applying and creating tests using the 4Exam service

In the article, the author presents guidelines for using the 4Exam application, which provides teachers and students with a tool for testing and assessing knowledge. In this article we will look at why the 4Exam application is relevant, how it can be used in lessons of various subjects and what problems it successfully solves.

Keywords: digital educational environment, methodological recommendations, 4Exam.

М. Е. Дмитриев, доцент
Кафедра «Методология инженерной деятельности»
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Опыт формирования цифровой компетентности преподавателей вузов в комбинированном формате профессионального повышения квалификации

Статья посвящена формированию цифровой компетентности преподавателей вузов в области проектирования педагогических программных средств в процессе повышения квалификации. Обсуждены условия реализации обучения в различных форматах. Показана целесообразность обучения преподавателей в комбинированном формате.

Ключевые слова: цифровая компетентность, повышение квалификации преподавателей, проектирование педагогических программных средств, технологии дистанционного обучения, технологии автономного обучения, комбинированный формат обучения.

Появление компьютеров кардинально изменило традиционную деятельность преподавателей вузов и расширило не только требования к профессиональным знаниям, умениям и навыкам преподавателей, но и к ряду свойств личности. В начале компьютеризации основной задачей преподавателей было овладеть компьютерной грамотностью, что означало научиться программировать, строить алгоритмы для решения простейших задач, быть ответственными за последствия своих действий. Достижению этих целей способствовало массовое повышение квалификации преподавателей университетов в этой области, начавшееся в 1985 г., в котором также участвовал и наш университет.

Несмотря на четко сформулированные цели, достижение их могло идти разными путями (преподавателей обучали программированию на разных алгоритмических языках для той техники, которая была в наличии в образовательной организации).

С начала массовой компьютеризации отечественного образования процесс встраивания компьютерных технологий в деятельность преподавателя высшей школы ускорился с каждым годом, привнося все новые требования к преподавателю в соответствии с новыми возможностями, которые предоставляли новые информационные технологии. В ряду этих требований появилось умение проектировать и осуществлять учебный процесс с использованием обучающих и контролирующих программ.

С изменением парадигмы результата образования в 2003 г. в практику образования было внедрено понятие информационно-технологической компетентности (ИТК) и оформилась его трехкомпонентная структура. Наряду с компетенциями содержательно-процессуальной направленности, требования к которым изменялись наиболее динамично, в программах повышения квалификации преподавателей большое внимание стало уделяться также ценностно-мотивационному и профессионально-личностному компонентам [1].

Дальнейшее развитие техники и цифровых технологий способствовало трансформации понятия ИТК в понятие цифровой компетентности. Как одна из составляющих цифровых компетенций была обозначена способность и готовность организации профессионально-педагогической деятельности с использованием средств информационных и коммуникационных технологий.

На этом этапе произошло также усиление значения ценностно-мотивационного и профессионально-личностного компонентов. Возросло «влияние не только на профессиональные качества преподавателей, но и на их образовательные роли, функции и педагогические компетенции» [2]. Все это при развитой рефлексии в отношении своей деятельности, ответственности за ее результаты [3].

В настоящее время ИТК проникли во все сферы профессионально-педагогической деятельности, имеющей целевую установку не только на обучение, воспитание и развитие, но и на подготовку конкурентоспособного специалиста в некоторой конкретной области. Однако, по мнению авторов монографии [4, с. 298], которое поддерживают многие исследователи, «отсутствие должной организации подготовки преподавателей и необходимых курсов информатики (особенно в гуманитарных областях) существенно тормозит процесс развития студентов, приобретения ими необходимых знаний и умений в профессиональной деятельности».

Таким образом, подготовка и повышение квалификации преподавателей высшей школы в области новых информационных технологий в условиях быстро меняющейся цифровой среды должна осуществляться с учетом необходимых изменений во всех компонентах профессиональной компетентности преподавателей. Эта непростая задача тем более усложнилась во время эпидемии COVID-19: кроме выбора конкретики содержательно-процессуального компонента цифровой компетентности потребовалось определиться с организационными вопросами, с форматами обучения, соответствующими изучаемым дисциплинам.

Во многих статьях, опубликованных в постковидный период, отмечена невозможность дистанционного обучения многим дисциплинам, а также проведения практических и лабораторных занятий в различных областях. Вместе с тем в большинстве своем авторы не ищут путей хотя бы частичного разрешения этой проблемы, посвящая свои статьи обсуждению технических трудностей работы с образовательными платформами и иным вопросам. В большинстве вузов взаимодействие со студентами осуществляется с помощью современных цифровых платформ, в частности, Moodle. Размещение материалов и процесс взаимодействия, как правило, не вызывает серьезных трудностей. Гораздо сложнее неформально подготовить материал, продумать и осуществить дистанционную замену лабораторным и практическим занятиям, выбрать способ осуществления контроля усвоения пройденного.

В работе [5] отмечено, что «ключевым дефицитом стал не технологический, а методический ресурс». Преподаватели не владеют современными методическими средствами для качественной организации ДО. В работе [6] одним из приоритетных направлений совершенствования образовательной системы высшей школы наряду с формированием компетенций преподавателей в дидактическом плане названа разработка учебных материалов, направленных на интерактивность занятий и динамичность системы оценивания.

Работы с описанием опыта проведения практических и лабораторных занятий в формате ДО малочисленны. В статье [7] представлена методика проведения онлайн-занятия с использованием элементов интерактивного цифрового контента и приемов учебного цифрового сотрудничества. Авторы предлагают так строить учебное занятие, чтобы постоянно держать руку на пульсе, чтобы ни один студент не выпадал из поля зрения. Это предложено осуществлять через непрерывную обратную связь со студентом, предоставление студентом отчетов в процессе занятия. Для этого используется платформа Wooclap. Кроме того, для создания элементов дополненной реальности используется приложение ARTutor. Большое внимание уделяется рефлексивному обсуждению полученных результатов.

Сложность и неоднозначность понятия «цифровая компетентность» преподавателя вуза, многообразие подходов к его трактовке определяют многообразие как методов диагностики ее сформированности, так и многообразие дополнительных профессиональных программ повышения квалификации (ДПП ПК) для формирования цифровой компетентности преподавателей университетов, цель которых – познакомить слушателей с актуальными методами и принципами интеграции ИТК в профессионально-педагогическую деятельность. Включенные в нее дисциплины затрагивают трансформацию различных функций преподавателя под новые условия осуществления учебно-воспитательного процесса и научно-методической деятельности. Особое внимание уделено проектировочной функции преподавателя, которая подразумевает как умение проектировать учебный процесс в целом, так и средства для осуществления электронного обучения, учитывая при этом психолого-педагогические принципы и закономерности взаимодействия обучающегося и преподавателя

с информационными технологиями. В учебный план программы повышения квалификации преподавателей, разработанной при нашем участии, включена дисциплина «Психология компьютеризации учебно-профессиональной деятельности».

Программа предполагала формирование мотивации слушателей к совершенствованию и повышению своего интеллектуального и общекультурного уровня в сфере применения цифровых технологий и самостоятельному их освоению.

Начало повышения квалификации преподавателей по этой программе пришлось на 2019 г., что существенно повлияло на условия ее реализации. Теоретический материал излагался в дистанционном формате с использованием среды MOODLE (синхронно и асинхронно). Лабораторные занятия по проектированию педагогических программных средств проходили в компьютерном классе. Для этой цели применялась разработанная при нашем участии инструментальная система DOCENS [8, 9]. По окончании обучения каждый слушатель проектировал контролируемую программу по дисциплине своей кафедры. В процессе освоения учебной программы значительные трудности не были отмечены.

Полностью дистанционно эта программа впервые была реализована в 2020 г. В обучении участвовали девять университетов России.

Сложность была в дистанционном проведении лабораторных занятий. Так, дисциплина «Проектирование обучающих программ» включала теоретическое изучение этапов проектирования и практическое проектирование кадров обучающей программы. Во время дистанционного лабораторного занятия слушатели сначала знакомились с примерами таких программ, затем знакомились с интерактивной презентацией, в которой моделировался процесс создания выбранного кадра с эргономичной обратной связью, моделировали собственный кадр и отсылали скриншот преподавателю для проверки. В процессе дистанционного общения проходила коррекция действий обучающегося.

На круглом столе происходило обсуждение разработанных слушателями кадров. Оценивалась наглядность предъявляемой информации, краткость и семантическая определенность формулировок задания, разбирались и объяснялись ошибки. Активизация рефлексии способствовала воспитанию ответственности за свои действия.

При изучении методов проектирования педагогических тестов и основ математической обработки на лабораторных занятиях слушатели также пользовались интерактивными моделирующими программами. Скриншоты, полученные от слушателей, давали полное представление о процессе обучения и возможность его корректировки.

Лабораторные занятия проходили как синхронно при поддержке преподавателя, так и асинхронно при работе с презентациями и моделирующими программами, при подготовке материалов для проектирования. Мотивация к обучению достигалась за счет проектирования продукта для использования в учебном процессе самого проектировщика. В процессе обучения использованы приемы эмпатии. Проектировщику предлагалось поменяться ролями с воображаемым студентом, что нередко приводило к переформулировкам задания и более эргономичному кадру.

Таким образом, активная обратная связь с обучающимися, непрерывный обмен информацией, активизация эмпатии и рефлексии, использование моделирующих программ позволили проводить лабораторные занятия дистанционно (синхронно и асинхронно) и способствовали формированию цифровой компетентности в области проектирования педагогических программных средств.

Список использованных источников и литературы

1. *Дмитриев, М. Е.* Саморазвитие информационно-технологической компетентности слушателей в системе повышения квалификации преподавателей высшей школы // *Образование и саморазвитие.* – 2007. – № 5. – С. 8–13.
2. *Пудовкина, О. Е.* Цифровая компетентность как сквозная ось педагогических компетенций преподавателя вуза / *О. Е. Пудовкина, Е. С. Щербаков* // *Проблемы управления качеством образования : сб. ст. Междунар. науч.-метод. конф.* – Санкт-Петербург, 2022.

3. Шариков, А. В. Теоретические подходы к определению понятия цифровой грамотности // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Интернет и социокультурные трансформации». Москва, 21–22 апр. 2015 г. – URL: <http://www.ifapcom.ru/files/2015/isct/presentations/sharikov.pdf> (дата обращения: 08.03.2024)
4. Горбунова, Н. В. Современные дидактические концепции в педагогике высшей школы: монография / Н. В. Горбунова, О. И. Журавлева, А. С. Фетисов. – Симферополь: АРИАЛ, 2023. – 345 с.
5. Акименко, Г. В. Влияние пандемии COVID-19 на систему высшего образования / Г. В. Акименко, А. М. Селедцов, Ю. Ю. Кирина // Электронный научный журнал «Дневник науки». – 2021. – № 1. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44725946> (дата обращения: 08.03.2024).
6. Краснобаева-Черная, Ж. В. Дистанционное обучение в образовательной системе высшей школы: опыт осмысления и приоритетные направления совершенствования / Ж. В. Краснобаева-Черная, Л. Н. Бороденко // Вопросы журналистики, педагогики, языкознания. – 2023. – Т. 4, № 2. – С. 269–279.
7. Бурьба, Е. С. Формула современного учебного онлайн-занятия / Е. С. Бурьба, Васильева Е. В. // Вестник профессионального образования. – 2023. – № 11. – С. 15–23.
8. Дмитриев, М. Е. Инструментальная система DOCENS для проектирования программных средств педагогического назначения / М. Е. Дмитриев, А. Е. Сережкина // Вестник технологического университета, 2020. – № 1. – С. 98–103.
9. Дмитриев, М. Е. Проектирование педагогических программных средств в ИС DOCENS / М. Е. Дмитриев, А. Е. Сережкина // Вестник технологического университета, 2023. – № 5. – С. 44–49.

M. E. Dmitriev, Associate Professor
Department of Methodology of Engineering
Kazan National Research Technological University

**Experience in the formation of digital competence of university teachers
in a combined format of professional advanced training**

The article is devoted to the formation of digital competence of university teachers in the field of designing pedagogical software in the process of advanced training. The conditions for implementing training in various formats were discussed. The feasibility of training teachers in a combined format is shown.

Keywords: digital competence, design of pedagogical software, advanced training of teachers, distance learning technologies, autonomous learning technologies, combined training format.

И. Д. Камкин, студент

П. В. Стебеньев, студент

И. А. Седых, доктор технических наук, профессор
Кафедра «Автоматизированные системы управления»
Липецкий государственный технический университет

Использование Manim при изучении математических и технических дисциплин

Рассматривается влияние цифровых технологий на обучение. Приводится обобщенный вывод по исследованиям влияния видеоматериалов на процесс обучения. Демонстрируется практическое применение предлагаемого инструмента для создания обучающих видеоанимаций, объясняющих сложные темы при прохождении студентами математических и технических дисциплин.

Ключевые слова: Manim, python, обучение, цифровая педагогика, образование.

Введение

Цифровая педагогика – это часть педагогики, которая изучает проектирование, внедрение и оценку образовательных ситуаций, составляющих важный компонент цифровых технологий, а также необходимые условия для их внедрения – синхронные и асинхронные взаимодействия в виртуальных и смешанных учебных средах, платформы и инструменты управления обучением, цифровые образовательные ресурсы, образовательное использование различных цифровых приложений и инструментов, виртуальных помощников в обучении и преподавании, цифровые компетенции учителей, образовательную политику и конкретные программы [1].

Цифровая педагогика выходит за рамки традиционного преподавания, предоставляя интерактивные, персонализированные и увлекательные образовательные возможности.

В 2021 г. команда ученых из Австралии под руководством профессора психологии университета Квинсленда Майкла Нётела опубликовала статью «Видео способно улучшить обучение в высшем образовании: систематический обзор» [2]. В ходе метаанализа 105 научных статей общей выборкой 7776 студентов авторы пришли к выводу, что подача материала через видео эффективна в том случае, если это не просто пересказ текстов. Видео – лучший формат не столько для лекций, сколько для показа наглядных примеров, однако видео не может заменить интерактивных и практических уроков.

Видео играет важную роль в цифровой педагогике. Оно позволяет преподавателям:

- визуализировать сложные концепции: анимация может сделать абстрактные идеи более понятными, преобразуя их в динамичные и интерактивные визуальные представления;
- улучшать вовлеченность студентов: анимация привлекает внимание и удерживает интерес студентов, делая процесс обучения более приятным и запоминающимся;
- поощрять критическое мышление: анимация может стимулировать дискуссии и заставлять студентов анализировать и интерпретировать визуальную информацию;
- предоставлять интерактивные возможности: студенты могут взаимодействовать с анимацией, изменяя параметры, запуская и останавливая ее, что позволяет им активно участвовать в процессе обучения;
- персонализировать обучение: анимация может быть адаптирована к различным стилям обучения и темпу студентов, обеспечивая персонализированный образовательный опыт.

Внедряя видеоанимацию в цифровую педагогику, преподаватели могут повысить эффективность обучения, сделать его более увлекательным и доступным для всех студентов. Один из удобных инструментов для создания видео (в том числе интерактивных) в математической и технической областях – python-библиотека Manim.

Обзор Manim

Manim – это мощная и простая в использовании библиотека python для создания высококачественной анимации. Она была разработана Грантом Санчесом, автором популярного ютуб-канала 3Blue1Brown [3], для создания образовательных видеороликов по математике. Позже была создана Community Edition версия – Manim CE [4] (далее просто Manim). Именно об этой версии и пойдет речь как о самой поддерживаемой и документированной.

Ключевые особенности Manim:

- Интуитивно понятный API: Manim использует интуитивно понятные классы и методы для создания и анимации объектов.
- Широкий спектр объектов: Manim предоставляет широкий выбор встроенных объектов, таких как многоугольники, графики, текст и трехмерные фигуры.
- Мощные инструменты анимации: Manim включает в себя набор мощных инструментов анимации, позволяющих легко создавать сложные и динамичные анимации.
- Физически точные симуляции: Manim позволяет создавать физически точные симуляции, такие как столкновения, движение под действием силы тяжести и пружинные системы.
- Интерактивность: Manim поддерживает интерактивность, позволяя пользователям взаимодействовать с анимациями, изменяя параметры.

Пример создания простой образовательной анимации

В этом разделе мы рассмотрим пошаговый пример создания простой образовательной анимации с помощью Manim. Эта анимация будет демонстрировать нахождение объема тела вращения с помощью определенного интеграла:

$$V = \pi \int_n^m f(x) dx = \pi \int_{-1}^1 2 dx. \quad (1)$$

Шаг 1. Импорт библиотек

Импорт необходимых библиотек python и создания класса сцены.

```
from manim import *

class ProjectileMotionScene(Scene):
    def construct(self):
        # Здесь создайте и анимируйте объекты
        pass
```

Шаг 2. Создание осей и текста

Создание трехмерных осей.

```
axes = ThreeDAxes()
intro_text_1 = Text(
    "Объем тела вращения"
)
```

Шаг 3. Установка ориентации камеры

Установка камеры в нужное положение.

```
self.set_camera_orientation(phi=75 * DEGREES)
```

Шаг 4. Создание замкнутой ограниченной области вращения

Добавление на сцену всех созданных элементов и создание границы области, которую будут вращать.

```

self.play(Write(intro_text_1.rotate(PI/2, axis=RIGHT).shift(4*UP)))
self.wait(1)
self.play(FadeOut(intro_text_1))

square = Square(color=BLUE, side_length=2)

dot1 = Dot(color=BLUE)
dot2 = Dot(color=BLUE)

```

Шаг 5. Запуск анимации

Запуск анимации, отрисовка пути точек, создание цилиндра. В углы области добавлены точки, а также выделяется пройденный ими путь.

```

self.begin_ambient_camera_rotation(90*DEGREES/3)

self.play(Create(axes))

self.play(Create(all))
self.add(TracedPath(dot1.get_center), TracedPath(dot2.get_center))

self.play(
    Rotate(all, angle=2*PI, axis=UP, about_point=(0, 0, 0)), run_time=10
)

self.play(FadeIn(
    cylinder.rotate(angle=PI/2, axis=LEFT)
    .set_opacity(0.4)
    .set_color(YELLOW)
    .set_stroke(GREEN)
))

```

Также можно создать анимации для объяснения принципа нахождения объема тела под графиком функции (2):

$$V = \iint_D f(x, y) dx dy = \iint_D 2.5 \sin(x) \cos(x) dx dy \quad (2)$$

и объема пересекающихся тел (3):

$$V = \iiint_V f(x, y, z) dx dy dz = \iiint_V dx dy dz. \quad (3)$$

Подынтегральная функция в формуле (2) задает поверхность, проекция которой ограничена областью D : ($D = \{(x, y): -2 \leq x \leq 2, -2 \leq y \leq 2\}$).

Для демонстрации области пересечения тел V и нахождения объема этой области с помощью формулы (3) можно взять цилиндр и сферу.

Область применения Manim не ограничена рассмотренными примерами. С помощью этого инструмента (библиотеки) можно визуализировать любые сложные для объяснения темы математических и технических дисциплин.

Вывод

Manim имеет большой потенциал для дальнейшего применения в цифровом образовании, включая:

- Создание персонализированных учебных пособий: Manim может использоваться для создания персонализированных учебных пособий, адаптированных к индивидуальным потребностям и стилю обучения каждого студента.

- Расширение возможностей виртуальной и дополненной реальности: Manim можно интегрировать с технологиями виртуальной и дополненной реальности, добавляя интерактивности в образовательный процесс.

- Изучение и внедрение инновационных педагогических подходов: Manim может быть использован для таких подходов, как перевернутое обучение и смешанное обучение.

По мере развития Manim и его сообщества мы можем ожидать появления новых вариантов применения в цифровом образовании. Manim имеет потенциал революционизировать способ создания и доставки образовательного контента, делая его более увлекательным, эффективным и доступным для всех учащихся.

Список использованных источников и литературы

1. Istrate, O. Digital Pedagogy. Definition and Conceptual Area // Journal of Digital Pedagogy. Bucharest: Institute for Education. – 2022. – 1 (1). – Pp. 3–10.

2. Noetel, M. Video Improves Learning in Higher Education: A Systematic Review. / M. Noetel, S. Griffith, O. Delaney, T. Sanders, P. Parker, B. del Pozo Cruz, C. Lonsdale // Review of Educational Research. – 2021. – 91 (2). – Pp. 204–236.

3. 3Blue1Brown // Youtube: видео-хостинг. – URL: <https://www.youtube.com/@3blue1brown> (дата обращения: 04.04.2024).

4. Manim CE. – URL: <https://www.Manim.community> (дата обращения: 04.04.2024).

I. D. Kamkin, Student

P. V. Stebenev, Student

*I. A. Sedykh, DSc in Engineering, Professor,
Department of Automated Control Systems
Lipetsk State Technical University*

Using Manim in Learning Technical Disciplines

The impact of digital technology on learning is considered. A generalized conclusion is given on studies of the impact of video materials on the learning process. The practical application of the proposed tool for creating educational video animations explaining complex topics when students undergo mathematical and technical disciplines is demonstrated.

Keywords: manim, python, learning, digital pedagogy, education.

Digital educational technologies based on the project method and professionally oriented physics assignments for students of technical specialties

The main task facing technical universities is the formation of technical personnel for enterprises of the Russian Federation. This task can be solved with the help of digital technologies. One of the important aspects of digital educational technologies is the possibility of using them to create and apply professionally oriented tasks in practice. The project method also helps to stimulate creative thinking, independence and teamwork of students, which are important skills in modern society. By introducing professionally oriented assignments based on the project method and using digital educational technologies on the subject of prospective employer enterprises into educational practice, we make a contribution to the future professional activities of students.

Keywords: professionally oriented education, physics, digital educational technologies, project method.

Introduction

The main task facing technical universities is the formation of technical personnel for enterprises of the Russian Federation. One of the main ways to solve this problem, in our opinion, is the organization of professionally oriented education based on fundamental natural science and general engineering training, which, in turn, is impossible without preserving the polytechnic component of physics education in the domestic school [1].

It is advisable to implement professionally oriented training at a technical university on the basis of a physical workshop, the organization of which should be based on the requirements of Federal State Educational Standards for all levels of education, using practice-oriented tasks, the project method, lego technologies and self-educational activities of students [2, 3].

A significant role in the training of future technical specialists. Their education in the field of fundamental sciences, in particular, physics, plays a role.

The competencies formed in the physics course are also in demand in the disciplines of the professional cycle. At the same time, it is necessary to observe the equivalence of teaching physics for all forms of the educational process in the same specialty and the continuity of the physics teaching process at all levels of education. At a technical university, physics acts as a special educational discipline, as it is the foundation for the study of other general education, engineering and special disciplines.

One of the types of classroom educational work is a physical laboratory workshop, which has a special role in a technical university. The didactic role of laboratory workshops is great: students' perceptions when performing them are based on a more diverse number of sensory impressions and become more complete compared to their perceptions when observing a demonstration experiment. While performing laboratory work, students learn how to use physical devices, process and analyze the results obtained. The laboratory workshop also has an important educational value, disciplining students, teaching them both to work independently and to work in a team [4].

The physical laboratory workshop should simultaneously solve two extremely important tasks: to provide the basis for subsequent professional activity, as well as to provide students with the opportunity to develop research skills in the field of natural sciences.

The relevance of the work

In the context of high technological modernization of industry, the issue of training engineers who meet the highest standards is particularly acute. The Russian Federation, in particular, its military-industrial complex, is currently facing the following problems: on the one hand, with a number of engineering and technological challenges, and on the other, with an urgent need for engineers who are ready and capable of technological modernization; who can quickly and competently solve professional tasks. Russian engineering education is in a systemic crisis. This is the opinion of 28% of experts of the Association of Engineering Education of Russia, 30% believe that it is in critical condition, and 27% attribute it to a state of stagnation [5]. The need to form and implement effective mechanisms of professional training and retraining in the region in specialties that meet the needs of investors is a significant factor ensuring the investment attractiveness of the Udmurt Republic. At the same time, experts and employers note the inconsistency of the content of educational programs with modern industrial requirements, the insufficient effectiveness of teaching methods in terms of the quality of training graduates of engineering specialties.

According to, for example, such a document as the "Strategy for the development of the national qualifications system of the Russian Federation for the period up to 2030" [6], one of the goals is: "Updating the structure and content of vocational education and training in order to accelerate the formation of a personnel base for breakthrough technological development, labor productivity growth by strengthening the interconnection of the labor sphere and the fields of education and training." It is obvious that the education system of the Russian Federation can be improved by modernizing the system of training specialists, for example, through advanced training of engineering students through the development and application of professionally oriented tasks in educational practice. It is obvious that employers are interested in the fact that a specialist who came to them from a higher educational institution is qualified, trained and interested in his profession (engineer), so as not to spend a lot of time retraining a student. According to the work plan of the Association of Engineering Education of Russia, one of the activities is: "Development and improvement of university engineering education in Russia" [7]. In particular, it is possible to improve and modernize engineering education at Izhevsk State Technical University named after M.T. Kalashnikov, for example, by introducing interesting practical professionally oriented tasks, performing which the student will self-actualize, improving his personal qualities and better understanding the content of academic subjects: both fundamental and special.

Developing information technologies in the field of education and the rapid process of computerization of society cause the emergence of opportunities to improve the quality of educational services and increase the efficiency and efficiency of the university. Today, informatization of education is an irreversible process of changing the content, methods and organizational forms of training students in an information society [8].

In a transforming post-industrial society, the labor market, the content of professions, as well as the requirements of employers for graduates of technical universities are changing. Therefore, often, after employment at an enterprise, a graduate who has just graduated from an educational institution must retrain again and spend his time and the time of his colleagues teaching him the intricacies of production processes. This significantly increases the cost of training engineers. If, from the very beginning of their studies at the university, students receive the knowledge, skills and abilities that they will need from the first day of work at the enterprise, then when they come to the workplace, the young employee will quickly adapt to the technological process and delve into the essence of their professional tasks. Educational organizations of higher education should solve this problem by restructuring the educational models and technologies used, taking into account the requirements of both federal and regional labor markets. At the same time, universities should take into account feedback from employers who coordinate the employment of graduates in the labor market.

However, this problem can be solved with the help of digital technologies that are increasingly entering our lives. One of the areas where digitalization is most active is the education sys-

tem. Digital educational technologies are technologies that use modern means for education: smart-phones, computers, multimedia devices. They provide students and teachers with new opportunities for learning and self-development [9].

One of the main advantages of such technologies is the availability of training. With the advent of the Internet and online education, anyone can access educational materials and courses, regardless of their location. This allows you to expand the boundaries of education, directing it to a wider audience. Moreover, students can engage in independent study of topics that are incomprehensible or more interesting to them.

Digital educational technologies also contribute to the individualization of students' education. Thanks to various online platforms and programs, students can choose sources of knowledge that match their abilities and interests. This allows each student to develop at their own pace, focusing on areas that are more important to them. Another important advantage of modern technologies is the improvement of interaction between teachers and students. Online platforms allow students to communicate with teachers in real time, for example, using social networks, discuss issues and receive feedback. This contributes to more effective learning and understanding of the educational material [10].

One of the important aspects of digital educational technologies is the possibility of using them to create and put into practice professionally oriented tasks (POS). Such assignments help students navigate a specific area of knowledge and skills necessary for the engineering profession. These tasks are developed taking into account the requirements of the labor market and the specifics of the trainees' specialty. They can include real-life case studies, professional tasks and projects, as well as tasks aimed at developing the necessary skills, abilities and competencies.

The use of POSES allows students to gain knowledge about their specialty or future place of work, as well as work experience in the profession at the stage of studying at the university, which helps them better prepare for future professional activities. Such assignments also contribute to the in-depth study of a specific area of knowledge and increase the motivation of students to study. Thus, the use of digital educational technology resources in creating professionally oriented assignments helps students successfully integrate into the modern labor market and achieve their professional goals [11].

Professionally oriented assignments used in conjunction with digital educational technologies are often based on a project-based learning method. The project method involves the organization of training in the form of projects, the task of which is to solve a practical problem or to carry out an actual project. Students choose the relevant topic of the project themselves, conduct an analysis, develop strategies for solving the problem and demonstrate their results.

The project method also helps to stimulate creative thinking, independence and teamwork of students, which are important skills in modern society. Students, working on projects, learn to make decisions, solve problems, communicate effectively and manage processes. Future engineers develop their flexible skills - universal social competencies that are not quantifiable (soft skills), which are important for a successful career. Thus, the project method in combination with professionally oriented tasks and the involvement of digital educational technology resources is an effective tool for preparing students for future professional activities [12].

An example of a professionally oriented task may be a project on the main products of enterprises that future engineers will work for. For example, in the Udmurt Republic – these are: Dome, Axion, IRZ, SAGZ, Elecond, etc. Students already at the university should study the activities of enterprises – their potential employers. When, for example, future instrument makers complete their training, they will more consciously choose the appropriate company to work in and more confidently and successfully begin their professional activities.

Thus, by introducing professionally oriented assignments based on the project method and using digital educational technologies on the subject of prospective employer enterprises into educational practice, we make a contribution to the future professional activities of students.

Conclusion

Currently, one of the most important problems in education is the problem of engineering education. However, with the development of innovative technologies, it became possible to train future engineers from the student's bench: with the help of professionally oriented tasks, the use of the project method and digital educational technologies. By developing and defending projects based on the real problems of employers, students learn about their future profession, as well as about the contribution of individual academic disciplines, in particular physics, to their profession. Digital educational technologies based on these techniques open up new educational opportunities, empowering students and helping them to meet new technological challenges.

References

1. *Kapralov, A. I.* Realities and prospects of preservation in the national school of the component of the polytechnic orientation of teaching physics / A.I. Kapralov, O.R. Schaefer // *Innovations in education*. – 2016. – No. 3. – Pp. 105–113.
2. *Smirnov, S. A.* Laboratory workshop in physics / ed. by S.V. Stepanov. – M. : FORUM: INFRA, 2010. – 112 p.
3. *Lebedeva, T. N.* Interdisciplinary project activity of students using Lego robots / T. N. Lebedeva, O. R. Schaefer // *Innovations in education*. – 2012. – No. 9. – Pp. 67–73.
4. Schaefer, O. R. Modeling the process of organizing self-educational activities of students studying physics // *Innovations in education*. – 2016. – No. 8. – Pp. 94–101.
5. Reproduction of engineering personnel. Reality and current problems (p. 24). Engineering education: training and reproduction of the technical elite.
6. Strategy for the development of the national qualifications system of the Russian Federation for the period up to 2030.
7. The work plan of the Association of Engineering Education of Russia for 2023.
8. Digital technologies in education. Trends, problems, prospects: monograph / under the general editorship of the Scientific Council of the National Research Institute "National Development". – St. Petersburg: GNII "National Development", 2023. – 80 p.
9. *Antonova, D. A.* Digital transformation of the education system. Designing resources for a modern digital learning environment as one of its main directions / D. A. Antonova, E. V. Ospennikova, E. V. Spirin // *Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series: Information computer technologies in education*. – 2018. – No. 14. – Pp. 5–37. – Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-sistemyobrazovaniya-proektirovanie-resursov-dlya-sovremennoy-tsifrovoy-uchebnoysredy-kak-odno-iz-ee> (accessed: 09.03.2024).
10. *Manikovskaya, M. A.* Digitalization of education: challenges to traditional norms and principles of morality // *Power and management in the East of Russia*. – 2019. – No. 2 (87). – Pp. 100–106. – Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-obrazovaniya-vyzovytraditsionnym-normam-i-printsipam-morali> (accessed: 09.03.2024).
11. *Mikhailova, E. A.* Professionally oriented educational situations: an analysis of the concept // *Scientific interdisciplinary research*. – 2020. – No. 8-2. – Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalno-orientirovannye-uchebnye-situatsii-analiz-ponyatiya> (accessed: 04.03.2024).
12. *Trutnev, A. Yu.* Project-based teaching method in Russian language and literature lessons using information computer technologies / A. Yu. Trutnev, D. E. Borisova // *TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF SCIENCE AND EDUCATION*. – 2019. – No. 51-1. – Pp. 90–92.

П. М. Касимов, аспирант

Ю. А. Шихов, доктор педагогических наук, профессор

Кафедра «Инженерная графика, профессиональная педагогика и технология рекламы»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Цифровые образовательные технологии на основе проектного метода и профессионально ориентированных заданий по физике для студентов технических специальностей

Основной задачей, стоящей перед техническими вузами, является формирование технических кадров для предприятий Российской Федерации. Эту задачу можно решить с помощью цифровых технологий. Одним из важных аспектов цифровых образовательных технологий является возможность их использования для создания и применения на практике профессионально ориентированных заданий. Проектный метод также позволяет стимулировать креативное мышление, самостоятельность и командную работу студентов, что является важными навыками в современном обществе. Внедряя в учебную практику профессионально ориентированные задания на основе проектного метода и с использованием цифровых образовательных технологий по тематике предполагаемых предприятий-работодателей, мы делаем вклад в будущую профессиональную деятельность студентов.

Ключевые слова: профессионально ориентированное обучение, физика, цифровые образовательные технологии, проектный метод.

A. A. Popova, Student
Department of Automated Data Processing and Control Systems
K. D. Somova, Senior Lecturer
English Department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Language applications as one of the tools to learn a foreign language at technical university

Mobile language applications are a powerful instrument for all kinds of language learners, as they combine various perception types. The article is devoted to the issue relevance of using mobile applications as one of the methods of learning foreign languages. The work processes and summarizes general information about perception types of information. In this article, the benefits of learning languages through language applications are researched. The author has analyzed several applications for learning a foreign language.

Keywords: application, learning, foreign language, perception, motivation.

Modern people face foreign languages every day in their daily and professional life, it shows significant role of a foreign language. Nowadays English is considered one of the main languages of science and technology. The knowledge of English gives an opportunity to learn latest news about scientific and technological progress. As for IT specialists, it is necessary to have at least Intermediate English level because majority of technical documentation, programming languages, and software tools are written in this language. English allows IT specialists to be more in demand in their field, with a good understanding of language they communicate effectively with foreign colleagues and clients. Moreover, they receive up-to-date developments, researches and trends in IT field. Some students find it boring to learn foreign language by reading student books and doing basic grammar tasks. We can note that various methods of learning languages exist in current pedagogical practice. Researches showed that learning a foreign language through mobile applications is quiet effective method [2].

As technical progress grows the people's mind have changed. Students want to get information quickly and effectively; they lose motivation to learn foreign language. It is not enjoyable to learn English only with books and lectures anymore. Contemporary person has phone in his or her hand most of the time; a great chance to use it with educational benefits. There are some advantages of learning a foreign language with digital devices and its applications. As we have mentioned earlier, it is always in a fast access. Secondly, some applications give an opportunity to personalize tasks and activities. There are various applications with different kind of tools, exercises, designs and features [3]. For example, learning is a game with levels, where each level has its own theme. Besides gamification of education increases student's motivation.

Every person has a type of perception information. It is important to understand your own type to learn language more effectively. Different kinds of perception, its characteristics and kinds of exercises are provided below [5]:

1. Visual type – the main part it is their vision. These students prefer making notes, highlight information with markers, images and diagrams. Visual learners may find it beneficial from watching videos or films in the target to learn language. They can use visual aids such as mind maps or color-coded flashcards to help organize information.

2. Auditory learners analyze and memorize information through sounds. They choose listen to teacher instead of reading books. In their free time like listening to music. These students also want to repeat words and phrases aloud, or work with a partner over video conferencing platforms like Skype or Zoom, to practice speaking and understanding the language [6].

3. Kinesthetics get information when their body works. They cannot sit in one place, can integrate movement into their language learning process by acting out new vocabulary words, using gestures or body language while speaking. They might also find it beneficial to learn a language through physical activities like cooking, dancing, or playing sports, enjoy working with cards and others things.

4. Verbal type adore everything, which is connected with language, and learn it with great enthusiasm. Students learn new words quickly through writing, reading and oral communication. They enjoy writing essays, stories. Often learn several foreign languages at the same time.

5. Individual learners prefer to work on their own. They are independent, introverts and not active in group tasks. These students also track their education progress and achievements in order to maintain motivation.

6. Social type is opposite to individual: they show themselves in teamwork, like talking, find it useful to work with a tutor or coach who can provide individualized feedback and support.

7. Logic learners need to analyze the information before adopt it. They succeed in grammar, rules and diagrams. They thinking through activities like crossword puzzles and word games. Frequently, these students ask "Why?".

It is worth mentioning that a student who is aware of their type of perception is more productive in education, they understand how to work with their weaknesses while studying. Different mobile application has tasks for one or several types of perception, students should choose suitable exercises for them. Various language applications have been analyzed, there is no application which is connected with only one specific type of perception. The table 1 below shows advantages, disadvantages and peculiarities of applications that we have researched.

Table 1. Application analysis

Applica- tion	Advantages	Disadvantages	Peculiarities
Dualingo	Game interface; Good for beginners to learn words and basic grammar rules.	No checking of English level; Simple words.	Tasks for visual, auditory, kinesthetics, verbal, logic perception type.
Lingualeo	Game interface; great grammar explanation with modern pictures, jokes and examples; there are collections with music, articles, books and films.	No checking of English level; Overloaded functionality.	Tasks for visual, auditory, kinesthetics, verbal, logic perception type. Almost the same tasks with Dualingo but this application provides more information and examples in a lesson.
Reword	A selection of categories and dictionaries.	Limited free access for words.	Tasks for visual, auditory, kinesthetic, verbal, logic perception type. Different kinds of memorization one word: choose the right English version, to hear the word and to see an explanation, write the word using a keyboard.
Puzzle English	Exercises for different English level; user sees the task difficulty; application provides ordinary learning and game tasks.	The interface hard to understand for new users.	Tasks for visual, auditory, kinesthetic, verbal, logic perception type

Table 1 (continued)

Applica- tion	Advantages	Disadvantages	Peculiarities
HelloTalk	The main function – speaking: application has individual and groups chat where users can speak with native speakers; tasks and lessons for learning new words, themes, reading articles for all English levels.	Users do not know an interlocutor, it is hard to speak with a strangers in a foreign language.	Tasks for visual, auditory, kinesthetic, verbal, logic perception type. Application provides users making posts like in social media applications. has its own translator.
Ewa	Game interface divided into themes; Suggestions about oxford books with various genre. Games provides learning new words. Tasks division into three levels: simple, middle, hard.	Tasks division not almost connected with different English levels; time to time there is subscription advertisement.	Tasks for visual, auditory, kinesthetic, verbal, logic perception type.
Let me speak	Check English level asking words and grammar rules; game interface; division into themes.	Less function in free version than in payment version.	Tasks for visual, auditory, kinesthetic, verbal, logic perception type; application has its own currency that allows to track a progress.

The comparison table shows that all application covers all types of perception, but we can recommend different kind of learners' definite application:

1. Visual type of perception should try Lingualo because of its explanations, Dualingo for pictures, cards and excellent game interface, Ewa for its numerous visual materials and puzzle English application because of good educational video. LetmeSpeak suggest tasks most of all related to visual memory.

2. Auditory learners may try Dualingo, this application has menu with sound pronunciation. Along with the video content Puzzle English has great audio exercises. Also, HelloTalk will be great for these students, this application has short audio stories.

3. Kinesthetics as they want to use their body would like Reword application as it provides various manipulations with words. PuzzleEnglish and Dualingo has tasks where students put words in right order, it means that students use their body – fingers to make a sentence.

4. Verbal learners will like HelloTalk as its offer conversations with native speakers. Ewa has wonderful collection of books but onetime they have to pay for it because it is no totally free full access. Reword as it is an application only to learn words from different dictionaries.

Of course, almost all application focus on individual tasks but it can be transformed into group exercises for social perception type [6].

A quick access to a mobile phone does not mean that students should use only learning applications in order to learn a new foreign language. Not all applications give users detailed explanations, productive language activities, and meaningful social engagement. There are numerous websites that provide free language learning resources, including courses, e-books, audio and video materials. This information is suitable for different types of learners. Some online platforms suggest structured learning study materials, where users can systematically learn and improve grammar, vocabulary, and speaking skills without using a phone memory. It also includes interactive elements such as quizzes and games to make education more engaging and enjoyable. Some platforms offer individual learning plans that are adapted to each user's proficiency level and preferred learning style. Besides, there are other websites that provide television streaming from over

100 countries around the world, in almost as many different languages. From television streaming learners train their hearing, over time, they better understand the speech of native speakers, their accents, how they pronounce and use terms, numbers, and special words. These platforms can get valuable learning opportunities, where users can immerse themselves in the sights, sounds, and actual daily speech that is not related to studying or working on the language they are learning. Furthermore, websites that offer video and audio content can help users in gaining valuable insight into the local culture. There is a theory about learning cultural features through its language [1]. Learning a language online can be an effective way to enhance your language abilities, and there is a wide range of free resources available. Whether you prefer a structured learning approach, interactive activities, or an input-based method, there is likely a website that will suit your requirements.

In conclusion, while language learning applications can be a convenient and effective tool for improving language skills, they may not always cater to the specific needs and preferences of all types of learners. It is important for learners to explore a variety of resources, including websites that offer free language learning materials, to find the best fit for their individual learning style. These online platforms can provide structured study materials, interactive activities, and opportunities to immerse oneself in the language and culture of the target language. By utilizing a combination of language learning applications and online resources, learners can enhance their language abilities and achieve their language learning goals.

References

1. Абдурахманова, Н. Г. Гипотеза «Лингвистической относительности» // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук – 2015 – № 9-2 – С. 8–11.
2. Bimasheva, G. S. (2021). Mobile technologies as a tool for teaching English as a foreign language. / G.S. Bimasheva, Sh.G.Iskakova, A.A. Shibintaeva // Вестник КазНацЖенПУ. – 2021 – № 2.
3. Dierbek, R. M. (2023). Effective use of information technology and the Internet for learning foreign languages // Science and Education. – 2023 – № 4.
4. Popova, A. A. Benefits of learning a foreign language through songs at technical university / A. A. Popova, K. D. Somova // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании. Молодежный научный форум : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф., Ижевск, 25–26 мая 2023 г. – Ижевск : Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2023. – С. 553–556.
5. Skyteach. Drawing up a training program depending on the type of perception of information to students. – 2017 – Available at: <https://skyteach.ru/methods/sostavlenie-programmyi-obucheniya-v-zavisimosti-ot-tipa-voSPIriatiya-informatsii-studentom/> (accessed: 20.04.2024).
6. Крылов, Э. Г. Фонетические упражнения при обучении студентов технического университета английскому языку / Э. Г. Крылов, К. Д. Сомова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Проблемы языкознания и педагогики. – 2022. – № 4. – С. 75–86.
7. 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-inostrannomuyazyku/viewer> (accessed: 15.04.2024).

А. А. Попова, студент

Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и управления»

К. Д. Сомова, старший преподаватель

Кафедра «Английский язык»

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**Языковые приложения как один из инструментов
для изучения иностранного языка в техническом вузе**

Мобильные языковые приложения являются мощным инструментом для всех, кто изучает язык, поскольку они сочетают в себе различные типы восприятия. Статья посвящена актуальности вопроса использования мобильных приложений как одного из методов изучения иностранных языков. В работе обрабатываются и обобщаются общие сведения о видах восприятия информации. Исследуются преимущества изучения языков с помощью языковых приложений. Автор проанализировал несколько приложений для изучения иностранного языка.

Ключевые слова: применение, обучение, иностранный язык, восприятие, мотивация.

А. Е. СЕРЕЖКИНА, кандидат психологических наук, доцент
Кафедра «Методологии инженерной деятельности»
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Цифровые компетенции инженерных кадров

Сегодня цифровые технологии внедряются во все сферы жизнедеятельности. Особое внимание уделяется цифровой зрелости предприятий. Необходимы специалисты, владеющие современными цифровыми технологиями. Рассмотрены ключевые компетенции в цифровой экономике применительно к инженерным кадрам. Показано, что сформированность цифровых компетенций инженерных кадров имеет недостаточный уровень.

Ключевые слова: цифровые компетенции, модель компетенций, ключевые компетенции цифровой экономики, инженерные кадры.

В 2021 г. в России утверждены региональные стратегии цифровой трансформации ключевых отраслей экономики, социальной сферы, государственного управления [1]. В документах отмечено, что цифровая трансформация невозможна без высокого уровня цифровой зрелости самих предприятий и соответствующих компетенций сотрудников. Введено понятие «ключевые компетенции цифровой экономики» – компетенции, которые необходимы для решения человеком поставленной задачи или достижения заданного результата деятельности в условиях глобальной цифровизации общественных и бизнес-процессов [2]. Среди ключевых компетенций называют:

- коммуникацию и кооперацию в цифровой среде;
- саморазвитие в условиях неопределенности;
- креативное мышление;
- управление информацией и данными;
- критическое мышление в цифровой среде.

Цифровые компетенции все чаще фигурируют в профессиональных стандартах. Исследование профессиональной деятельности рабочих и инженерно-технических работников промышленности, проведенное ВНИИ труда Минтруда России, позволило выявить четыре группы цифровых компетенций [3]:

- базовые,
- универсальные,
- общетехнические,
- специальные.

Данная модель представления цифровых компетенций с 2020 г. рекомендована к включению в профессиональные стандарты технических видов деятельности. К базовым компетенциям относятся умения и знания при работе с персональной вычислительной техникой, с файловой системой, со стандартными средствами просмотра текстовой и графической информации, работа с файловой системой. При этом требования к базовым информационным компетенциям у инженерно-технических работников отсутствуют. Авторы объясняют это тем, что в настоящее время базовые компетенции уже сформированы и не требуют особого описания для инженерно-технических работников (в отличие от рабочих). Интересно, что сейчас в перечне универсальных (базовых) компетенций, описанных в ФГОС ВО, нет компетенций, связанных с информационными технологиями.

К универсальным компетенциям инженерно-технических работников (с точки зрения ВНИИ труда) относятся умения и знания, необходимые при работе со стандартными текстовыми, табличными и графическими редакторами, средствами вычислений, системами элек-

тронного документооборота, глобальными сетями и др. Универсальные компетенции направлены на решение широкого круга практических задач профессиональной деятельности с использованием различных программных средств [3]. Можно провести параллель с общепрофессиональными компетенциями по ФГОС ВО: владение информационными технологиями и компьютерная грамотность.

Под общетехническими цифровыми компетенциями понимают необходимые знания и умения при работе с прикладными компьютерными программами и автоматизированными системами. Общетехнические компетенции обеспечивают решение профессиональных задач, связанных с конструкторской и технологической подготовкой производства, и собственно производственных задач современного инженерно-технического работника.

Специальные цифровые компетенции чаще всего определены конкретным видом профессиональной деятельности и ориентированы на решение узкопрофессиональных задач. Эти компетенции чаще всего отражены в профессиональных компетенциях, которые определяются учебной организацией самостоятельно на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников.

В аналитическом отчете «Сбера» в 2018 г. сделан акцент на том, что всеобщая цифровизация, внедрение автоматизации в промышленности меняют бизнес-процессы, условия рабочей среды и повышают потребность в цифровых навыках [4]. Сегодня требуются сотрудники с высоким уровнем цифровых компетенций, что обеспечит организациям конкурентное преимущество.

Поиск вакансий по запросу «инженер» на сайте hh.ru показал, что на сегодняшний день открыто более 25 тыс. вакансий инженера в Москве, в два раза меньше вакантных должностей инженеров в Санкт-Петербурге. В Казани требуется около 2,5 тыс. инженеров, в Ижевске около тысячи. СМИ сообщают, что в целом по России наблюдается нехватка инженерных кадров более 100 тыс. Сервис «Авито-работа» констатирует, что за прошлый год спрос на инженеров вырос в два раза. При этом анализ вакансий показывает достаточно серьезные требования к цифровым компетенциям соискателей. Это и знание различных языков программирования, и баз данных, и умение работать в программах «Компас», AutoCAD, и многое другое.

По данным опроса более 700 представителей российских компаний из 27 отраслей, проведенного в 2020 г. консалтинговой компанией KMDA, одним из факторов, влияющих на реализацию стратегии цифровой трансформации, является нехватка компетенций и знаний [5]. Только 15 % респондентов отмечают, что их компании не планируют образовательные программы в сфере цифровых компетенций. Однако 31 % респондентов склонны к замене недостаточно компетентных сотрудников новыми с рынка. Недостаточный уровень цифровых навыков в некоторых случаях принципиально влияет на принятие решения о трудоустройстве. К наиболее востребованным навыкам и компетенциям для цифровой трансформации (по мнению респондентов), отнесли:

- аналитика, навыки работы с данными (66 %);
- методы и инструменты цифровизации продуктов и сервисов (66 %);
- управление процессами, проектами (58 %);
- самообучение и адаптация (57 %);
- технологическая экспертиза (50 %);
- стратегическое мышление (46 %);
- коммуникативность (39 %);
- креативность, изобретательность (35 %);
- программирование, алгоритмическое мышление (25 %).

По мнению авторов [6], проектирование и реализация образовательного процесса посредством технологии контекстного обучения с использованием цифровых технологий способствует развитию цифровых компетенций будущих инженеров и в максимальной степени приближает образовательный процесс к предстоящей профессиональной деятельности.

Изучая цифровую грамотность студентов, Н. А. Моисеева пришла к выводу, что сформированность цифровых компетенций инженера технического профиля можно определить по умению [7]:

- выбирать и применять современные средства ИКТ при выполнении задач профессиональной деятельности;
- решать разнообразные задачи профессиональной деятельности, используя функционал современных средств ИКТ;
- осуществлять цифровую коллаборацию для поиска релевантной информации;
- обеспечивать безопасность работы компьютеров и программ при обмене информацией.

Для формирования соответствующих знаний и умений автор предлагает программу обучения для студентов инженерно-технических специальностей «Цифровая грамотность».

Опыт разработки и описание модели цифровых компетенций работников крупного российского машиностроительного предприятия представлен в работе [8]. Выявлено, что модели цифровых компетенций для разных профессиональных групп работников отличны друг от друга. Так, например, для специалистов в большей степени важны навыки решения технических проблем в цифровой среде, умение создавать цифровой контент и обеспечивать цифровую безопасность. Такой подход позволит проводить оперативную оценку развития цифровых компетенций, определять их дефицит и планировать дальнейшее обучение.

При разработке модели цифровых компетенций работников авторы [9] провели анализ требований к профессиональным компетенциям инженеров-железнодорожников. Авторы также обратили внимание, что в проекте «Цифровая железная дорога» указано, что одной из задач является подготовка инженерных кадров и закрепление цифровых компетенций в профессиональных стандартах. Среди цифровых компетенций, необходимых инженерам, называются владение информационными технологиями и специальным программным обеспечением для выполнения конкретной деятельности.

Разработчик российского программного обеспечения «Аскон» предлагает проект «Цифровой инженер», в рамках которого осуществляется комплексная подготовка инженерных кадров, а также конкурс молодых инженеров [10].

В настоящий момент для сокращения разрыва между требованиями к соискателям и реальными знаниями и навыками выпускников инженерных специальностей в вузах введен ряд инициатив. Для студентов всех направлений подготовки внедрен проект «Цифровая кафедра», направленный на расширение знаний и получение новой профессии в сфере информационных технологий. Запущен федеральный проект «Передовые инженерные школы», задачей которого является подготовка высококвалифицированных инженерных кадров нового поколения. Акцент в обучении будущих специалистов делается на решение реальных производственных задач, возникающих на предприятиях. Выпускники получают практико-ориентированные знания и умения, соответствующие требованиям времени.

В заключение отметим, что информационные технологии развиваются стремительными темпами. Все чаще можно слышать об успешном применении технологий искусственного интеллекта в различных отраслях производства. При этом срок актуальности знаний специалистов снижается. В высокотехнологичных сферах полураспад знаний составляет около двух лет. Вполне возможна ситуация, что знания, полученные обучающимися в вузе, от начала до окончания обучения могут устареть и не соответствовать производственной ситуации. Поэтому целесообразно уделять внимание формированию цифровых компетенций в дисциплинах инженерного профиля. При разработке учебных курсов важно уделять внимание развитию цифровых компетенций с учетом специфики будущей инженерной профессии.

В рамках успешно реализуемой государственной программы «Приоритет-2030» преподаватели вузов также имеют возможность поддерживать свои знания в актуальном состоянии. Благодаря описанным инициативам цифровые компетенции будущих инженерных кадров могут быть развиты как в процессе обучения, так и в ходе их дальнейшей профессиональной деятельности.

Список использованных источников и литературы

1. Стратегии цифровой трансформации. – URL: https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/1064/?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f (дата обращения: 28.03.2024).
2. Приказ Минэкономразвития от 24 января 2020 г. № 40 «Об утверждении методик расчета показателей федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». – URL: https://www.economy.gov.ru/material/dokumenty/prikaz_minekonomrazvitiya_rossii_ot_24_yanvarya_2020_g_41.html (дата обращения: 28.03.2024).
3. Профессиональные стандарты технических видов деятельности: типовые модули информационных компетенций / И. А. Волошина, О. М. Зайцева, П. Н. Новиков [и др.]. – Москва : Перо, 2023. – 130 с.
4. Обучение цифровым навыкам: глобальные вызовы и передовые практики. Аналитический отчет / В. С. Катькало, Д. Л. Волков, И. Н. Баранов [и др.]. – Москва : АНО ДПО «Корпоративный университет Сбербанка», 2018. – 136 с.
5. Цифровая трансформация в России – 2020 / KMDA, Москва, 2020. – URL: <https://komanda-a.pro/analytics> (дата обращения: 28.03.2024).
6. Моисеева, Н. А. Роль оптимизационных задач «контекстного» содержания в развитии цифровых компетенций будущих инженеров / Н. А. Моисеева, Т. А. Полякова // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2021. – № 9. – С. 19–34.
7. Моисеева, Н. А. Развитие цифровой грамотности у студентов инженерно-технических специальностей // Инженерное образование. – 2023. – № 33. – С. 39–48.
8. Флек, М. Б. Разработка модели цифровых компетенций работников в условиях цифровой трансформации предприятия / М. Б. Флек, Е. А. Угнич // Перспективы науки и образования. – 2023. – № 3 (63). – С. 706–723.
9. Римская, О. Н. Стратегия цифровой трансформации: цифровые компетенции инженера железнодорожного транспорта / О. Н. Римская, А. А. Пархаев, Н. А. Хомова // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2022. – № 13 (3). – С. 199–209.
10. Программа «Цифровой инженер» с АСКОН. – URL: https://ascon.ru/company/digital_engineer/ (дата обращения: 28.03.2024).

A. E. Serezhkina, PhD in Psychology, Associate Professor
Department of Methodology of Engineering Activity
Kazan National Research Technological University

Digital competencies of engineering personnel

Today, digital technologies are being introduced into all spheres of life. Special attention is paid to the digital maturity of enterprises. Specialists who are proficient in modern digital technologies are needed. The key competencies of the digital economy in relation to engineering personnel are considered. It is shown that the formation of digital competencies of engineering personnel has an insufficient level.

Keywords: digital competencies, competence model, key competencies of the digital economy, engineering personnel.

К. А. Тимаков, ассистент
Кафедра корпоративных информационных систем
МИРЭА – Российский технологический университет

Применение элементов геймификации в образовательном процессе инженерных специальностей

Рассмотрены общие принципы геймификации, особенности, а также слабые стороны. Предложен игровой элемент геймификации взамен устоявшегося средства обучения. Приведена аргументация его использования по нескольким параметрам.

Ключевые слова: геймификация, Factorio, Logisim, цифровая электрическая схема.

Все чаще наблюдается тенденция, когда студенты первого курса поступают в университеты с крайней низкой мотивацией к обучению. Внедрение привычных систем мотивации, таких как балльно-рейтинговая, редко приносят необходимый эффект. Возможным решением проблемы мотивации может послужить геймификация с целью заинтересовать поколение людей, привыкших к компьютерным играм и всеобщей цифровизации.

Стоит понимать, что *геймификация* – это процесс внедрения игровых механик в уже существующую систему с целью увеличения эффективности целевых показателей [1]. Она состоит из трех основных элементов – внутренней и внешней мотивации, а также статуса. Любая геймификация должна быть добровольной, а чтобы все в принципе работало, для пользователя должен быть смысл вступать в геймифицированную систему.

Для вовлечения в игру необходимо создать конкурентную среду – если людям надо соревноваться, они используют систему активнее. Однако процесс соревнования не должен доставлять неудобство пользователям. Для реализации правильной игрофикации необходимо выполнение следующих условий:

- победа должна быть достижимой;
- у соревнований должны быть простые и понятные правила, и они должны быть;
- они должны быть прозрачны и не слишком сложны.

В технических специальностях необходимо подвергать процессу геймификации не только учебные процессы, но и инструменты, с которыми необходимо работать. Одним из таких инструментов может стать игра Factorio.

Factorio – это компьютерная игра в жанре стратегии и симулятора. В игре игрокам предстоит управлять процессами производства на планете и развиваться на ней. Основной акцент в игре делается на строительстве и оптимизации фабрик, создании автоматизированных систем производства. *Factorio* обладает глубокой системой игрового процесса, где игроки могут проектировать и управлять своими собственными фабриками, оптимизировать производственные цепочки и исследовать новые технологии.

В большинстве программ обучения технических специалистов есть такой предмет, как «Информатика». В рамках этого широко рассматривается построение цифровых электрических схем и базовых элементов ЭВМ. Изучение происходит, как правило, в программе *Logisim*. Для большинства студентов первого курса этот процесс может показаться непонятным или скучным, они не всегда понимают, зачем это все изучается и как это может пригодиться в будущем [2].

Factorio предоставляет широкий спектр возможностей для создания сложных и эффективных автоматизированных систем. Она позволяет перекрыть весь необходимый функционал *Logisim*, необходимый для обучения, а также предоставляет практические примеры использования различных элементов, позволяя реализовывать более гибкую автоматизацию

привычных игровых процессов нестандартными, но эффективными способами. В качестве практического примера можно представить реализованный RS-триггер, который включает зарядку аккумулятора от источника энергии со свойством гистерезиса, что позволяет избежатьдребезга – частых быстрых включений/выключений схемы. На рис. 1 представлен пример реализации такой схемы.

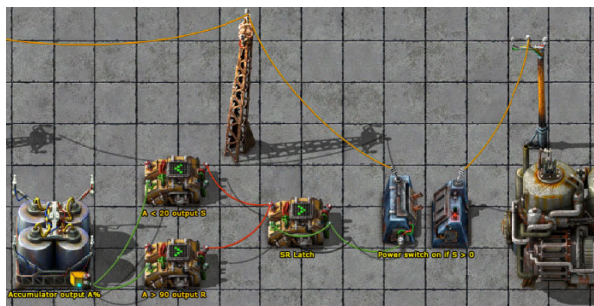


Рис. 1. Схема зарядки аккумулятора на основе RS-триггера

Для того чтобы являться полноценным инструментом моделирования цифровых электрических схем, необходимо обладать рядом крайне важных свойств и параметров, а именно: полнота по Тьюрингу, удобный и наглядный пользовательский интерфейс, возможная тактовая частота эмулятора. Рассмотрим каждый из параметров.

Полной по Тьюрингу считается та система, которая при наличии достаточного количества времени и памяти, а также необходимых инструкций способна решить любую вычислительную задачу, независимо от ее сложности. Можно выделить следующие основные характеристики полноты по Тьюрингу:

1. Логические циклы: возможность системы многократно выполнять функцию или серию инструкций.
2. Операции ввода/вывода: способность системы читать и записывать данные, что означает, что она может обрабатывать входные данные и генерировать выходные данные на основе этих данных.
3. Вычислительная мощность: система должна быть способна вычислить любую разрешимую задачу, которую может решить машина Тьюринга.
4. Условное ветвление: действия системы могут различаться в зависимости от значений данных, которые она обрабатывает.

Как правило, вышеописанные условия возможно выполнять, если имеются элементы, поддерживающие операции AND и XOR. Этого набора достаточно для создания любой логической схемы, необходимой для создания полноценного процессора. Таким образом, как правило, можно говорить о полноте по Тьюрингу [3]. Factorio поддерживает следующий тематический набор операций над сигналами:

- сложение (+)
- вычитание (-)
- умножение (*)
- деление (/)
- остаток (%)
- возведение в степень (^)
- битовый сдвиг влево (<<)
- битовый сдвиг вправо (>>)
- битовое И (&)
- битовое ИЛИ (|)
- исключающее ИЛИ (^)

Таким образом, можно смело говорить о полноте Factorio по Тьюрингу.

Говоря о графическом интерфейсе Logisim, каждый логический элемент имеет свою уникальную форму. Конфигурация схемы происходит на рабочей области. На рис. 2 представлены базовые логические элементы в Logisim.

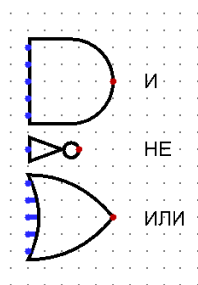


Рис. 2. Представление базовых логических элементов в Logisim

В Factorio все элементы представлены в виде одного устройства с возможностью выбрать во всплывающем меню конкретную функцию, которую он должен выполнить. Выполняемая функция блока отображается сверху на табло элемента. Рабочая плоскость может быть различной, для учебных целей можно выбрать шахматную сетку без дополнительных элементов [6]. На рис. 3 представлен арифметический комбинатор в Factorio.



Рис. 3. Представление арифметического комбинатора в Factorio

Важно также рассмотреть вопрос производительности, а именно максимально возможную тактовую частоту эмулятора. Максимальной тактовой частотой Logisim является значение 4.1кГц. Максимальная тактовая частота Factorio определяется за счет UPS – updates per seconds, иными словами, игровых тактов, и в нормальном состоянии таких тактов всегда ровно 60 в секунду. Они могут проседать под нагрузкой, тем самым замедляя все вокруг, но не могут быть больше закрепленного значения. Исключения составляют те случаи, когда происходит ускорение игры в несколько раз на программном уровне, в таком случае предельное количество UPS может быть поднято соответственно в несколько раз, но для подобных изменений возрастают требования к производительности всей системы.

При выполнении большинства учебных заданий зачастую не требуется высоких частот с целью сохранения наглядности работы цепи, поэтому даже базовых 60 Гц, которые может предоставить Factorio, вполне достаточно. Более высокие частоты могут понадобиться только при проектировании крупных и сложных систем, таких как процессор.

Функционал создания модификаций раскрывает дополнительные возможности для внедрения данного продукта в образовательный процесс. К примеру, возможность создания дополнительных модификаций, которые позволят вести рейтинг студентов по числу реализованных логических схем или создания определенных вычислительных блоков.

Из вышеописанных аргументов можно сделать вывод, что Factorio является хорошей альтернативой уже устоявшимся средствам обучения. Данная игра позволяет без потери в получаемых знаниях на практике реализовать различные элементы и подкреплять примерами их возможное назначение и применение. Важно также учитывать возможные проблемы от геймификации в целом.

Основной проблемой геймификации является жесткая подвязка к KPI. Может возникнуть ситуация, когда все силы будут направлены не на изучение процессов, а на конечный результат с целью заработать как можно больше баллов или с целью продвижения в турнирной таблице. Важно правильно подобрать KPI для учебных заданий, т. е. нацеленный не на конечный результат, а, к примеру, на способы и методы решения поставленной задачи.

При геймификации необходимо предоставить возможность для участников процесса остаться на традиционной системе обучения, т. к. для некоторых такой подход может быть неприемлем по целому ряду причин. Важно, чтобы геймификация была строго добровольной, только в таком случае подобный подход может иметь смысл.

Список использованных источников и литературы

1. Козлова, Ю. Б. Геймификация в системе современного высшего образования: теоретические основы и практическая значимость // История и педагогика естествознания. – 2022. – № 1. – С. 19–22.
2. Проектирование процессора Logisim. – URL: <https://habr.com/ru/articles/406157/> (дата обращения: 25.02.2024).
3. 8-битный Тьюринг-полный компьютер в Factorio. – URL: <https://habr.com/ru/companies/time-web/articles/552530/> (дата обращения: 25.02.2024).
4. Геймификация в обучении и как Duolingo связан с Ведьмаком? – URL: <https://habr.com/ru/articles/770822/> (дата обращения: 25.02.2024).
5. Logisim. – URL: http://cburch.com/logisim/index_ru.html (дата обращения: 25.02.2024).
6. Обучение: Руководство по комбинаторам – Factorio Wiki. – URL: https://wiki.factorio.com/Tutorial:Combinator_tutorial/ru#%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B8 (дата обращения: 25.02.2024).

K. A. Timakov, Student
Department of corporate information systems
MIREA – Russian University of Technology

Application of gamification elements in the educational process of engineering specialties

The general principles of gamification, features, as well as weaknesses are considered. The game element of gamification is proposed as a substitute for an established learning tool. The argumentation of its use in several parameters is given.

Keywords: Gamification, Factorio, Logisim, digital electrical circuit.

Научное издание

«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБРАЗОВАНИИ»

Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции
(Ижевск, 23–24 мая 2024 г.)

Адрес в информационно-телекоммуникационной сети
<http://itnpo.istu.ru/>

Дата размещения на сайте: 02.12.2024

В редакции авторов

Технический редактор *С. В. Логинова*
Корректор *И. В. Ганеева*
Верстка *С. В. Петуховой*
Подготовка обложки *Б. В. Бусоргина*

Подписано к использованию 02.12.2024. Уч.-изд. л. 30,0. Объем 17,1 МБ. Заказ № 148

Издательство управления информационных ресурсов
Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова
426069, Ижевск, Студенческая, 7