

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Г.Ф. МОРОЗОВА»

Институт цифровых и интеллектуальных систем

Факультет компьютерных наук и технологий

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

Материалы Международной научно-практической конференции

Воронеж, 2 апреля 2024 г.

Воронеж 2024

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION
FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER EDUCATION
«VORONEZH STATE UNIVERSITY OF FORESTRY AND TECHNOLOGIES
NAMED AFTER G.F. MOROZOV»

Institute of Digital and Intelligent Systems

Faculty of Computer Science and Technology

MODELING INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

Materials of the International Scientific and Practical Conference

Voronezh, April 2, 2024

Voronezh 2024

УДК 004

М74

М74 Моделирование информационных систем и технологий : материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 2 апреля 2024 г. / отв. ред. В. К. Зольников, А. И. Заревич ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛУ». – Воронеж, 2024. – 590 с. – URL: <https://vglu.ru/nauka/konferencii/2024/mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-modelirovanie-informacionnyh-sistem-i-tehnologij/> – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7994-1073-5

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции, проведенной Воронежским государственным лесотехническим университетом 2 апреля 2024 г., разбитые на секции: «Системный анализ, управление, обработка информации»; «Системы автоматизации проектирования»; «Современная электронная компонентная база». Целью конференции является ознакомление с результатами новейших научных достижений, обмен знаниями и передовым опытом в области моделирования информационных систем и процессов, привлечение наиболее способных студентов к выполнению научных исследований.

Материалы конференции предназначены для широкого круга специалистов промышленности и образования, научных работников, аспирантов и студентов высших учебных заведений, специализирующихся в вопросах информатизации, моделирования систем и процессов, автоматизированного проектирования.

УДК 004

ISBN 978-5-7994-1073-5

© ФГБОУ ВО «ВГЛУ», 2024

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Драпалюк Михаил Валентинович, ректор ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», д.т.н., профессор.

Куцько Павел Павлович, Генеральный директор АО «НИИЭТ», к.т.н.

Морковина Светлана Сергеевна, проректор по науке и инновациям ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», д.т.н., профессор.

Зольников Владимир Константинович, директор Института цифровых и интеллектуальных систем ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», д.т.н., профессор.

Скворцова Татьяна Владимировна, декан факультета компьютерных наук и технологий, к.т.н., доцент.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Кравченко Андрей Сергеевич, и.о. заведующего кафедрой вычислительной техники и информационных систем ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», к.т.н., доцент.

Аникеев Евгений Александрович, заведующий кафедрой компьютерных технологий и микроэлектронной инженерии ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», к.т.н., доцент.

Ягодкин Александр Сергеевич, заведующий кафедрой информационных технологий ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», к.ф.-м.н., доцент.

Заревич Антон Иванович, доцент базовой кафедры технического и программного обеспечения вычислительных и информационных систем ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», к.т.н.

Смерек Владимир Андреевич, начальник отдела проектирования СБИС АО «НИИЭТ», к.т.н.

Макаренко Филипп Владимирович, доцент базовой кафедры технического и программного обеспечения вычислительных и информационных систем, к.ф.-м.н.

Потапов Игорь Петрович, главный научный сотрудник отдела проектирования СБИС АО «НИИЭТ», к.т.н.

Зольников Константин Владимирович, ведущий инженер отдела проектирования СБИС АО «НИИЭТ», к.т.н.

Таперо Константин Иванович, заместитель генерального директора по науке и инновациям АО «НИИП», д.т.н.

Бойко Владимир Иванович, заместитель генерального директора по развитию АО «ВЗПП-сборка», к.т.н.

РЕЦЕНЗЕНТЫ

Смерек Владимир Андреевич – к.т.н., начальник дизайн-центра проектирования ИМС АО «Научно-исследовательский институт электронной техники».

Потапов Игорь Петрович – к.т.н., главный научный сотрудник АО «Научно-исследовательский институт электронной техники».

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ, ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

Андрюшин А.А., Аджиева В.Я. Разработка интерактивной лекции с использованием графического движка Unity	11
Аникеев Е.А., Фироз Х.М. Qualitative data analysis, its importance, types, methods, techniques in research projects / Качественный анализ данных, его важность, виды, методы, приемы в исследовательских проектах	18
Аникеев Е.А., Фироз Х.М. Data analysis of COVID-19 using Python / Анализ данных COVID-19 с использованием Python.....	25
Бунеев И.А., Юдина Н.Ю. Конструирование базы данных с использованием Entity framework подход Code First.....	37
Григорьев Б.И., Сазонова С.А. Исследование и анализ современных методов оцифровки архивных геологических карт	44
Григорьев Б.И., Сазонова С.А. Возможности применения искусственного интеллекта для оцифровки архивных геологических карт	54
Злобин Е.А., Чернышова Е.В., Скворцова Т.В. Требования к бэкенду, предъявляемые в облачных сервисах, оперирующих большими данными	61
Ислам Деван Радуанул, Акименко А.В. Обнаружение аномалий IoT сети в технологии «умный дом»	68
Каневец А.В., Абрасимовская А.Г., Анисимов А.Е., Скоркин И.В. Алгебраические критерии устойчивости Рауса-Гурвица.....	74
Качан М.М., Анциферова В.И., Дмитриев Р.Г. Развитие систем автоматизации контроля и обнаружения угроз в информационных средах	81
Косых В.Д., Брославский Д.Р., Шпинев А.В. Статистическое моделирование в системах прогнозирования.....	89
Кутергин Р.О., Ачкасов А.В., Тен Р.В. Классификация переходных процессов....	94
Масленникова Е.Г., Лапшин А.П., Шмаков Е.В. Моделирование систем обслуживания: проблемы и решения	100
Матвийчук Б.С., Величко В.А., Плотников А.М. Облачное моделирование: преимущества и вызовы	105

Мурадян Т.А., Заревич А.И. Исследование и разработка модели коррекции повреждённых аудиоданных	110
Назарова А.К., Локтионова О.Е., Спесивцев Г.А. Карты Карно	116
Назарова А.К., Голубятников И.С., Фролов А.С. Компьютерное моделирование в науке	122
Оксюта О.В., Арапов Д.С., Groшев А.С. Преимущества и недостатки приложений с микрофронтенд-архитектурой	127
Орехов И.Д., Павлов А.Ю. Криптовалюта: подходы к регулированию и их результаты.....	133
Перов С.И., Карлов С.Е., Groшева Е.В. Параллельное моделирование в вычислительных системах.....	144
Подпорина М.В., Луговской А.Н., Анциферова В.И. Обоснование необходимости разработки информационной системы в сфере ЖКХ.....	148
Полуэктов А.В., Заревич А.И., Попова Е.А. Использование ChatGPT для автоматизации выявления и анализа текстовой информации на C#.....	155
Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Попова Е.А. Использование ChatGPT при обработке массивов данных на языке C#	163
Полуэктов А.В., Силонов В.И., Журавлева И.В., Кравченко А.С. Построение защищенного хранилища на C#.....	170
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Дружинина Е.В. Моделирование термогазодинамических параметров пожара	181
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Епифанов Е.Н. Методы расчетов времени эвакуации из зданий персонала и посетителей	191
Сазонова С.А., Асминин В.Ф., Казбанова И.М. Методика для численного определения скорости свободного движения при эвакуации из здания	199
Сайхам, Акименко А.В. Искусственный интеллект в искусстве и творчестве.....	210
Сердюк Н.А., Рощин К.Е., Вихров В.С. Нейтральные системы.....	215
Симоненко А.А., Нестеров И.О., Ягодкин А.С. Современные реалии мобильных приложений в Российской Федерации	221
Шацких М.А., Анциферова В.И., Данилов Н.В. Создание системы мониторинга безопасности в операционной системе Linux	226

СЕКЦИЯ 2. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Ахамед Сакиб, Акименко А.В. The development of image recognition / Разработка технологии распознавания изображений.....	233
Ахамед Сакиб, Аникеев Е.А. Image recognition by convolutional neural networks / Распознавание изображений с помощью сверточных нейронных сетей.....	240
Баранов Д.Г., Бучнев С.О., Ключев А.А. Информационная система управления логистическим центром	246
Баркалова Е.В., Коньякова А.С. Обзор аналогов мобильного приложения для расчёта стоимости водосточной системы	252
Барышев А.А., Голышева А.С. Информационная система автоматизации процесса документооборота медицинских организаций	257
Врагов С.А., Беляев В.Р., Врагов В.С. Применение дронов для дистанционного зондирования при мониторинге лесных массивов	261
Голышева А.С., Барышев А.А. Информационная система автоматизации документооборота в образовательном процессе.....	269
Данилов Н.В., Анциферова В.И., Бурдюг Н.В., Дмитриев Р.Г., Емельянов Р.В. Анализ методов обеспечения безопасности информационных систем.....	275
Джой МД Танвир Хасан, Аникеев Е.А. The development of the automated learning system / Разработка автоматизированной системы обучения.....	281
Джой МД Танвир Хасан, Аникеев Е.А. The development of a word recognition system / Разработка автоматизированной системы распознавания слов	289
Евдокимова С.А., Аверьянов Д.В. Интеллектуальные технологии, применяемые для автоматизации процесса сборки изделий	297
Евдокимова С.А., Гончарова А.И. Модель процессов при автоматизации склада на основе IoT и WMS.....	304
Косых В.Д., Писарева С.В., Рудова А.В. Графический способ задания функции	311
Кущева И.С., Хухрянская Е.С. Унифицированное описание атрибутивной модели объектов размещения при проектировании паркетных работ	320

Майгур Н.О., Рощин К.Е., Бурдюг Н.В., Шевченко Т.В. Как стать дизайнером в IT: путь к профессии	326
Матвийчук Б.С., Наденов А.Е., Спесивцев Г.А. Форматирование трёхмерных графиков и графиков в полярных координатах.....	334
Мельников Д.А. Разработка программного модуля расчета и анализа тепло-, газовыделений от трудоспособной категории населения	341
Мурадян Т.А., Заревич А.И., Шеховцов Д.В. Проектирование и внедрение систем защиты информации.....	348
Осипов М.А., Заленская Н.Ю., Литвинов Н.Н. Разработка рейтинговой системы оценки знаний студентов: интеграция с автоматизированными образовательными платформами	353
Анциферова В.И., Фролов А.С., Шапкин В.С. Анализ безопасности беспроводных сетей персональных носимых устройств	358
Пахомов Д.Г., Анциферова В.И., Чевычелов Ю.А. Современные уязвимости беспроводных сетей и маршрутизаторов	365
Петров Г.С., Анциферова В.И., Котелевский М.С., Михайлов А.А. Анализ и проектирование нефункциональных требований к информационной системе доставки банковских продуктов.....	371
Помазов А.М., Ягодкин А.С., Чередникова О.Н. Система автоматического регулирования с запаздыванием	378
Провоторов Д.С., Заревич А.И., Лапшин А.П. Разработка программного обеспечения информационной системы предприятия	384
Сазонова С.А., Асмнин В.Ф., Бормотина Е.А. Моделирование трудового и технологического процессов при проведении строительных работ.....	389
Сазонова С.А., Асмнин В.Ф., Веневитин А.А. Расчет сил и средств при обеспечении пожарной безопасности линейного объекта	398
Скворцова Е.И., Ягодкин А.С., Чубунов П.А. Моделирование информационной системы для автомастерской с использованием методологии IDEF0	407
Скворцова Т.В., Рязанцев С.В., Хромых Е.А. Разработка программного обеспечения для моделирования многомерного объекта управления.....	416

Скворцова Т.В., Рязанцев С.В., Хромых Е.А. Выбор режима синтеза каучуков растворной полимеризации	424
Соловьев А.А., Анциферова В.И., Зольников В.К., Щеблыкин А.Н. Обзор технологий передачи информации между микро-сервисами	429
Спиридонов М.С., Гондарук А.С., Анциферова В.И., Котелевский М.С., Черных З.А. Исследование и разработка модели проектирования автомобильной дороги	437
Статкевич Е.М., Ачкасов А.В., Тен Р.В. Типовые статичные звенья.....	443
Сурмин В.И., Аникеев Е.А. Оптимизация маршрутов и управления траекториями беспилотных летательных аппаратов с помощью алгоритмов искусственного интеллекта	448
Трофименко А.Р., Денисова О.А., Шевченко А.В. Исследование временных характеристик объектов.....	455
Хворых А.М., Юдина Н.Ю., Попов В.А., Урунов Ш.Х. Применение аспирационного метода в измерении объемной активности радона в окружающей среде	461
Хорольский О.С., Анциферова В.И., Соловьев А.А. Повышение реализма в компьютерной графике с помощью отражающих карт теней	469
Чевычелов Ю.А., Перов С.И., Левкулич О.В. Работа в программе MathCad ...	475
Чернова А.В., Макаренко Ф.В., Тюнина А.М. Информационная система управления web-сайтом	482
Черных Ю.В., Маслов М.С., Майгур Н.О. Биоинформатика и компьютерное моделирование биологических систем	487
Чернышова Е.В., Кондусова В.В., Спесивцев Г.А. Сравнительный анализ архитектур облачных систем, оперирующих BIG DATA.....	495
Чернышова Е.В., Кукуева Д.С., Наденов А.Е. Преимущества и недостатки поисковых баз данных с открытым кодом	501
Чечукова К.О., Заленская Н.Ю., Толкачев А.В. Пользовательский интерфейс в информационных системах	506
Чечукова К.О., Денисова О.А., Фролов С.В. Исследование систем автоматического регулирования.....	512

Чечукова К.О., Острецов В.А., Сухарский А.В. Компьютерное моделирование в строительстве и дизайне.....	517
Щербаков В.А., Черных З.А., Попов В.А., Урунов Ш.Х. Анализ повышения эффективности и уменьшения нагрузки в процессе сортировки на примере сортировочного центра Wildberries г. Воронеж.....	523
Ягодкин А.С., Дарковская А.С., Зольников К.В. Информационная система учета иностранных студентов	533

СЕКЦИЯ 3. СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА

Гусев П.Э. Разработка и исследование технологии плазмохимического травления кремния	538
Иброхимов М.С., Заревич А.И., Грошева Е.В., Шпинев А.В. Долговечность интегральных схем и методы ее прогнозирования	547
Косых В.Д., Лапшин А.П., Литвинов Н.Н. Счетчики в цифровых автоматах..	552
Лучников В.С., Юдина Н.Ю. Разработка программного обеспечения кодового замка на базе микроконтроллера семейства Atmega.....	557
Плотникова Е.Ю., Винокуров А.А., Арсентьев А.В. Одномерное распределение примеси в кремнии и германии при ионной имплантации по модели Линхарда-Шарфа-Шиотта	566
Полужтков А.В., Заревич А.И., Макаренко Ф.В., Потапов А.Н. Моделирование работы микроконтроллера TMEGA8535 в программе Proteus	573
Строгонов А.В., Бордюжа О.Л., Строгонов А.И. Программные инструменты с открытым кодом для проектирования процессорных ядер RISC-V	582

СЕКЦИЯ 1

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ, ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

DOI: 10.58168/MoInSyTe2024_11-17

УДК 004.9

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОЙ ЛЕКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКОГО ДВИЖКА UNITY

А.А. Андриюшин¹, В.Я. Аджиева¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс создания интерактивной лекции с использованием графического движка Unity. Интерактивные лекции – это эффективный инструмент обучения, позволяющим студентам активно взаимодействовать с материалом, что способствует лучшему пониманию и запоминанию информации. В статье представлено описание архитектуры разработанной системы и приведены примеры использования различных функций Unity для создания интерактивных элементов лекции, таких как 3D-модели, анимации, взаимодействие с пользователем и так далее.

Ключевые слова: Интерактивная лекция, графический движок Unity, обучение, взаимодействие, 3D-модели, анимации.

DEVELOPMENT OF AN INTERACTIVE LECTURE USING THE UNITY GRAPHICS ENGINE

A.A. Andryushin¹, V.Ya. Adzhieva¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article discusses the process of creating an interactive lecture using the Unity graphics engine. Interactive lectures are an effective learning tool that allows students to actively interact with the material, which contributes to a better understanding and memorization of information. The article describes the architecture of the developed system and provides examples of using

various Unity functions to create interactive lecture elements such as 3D models, animations, user interaction, etc.

Keywords: interactive lecture, Unity graphics engine, learning, interaction, 3D models, animations.

В нынешнем образовательном процессе, огромную роль играет интерактивный и творчески подход к обучению популярности, на первое место приходят иные «нетрадиционные» подходы к обучению, при использовании которых обучающиеся могут взаимодействовать с образовательной средой напрямую, и в процессе такого взаимодействия получать новый опыт, знания и навыки и в дальнейшем применять их на практике. Одним из подобных методов для создания новых учебных материалов с применением информационных технологий и инструментом для создания «живого» занятия является графический движок Unity. В статье рассмотрен ход создания интерактивных лекций на основе этого движка.

В ходе работы были использованы следующие задачи:

1. Изучение основ: изучить базовые критерии к построению учебного материала.
2. Моделирование: смоделировать процесс работы программы и построить цепочки взаимодействий.
3. Разработка дизайна: создание графических основ будущей лекции, спрайты и анимации.
4. Работа с кодом: создание «кликабельности» элементов интерфейса, кнопок, ползунков, диалоговых окна и т.д.
5. Аудит: Анализ функциональности рабочей системы, нахождение «багов», улучшение работы.

Целью статьи является создание советов по созданию интерактивных лекций, что позволит преподавателю без проблем создать собственный проект, а студенту постигать на занятиях новую информацию формируя с новым опытом в образовании.

Актуальность работы: работа актуальна, так как создание интерактивных лекций на основе графического движка Unity есть хороший способ увлечения объёма качества обучения; применяя функционал Unity, появляется возможность реализации деталей взаимодействия человека с ПК, что позволяет более качественно воспринимать учебный материал.

В данной работе применялись разные методы и функции графического движка Unity, такие как моделирование физики объектов, «триггеры», и другие свойства взаимодействия.

Для создания лекции, в первую очередь необходимо создать сцену. Scene - это абстрактная плоскость, на которой происходит основное взаимодействие.

На сцене в Unity - находятся и настраиваются объекты, выстраивается свет, оптимизируется работа камер и иных объектов игрового пространства. Как создать сцену в Unity? Рассмотрим ниже:

1. Запустите Unity и нажмите на создать новый проект. Выберите форму "3D" или "2D" (смотря какой проект необходим).

2. В окне "Scene" нажмите на создать новую сцену или открыть сцену: щелкните правой клавишей мышки в окне "Scene" и выберите "Create a new scene" или "Open scene".

3. Следующим шагом открываем готовую сцену, теперь мы можем добавить объекты: кликнув правой кнопкой мыши в окне "Scene" и выбрав "Создать пустой объект" или любой другой тип объекта, вы можете добавить тот, который вам нужен

4. Объекты также можно перемещать по сцене, менять их размеры и вращать с помощью верхней панели инструментов (инструментов вращения, масштабирования и перемещения).

5. Чтобы настроить освещения сцены нужно добавить источники света (направленные светильники, прожекторы и т.д.). Для этого щелкните правой кнопкой мыши в окне "Сцена" и выберите "Создать" -> "Свет".

6. А чтобы добавить камеры для определения точки зрения игрока или зрителя - щелкните правой кнопкой мыши в окне "Сцена" и выберите "Создать" -> "Камера".

В конфигурациях обзора в Unity используется элементу Camera, что можно привязать к любому объекту на «канвасу».

Конфигурации, что можно использовать для настройки:

1. Угол обзора: Он устанавливает поле зрения при обзоре сцены. Угол, как и другие параметры обзора, так же имеются параметры для изменения вида (сверху, сбоку и т.д.).

2. Разрешение дисплея: задает значение ширины, высоты и длины экрана. При изменении этого значения меняется размер обзора камеры.

3. Градиент бэкграунда: Благодаря этой функции можно изменить цвет фона и его градиент.

4. Параметры отображения: Если вы работали в фотошопе, то знаете, что такое слои. При помощи с этой функции можно с ними работать, отображать нужные элементы и наоборот.

5. Насыщенность: определяет хронологию событий включения камеры, если их больше одной в сцене.

Для полноценной разработки, необходимо добавить игровой элемент (текстовый, 2D или 3D объекты). В Unity существует огромное количество для реализации. Для просмотра всех необходимых необходимо кликнуть правой клавишей мышки по панели инструментов перейти в раздел URL и выбрать необходимый.

Для улучшения взаимодействия пользователя, необходимо написать программный код на языке C, добавляющий дополнительный функционал нашей игре или лекции.

Программный код задает поведенческий фактор элюентов, расположенных на сцене, выдаваемые триггеры на реакцию пользователя. Также возможно производить процесс управления ходом игры или лекции, в частности. К примеру, есть возможность создания диалогового окна при реакции клика или наведения мышки, или можно создать дополнительные условия анимации.

В данной статье рассматривается упрощённый пример – смены сцен при нажатии на кнопку. Первым делом создаем скринт в Unity, кликнув правой кнопкой мыши и выбрав "Create" -> "C# Script". И называем его любым названием, с единственным исключением название не должно иметь русских букв.

Этот код будет выполнять функцию смены сцен:

После чего переходим обратно в Unity перенося туда скрипт на объект, содержащий кнопку простым перетаскиванием, зажав левую клавишу мыши. Или создаем пустой элемент и добавляем наш код к нему, таким же способом. Затем нажимаем правую клавишу мышки и создаем элемент в компоненте "Button", находим область "OnClick ()" и кликаем на "+", чтобы добавить новый триггер. Потом простым перетаскиванием перемещаем наш код, в область "None (Object)". И в выпадающем списке "NoFunction" выбираем объект, который содержит наш код, выбираем необходимую нам функцию.

```
using UnityEngine; using UnityEngine.SceneManagement;

public class Scenes : MonoBehaviour
{
    public void OpenMenu()
    {
        SceneManager.LoadScene(0);
    }

    public void OpenGame()
    {
        SceneManager.LoadScene(1);
    }
}
```

Рисунок 1 – Код перехода сцен

Тем самым в режиме запуска при клике на кнопку, будет играть событие и сцены будут меняться. Так же мы можем изменить действия.

Теперь мы можем продолжить работы на других сценах или приступить к рендерингу процесса, в окне рендеринга мы выбираем платформу, на которой будет работать наша лекция (PC, Android, IOS, Xbox и т.д). Так же мы можем задать названия для дистрибутивных. Для конфигурации этих свойств переходим в окно File\BuildSettings.

При использовании свойств ScenesinBuild, возможно проводить аудит включения и выключения сцен. Для этого необходимо поставить или убрать галочку напротив интересующего нас билда.

Выводы

Для создания интерактивной лекции в Unity с использованием скриптов на C# необходимо добавить элементы на сцену, такие как, 3D-модели и текстовые элементы. Также нужно создать скрипты для управления объектами. Чтобы лекция была более интерактивной можно добавить скрипты для отображения дополнительной информации и анимаций.

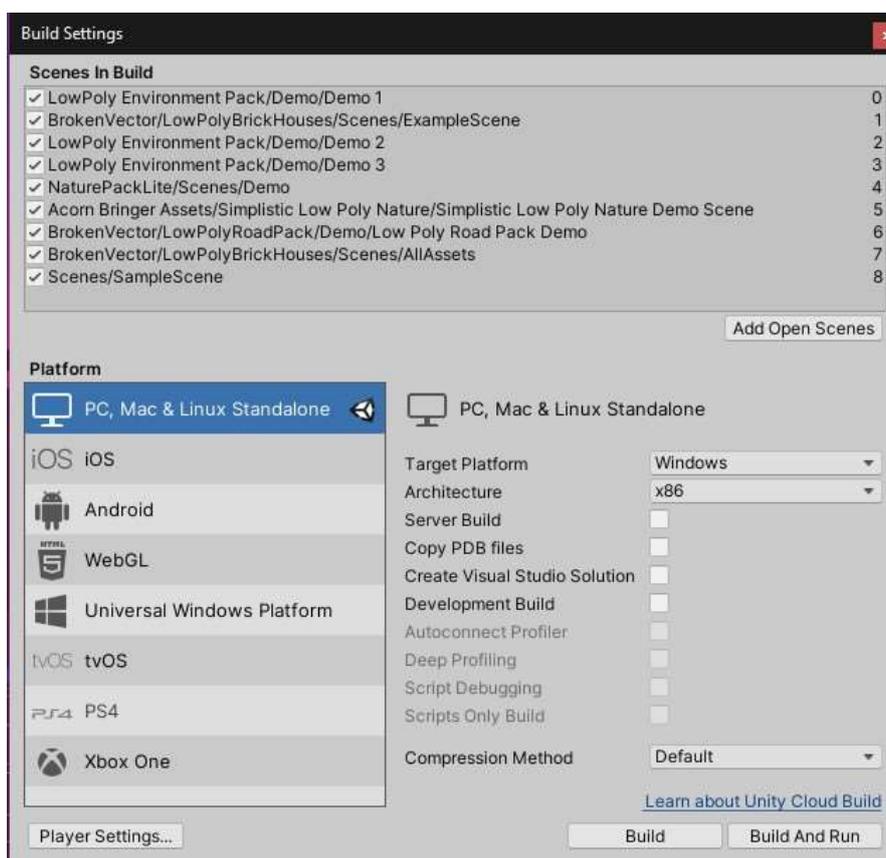


Рисунок 2 – ОкноBuildSettings

После завершения работы важно тестировать и оптимизировать проект. А настройка параметров сборки позволит публиковать приложение на разных платформах.

Список литературы

1. Андреев А.В., Андреева С. В, Доценко И.Б. Практика электронного обучения с использованием Moodle. Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2021.
2. Савиных И.В. Мобильные технологии в региональной системе дистанционного образования // Материалы Всероссийской науч. - метод. конф. "Открытое образование и информационные технологии". Пенза, 2022.
3. Жуков Г.Н., Матросов П.Г., Каплан С.Л. Основы общей и профессиональной педагогики: учеб. пособие. М.: Гардарики, 2020.
4. Федосеев А.А., Тимофеев А.В. Мобильные технологии в образовании : Материалы XII Всероссийской науч. - метод. конф. «Телематика 2021». СПб. Режим доступа: <http://tm.ifmo.ru>.
6. Кувшинов С.В. М-learning новая реальность образования // Высшее образование в России. 2020. № 8.

7. Горюнова Л.В. Мобильность как принцип модернизации высшего педагогического образования // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. 2023, № 6. .

8. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Andreev A.V., Andreeva S. V., Dotsenko I.B. The practice of e-learning using Moodle. Taganrog: TTI SFU, 2021.

2. Savinykh I.V. Mobile technologies in the regional distance education system // Materials of the All-Russian Scientific Conference. - the method. conf. "Open education and information technologies". Penza, 2022.

3. Zhukov G.N., Matrosov P.G., Kaplan S.L. Fundamentals of general and professional pedagogy: studies. manual. M.: Gardariki, 2020.

4. Fedoseev A.A., Timofeev A.V. Mobile technologies in education [Electronic resource]: Materials of the XII All-Russian Scientific Conference. - the method. conf. Telematics 2021". St. Petersburg. Access mode: <http://tm.ifmo.ru> . .

6. Kuvshinov S.V. M-learning the new reality of education // Higher education in Russia. 2020. No. 8. .

7. Goryunova L.V. Mobility as a principle of modernization of higher pedagogical education // Proceedings of the Southern Federal University. Pedagogical sciences. 2023, № 6.

8. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

QUALITATIVE DATA ANALYSIS, ITS IMPORTANCE, TYPES, METHODS, TECHNIQUES IN RESEARCH PROJECTS

E.A. Anikeev¹, H.M. Firoz¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. Data analysis plays a pivotal role in modern decision-making processes across various domains. This article concentrated on defining and understanding what data analysis is. Then, why is data analysis important? To present, the types of data analysis. This article highlights the concept of data analysis and data preparation. Afterward, talk about different types of data analysis methods and techniques in research projects. As well as, discussed the programming languages of data analysis. Finally, described on qualitative data analysis to get familiar with the data analysis preparation and strategies in this concept.

Keywords: Data Analysis, Data Analysis Types, Data Analysis Methods, Descriptive Analysis, Data Analysis Process, Qualitative Analysis, programming languages.

КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ, ЕГО ВАЖНОСТЬ, ВИДЫ, МЕТОДЫ, ПРИЕМЫ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТАХ

Е.А. Аникеев¹, Х.М. Фироз¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Анализ данных играет ключевую роль в современных процессах принятия решений в различных областях. Эта статья посвящена определению и пониманию того, что такое анализ данных. В таком случае, почему анализ данных важен? Рассмотрим типы анализа данных. В этой статье освещается концепция анализа данных и их подготовки. Далее мы поговорим о различных типах методов анализа данных и технических приемах в исследовательских проектах. А также обсудим языки программирования для анализа данных. Наконец, мы расскажем о качественном анализе данных, чтобы ознакомиться с подготовкой к анализу данных и стратегиями в рамках этой концепции.

Ключевые слова: Анализ данных, Типы анализа данных, Методы анализа данных, Описательный анализ, Процесс анализа данных, качественный анализ, языки программирования.

Introduction. Data are now knitted into every sector, project and function in the global economy. Without the essential factors of production, such as hard assets and human capital, much modern economic activity simply could not take place without data [1]. Data analysis provides a deeper understanding of processes, behaviors and trends. The concept of data analysis - large repositories of data that can be aggregated and analyzed to discuss patterns and make the best decisions - becomes the basis of competition and creates effective value for the global economy by reducing waste and improving the quality and quality of products. services. Data analysis allows organizations to gain insights into customer preferences, market dynamics, and operational efficiency. Data analysis helps determine what is and is not working, so you can make the changes needed to achieve your business goal.

Data analysis: Data analysis is simply the process of converting the gathered data into meaningful information. Also, data analysis is the process of systematically applying statistical or logical techniques to describe and explain, condense and recap, and evaluate data. Data analysis is the process of examining, adapting, filtering, and modeling data to help solve many problems. However, the data must be prepared before it can be used in the data analysis process.

Importance of data analysis: Data analysis plays an important role in various fields and industries today, driving decision-making processes, providing valuable insights, and enabling organizations to be more efficient and effective. Here are some key reasons highlighting the importance of data analysis [5]:

- Identify and solving problems
- Inform decisions making
- Performance assessment
- Predictive insights
- Improved efficiency
- Personalization
- Market understanding
- Adjust budgets
- Competitive advantage
- Risk management
- Innovation and research



Figure 1 – Data analysis types

Types of data analysis: As shown in Figure 1, there are 5 main types of data analysis: Text analysis, Statistical analysis, Diagnostic analysis, Predictive analysis, Prescriptive analysis- with increasingly scary-sounding names [5]. Each one serves a different aim, so we can easily understand which makes the most sense for your situation.

Data analysis process: As shown in Figure 2, data analysis processes involve a series of some steps and methodologies to extract insights, patterns, and trends from raw data [5].

Data decision: For almost any types of project, the first step is to determine what problem you are trying to solve through data analysis. This question helps you visualize your KPIs and what types of data analysis you will conduct, so spend time identifying the question; otherwise, your analysis won't provide the actionable insights you want.

Data collection: In the second step, collect the required data from both internal & external sources. After identifying the question, you should collect the related data from various sources.

Data cleaning: Data cleansing is the process of correcting or removing invalid, corrupted, malformed, duplicate or incomplete data from a data set. If it's not clean data can be seriously misleading.

Data analysis: After your data is collected and cleaned, use one or more of the above types of data analysis to find patterns, relationships, and trends. Tools for data analysis can aid in the process and reduce the chance of human error, which is unavoidable.

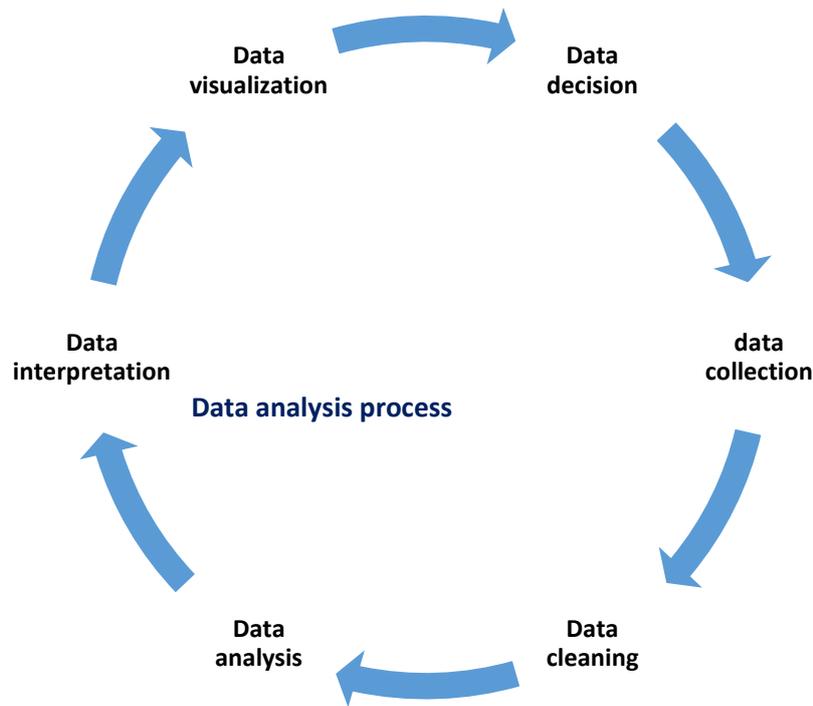


Figure 2 – Data analysis process

Data interpretation: You have to make judgments regarding your findings after doing an analysis of the data.

Data visualization: Lastly, you can use data visualization to explain your findings to stakeholders and decision makers through charts, reports, maps, and dashboards. Communicating your data in a way that field workers can comprehend and use to inform decisions beneficial.

Data analysis method & techniques in research projects: The most significant categories of data method & techniques used in research projects are covered in this section. The following six fundamental approaches can be used to categorize data analysis in general [2].

- Descriptive
- Exploratory
- Inferential
- Predictive
- Explanatory
- Mechanistic

Descriptive: Known as the least labor-intensive approach, descriptive data analysis is acknowledged as the original form of data analysis. It can handle large amounts of data as a result. In this case, a data set is performed using the data.

Exploratory: This approach defines future research or questions by examining unknown relationships and making new connections.

Inference: To draw conclusions about a larger population, inferential analysis employs a small sample. In the other words, a general theory about a subject's nature is tested using data from a sample of the subject's world. This approach makes use of cross-sectional time studies, observational data sets, and retrospective data sets.

Predictive: Predictive analytics forecasts future events based on past and present data. Additionally, it has the ability to forecast the values of one object using data from another. Although there are various forecasting models, a straightforward model with more data might work better overall. As a result, it's crucial to take into account the set of predictive data as well as the definition of measurement variables [6].

Explanation: using random experimental data sets, this analysis technique is used to ascertain the effects of one variable when another is changed.

Mechanistic: using randomized experimental data sets, this approach necessitates the greatest amount of work to pinpoint the precise variable changes that can influence other variables. Furthermore, it can be said that the mechanistic analysis is not very conclusive. Therefore, this might be the best option if you need to reduce errors and achieve high accuracy results in fields like engineering and physical sciences.

Programming Languages for data analysis: Data scientists use a number of well-liked programming languages for data analysis. Several programming languages are frequently utilized for data analysis, including the following: R, Python, SQL, Scala, Julia, MATLAB, and so forth.

Qualitative data analysis: The primary distinction between quantitative and qualitative data analysis is the researcher's significant contribution to the latter, which is based on their methods, expertise, and ability to integrate their findings. Here, common quantitative methods such as content analysis and grounded theory are reviewed.

Grounded theory: This is one method for analyzing data is textual. An inductive technique called grounded theory makes use of data to theorize about phenomena. This approach typically divides textual data into codes, relationships, and categories. An important phase in Grounded theory coding.

Content analysis: This approach analyzes text using a quantitative or quantitative approach. It is a methodical process that breaks down content analysis into multiple steps. Sampling is the first step in choosing a set of text from a large population. This procedure does not rely on chance selection; rather, a text with more pertinent information ought to be used as an illustration. Partitioning texts or applying specific guidelines is the second step. The following step uses the codes for segments. For every

code, you can use one or more codes. The most prevalent code is then determined by analyzing the others [3].

Conclusion

An overview of the most popular methods for data analysis is given in this article. The types, procedures, and methods of data analysis- all crucial steps in the process of analyzing data-are first covered. Organizations can be more adaptable and receptive to data analytics by using data analytics to process and store this data [4]. There is discussion of the various approaches and strategies applied in the research projects. The last section goes into more detail about quantitative data analysis and its method.

References

1. Start, S. (2006). Introduction to Data Analysis Handbook Migrant & Seasonal Head Start Technical Assistance Center Academy for Educational Development. Journal of Academic, 2(3), 6-8.
2. Taherdoost, H. (2021). Handbook on Research Skills: The Essential Step-By-Step Guide on How to Do a Research Project: Amazon Kindle.
3. Bhattacharjee, A. (2012). Social science research: Principles, methods, and practices (2nd ed.).
4. P. Saxena, "Application of Statistical Methods in Marketing Research: A Case Study", International Journal of Applied Engineering Research, Dindigul, vol. 2, no 1, pp. 163-171, 2011.
5. Cecilia Gillen (2022). What is the data analysis? Examples and how to get started.
6. MacGregor, J. (2013). Predictive Analysis with SAP®. Bonn: Galileo Press.
7. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

Список литературы

1. Start, S. (2006). Introduction to Data Analysis Handbook Migrant & Seasonal Head Start Technical Assistance Center Academy for Educational Development. Journal of Academic, 2(3), 6-8.
2. Taherdoost, H. (2021). Handbook on Research Skills: The Essential Step-By-Step Guide on How to Do a Research Project: Amazon Kindle.
3. Bhattacharjee, A. (2012). Social science research: Principles, methods, and practices (2nd ed.).

4. P. Saxena, "Application of Statistical Methods in Marketing Research: A Case Study", International Journal of Applied Engineering Research, Dindigul, vol. 2, no 1, pp. 163-171, 2011.
5. Cecilia Gillen (2022). What is the data analysis? Examples and how to get started.
6. MacGregor, J. (2013). Predictive Analysis with SAP®. Bonn: Galileo Press.
7. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

DATA ANALYSIS OF COVID-19 USING PYTHON

E.A. Anikeev¹, H.M. Firoz¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article concentrates on the data analysis of COVID-19 using the Python programming language. The goal of the work is to analyze the COVID-19 data and find out which countries and which continents are most affected by COVID-19. Besides, find out which vaccine for coronavirus is most commonly used. People have been more affected by the COVID-19 variant. Comparing the overall status of coronavirus by country and continent until May 25, 2022. As well as, we focused on time-series data analysis and visualization for COVID-19. We analyzed and visualized mortality, total recoveries, total cases, and active cases in our paper. Finally, this article provides a good analyze and visualization of COVID-19 very clearly through programming algorithms, calculations, statistics, and various libraries and codes. Through the observation, analysis, and testing of all the data, we have come to the conclusion that, through country-based, continent-based, time-based, variant, vaccination review and analysis on COVID-19, what is the overall condition of the COVID-19 epidemic from its onset until May 25, 2022?

Keywords: COVID-19, analysis, death, mortality, confirmed cases, active cases, recovered, vaccination, COVID-19 variant.

АНАЛИЗ ДАННЫХ COVID-19 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PYTHON

Е.А. Аникеев¹, Х.М. Фироз¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Статья посвящена анализу данных о COVID-19 с использованием языка программирования Python. Цель работы — проанализировать данные о COVID-19 и выяснить, какие страны и какие континенты больше всего пострадали от COVID-19. Кроме того, узнайте, какая вакцина от коронавируса используется чаще всего. Люди больше пострадали от варианта COVID-19. Сравнение общего статуса коронавируса по странам и континентам до 25 мая 2022 года. Кроме того, мы сосредоточились на анализе и визуализации временных рядов данных о COVID-19. В нашей статье мы проанализировали и визуализировали смертность, общее количество выздоровлений, общее количество случаев и активных случаев. Наконец, в этой

статье представлен хороший анализ и очень четкая визуализация COVID-19 с помощью алгоритмов программирования, расчетов, статистики, различных библиотек и кодов. Путем наблюдения, анализа и тестирования всех данных мы пришли к выводу, что с помощью анализа и анализа вакцинации против COVID-19 в зависимости от страны, континента, времени, варианта, каково общее состояние? эпидемии COVID-19 с момента ее начала до 25 мая 2022 года?

Ключевые слова: COVID-19, анализ, смерть, смертность, подтвержденные случаи, активные случаи, выздоровевшие, вакцинация, вариант COVID-19.

Introduction

Many people in the world today are familiar with the COVID-19, which started its journey from Wuhan, City of China, in December 2019 and was temporarily named “2019-nCoV” [2, 5]. On February 11, 2020, the World Health Organization (WHO) named this disease “Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)” and the International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) named the virus “severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2)”. On March 11, 2020, WHO declared the COVID-19 outbreaks as a pandemic [3, 4]. The virus can spread from an infected person’s mouth or nose in small liquid particles when they cough, sneeze, speak, sing or breathe.

In this article, we implement an algorithm for analyzing COVID-19. Then, we used three data sources from those sources. For example, Worldometer, GitHub, and Kaggle. After collecting all the data, we have stored it in a folder for easy access. Then we have read all the data with Python. During the data analysis process, we prepared and cleaned the data for further analysis. The article highlights the development of in the structure of COVID-19 data analysis. Finally, described and analyze the data using the Python programming language.

Algorithm implement: To implement this algorithm implement, we used three different data sources and then collected all the data. After collecting all the data, we grouped and filtered it for better analysis. For any good data analysis, 'Static & Interactive', 'Multi-dimensional arrays & Statistical', 'Timeline Analysis,' and 'Map Analysis' are very important. So for my COVID-19 data analysis, we used those steps. Those steps provide me with a better visualization and graphical output. Then we were able to come to a conclusion by analyzing all this information (Figure 1).

Development the structure of COVID-19 data analysis: In Figure 2, I provide the development of the structure of the information system on COVID-19. First, we choose my operating system and hardware, then we install the programming language, IDE, and other necessary software. After successfully completing those steps, we collected

and prepared data for analysis. To do data analysis, we imported some libraries and finally showed the result.

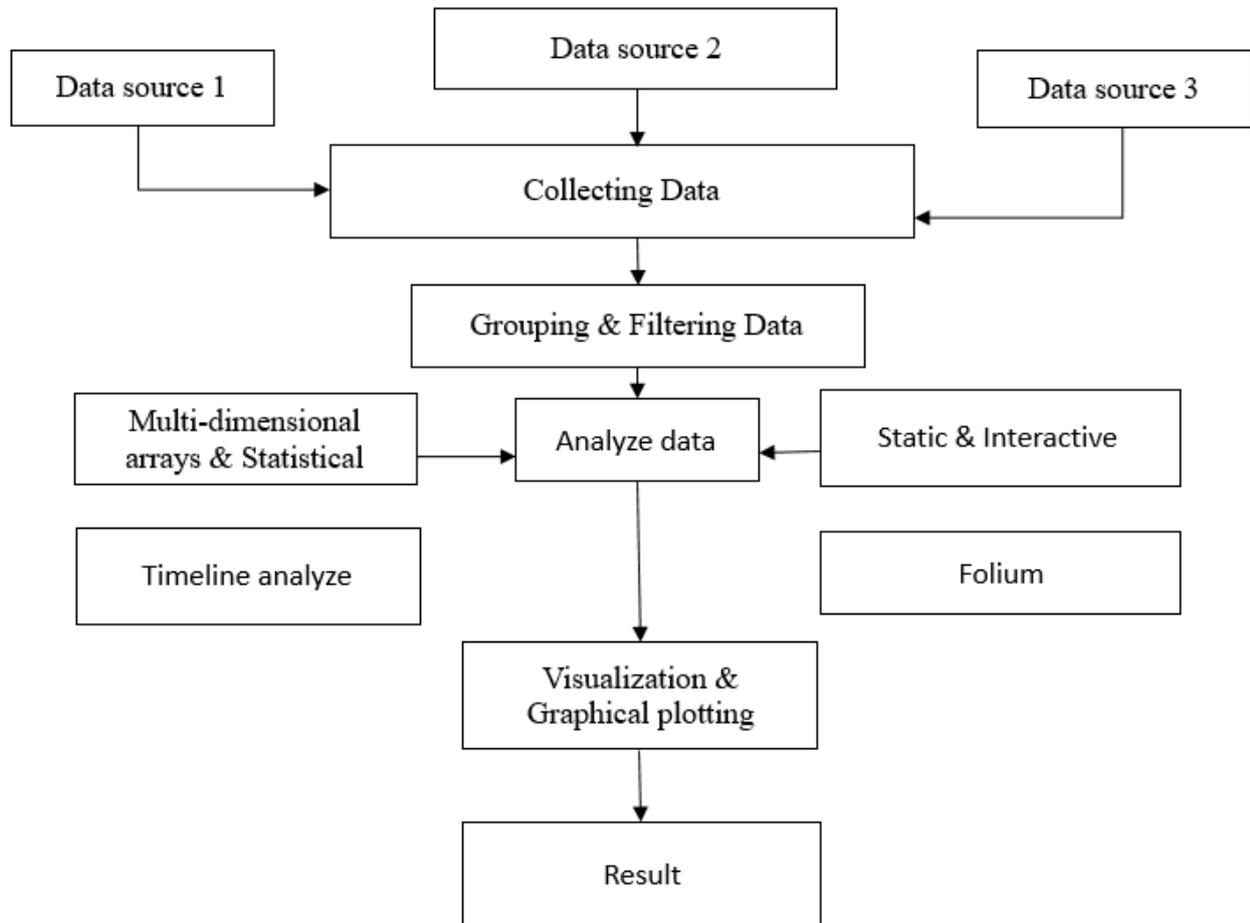


Figure 1 – Algorithm implement.

COVID-19 data analysis and visualization: Below, we will analyze and visualize all our data using Python and Jupiter notebooks.

If we analyze figure 3, as of May 2022, we can see that the highest number of people infected by COVID-19 in the United States is about 86 million people. The second and third places in the world are India and Brazil. Respectively, 43 and 31 million people are affected by the virus, and the least affected in Saint-Helena are only 2 people [1]. Developed countries have the highest number of countries in this list of 20 countries. The number of patients identified in Russia and South Korea was equal to 18 million.

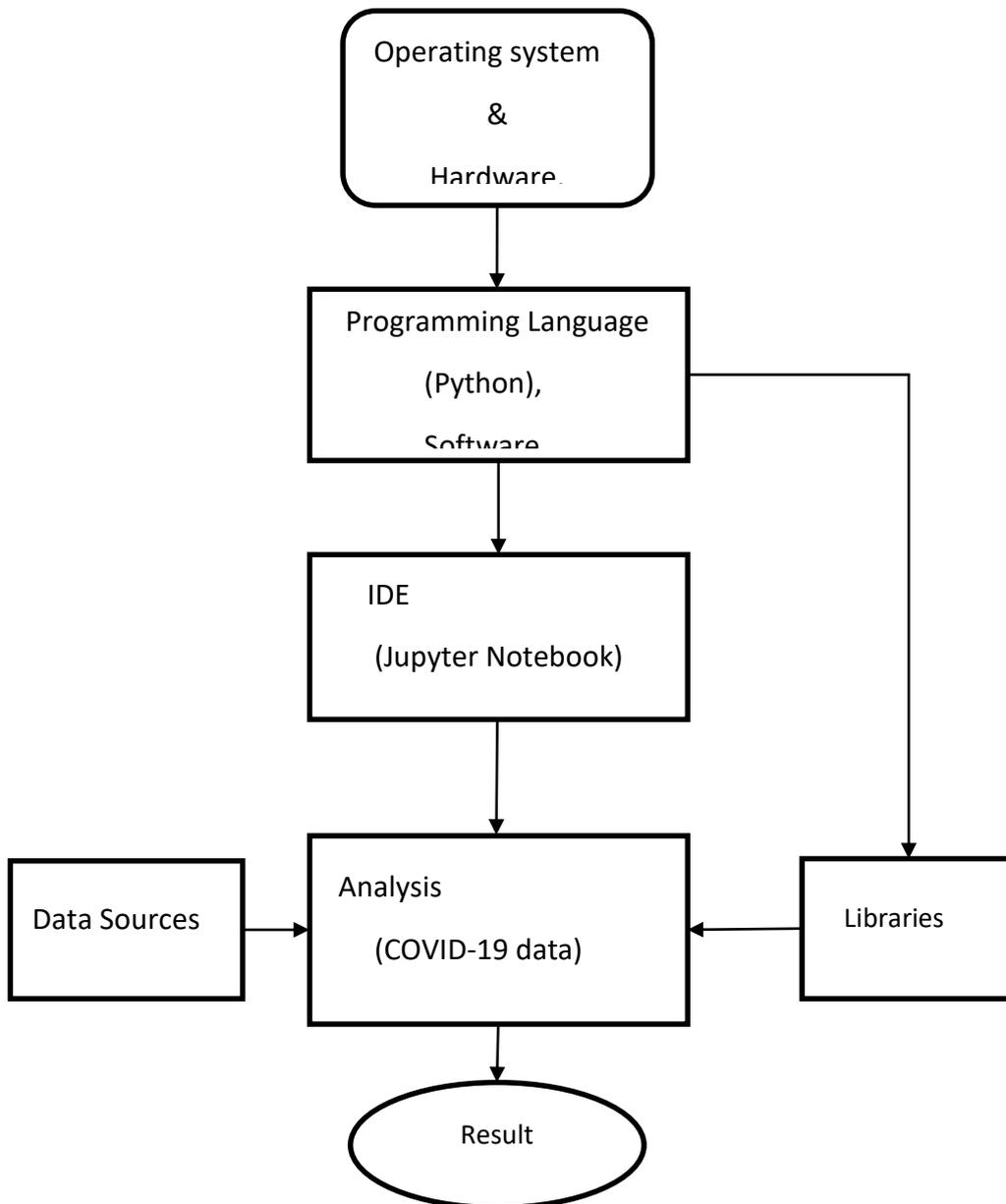


Figure 2 – Development the structure of COVID-19

On the other hand, in addition to being the most infected, the highest number of deaths is in the United States. More than 1 million people have died here. The deaths in Brazil, India, and Russia were 665955, 524607, and 378516, respectively (Figure 4). If we compare top 25 country the least people dead in Canada and between the world only 5-10 people dead in Western Sahara [1].

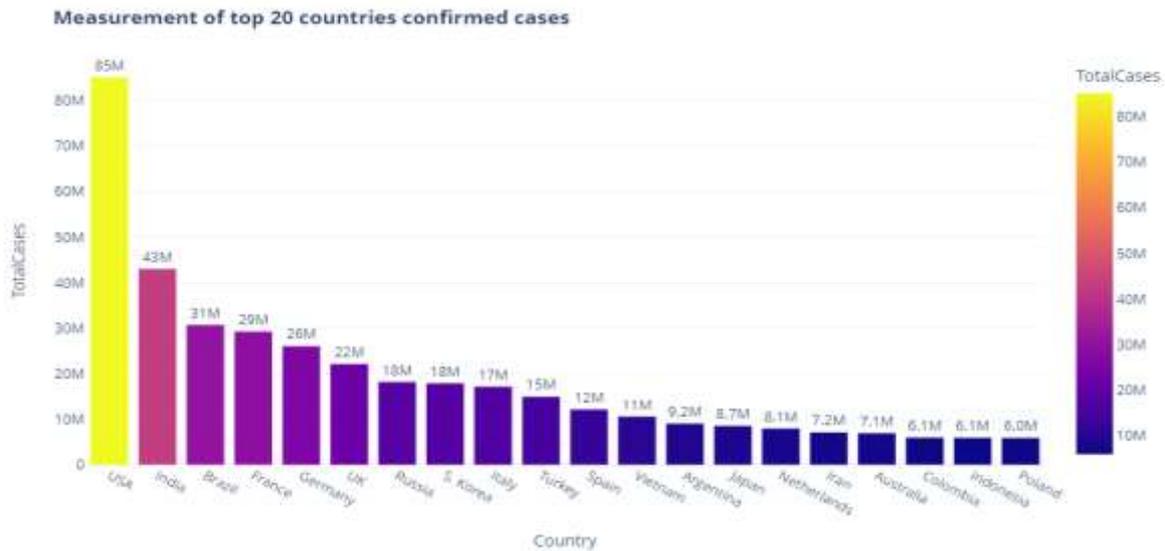


Figure 3 – Total confirm cases measurement of top 20 countries

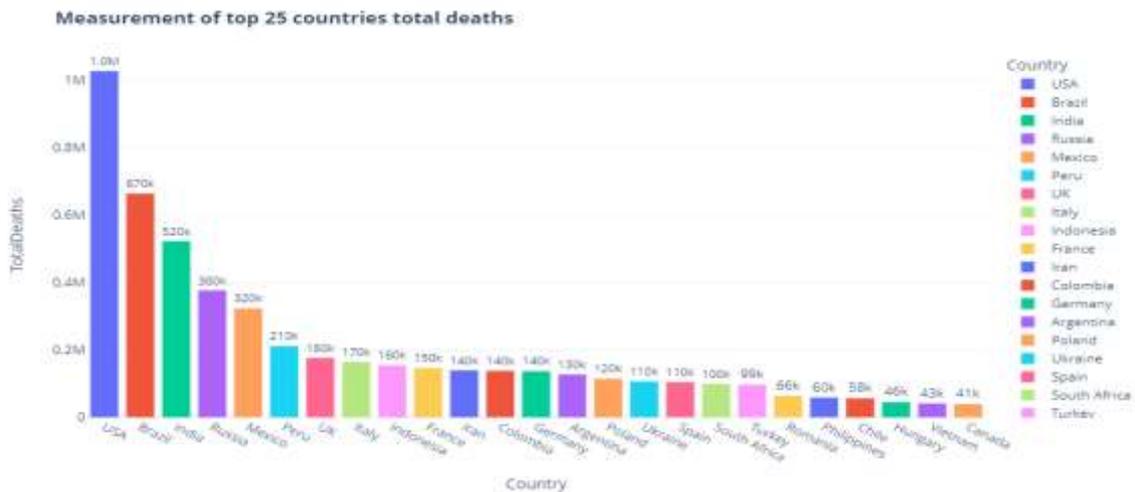


Figure 4 – Number of confirmed dead by 25 countries

A comparison between Italy and Hungary, two of the largest countries in Europe, shows that there is a big difference in the number of deaths. More than 150,000 people have died in France, Indonesia, and the UK from the deadly virus. Mexico and Peru, two of the most important countries in North America and South America, have the highest mortality rates. The death toll in South Africa and Turkey was almost equal to 100,000 (Figure 4).

Measurement of top 30 countries total recovered

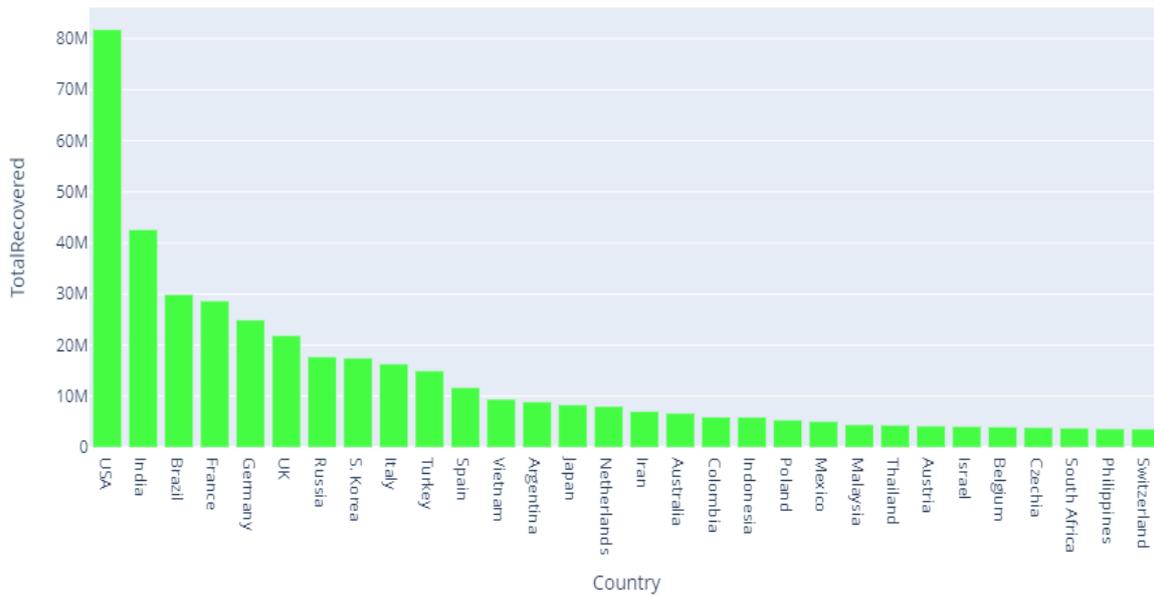


Figure 5 – Recovered case by country-wise

As of May 25, 2022, approximately 82 million people in the United States have recovered from the COVID-19 virus. That is a milestone. In many European countries, including Russia and India, the recovery rate is relatively satisfactory. In Japan, Netherlands and Australia, mortality and the total number of confirmed cases were low, but the number of recovered patients was very high. By this figure, over 8 million people in Japan, the Netherlands, and over 6.5 million in Australia have recovered from the coronavirus. In India, Brazil, France, Germany, and the UK had 42.60, 29.88, 28.65, and 24.93 million recovery patients, respectively. Interestingly, the number of infected patients and deaths in the USA, India, and Brazil is as high as the number of recovered cases. Recovery in Malaysia, Thailand, Austria, and Israel was satisfactory, although the number of infected patients was much lower (Figure 5).

With the number 6 figure, we can see that, although mortality, infection, and recovery rates were relatively similar in early 2020, differences were seen towards the end of the same year. Towards the end of 2021, the confirmed cases surpassed the 500 million mark. Between 2020 and 2021, the mortality rate increased dramatically and became widespread. But at the present time, it is much less.

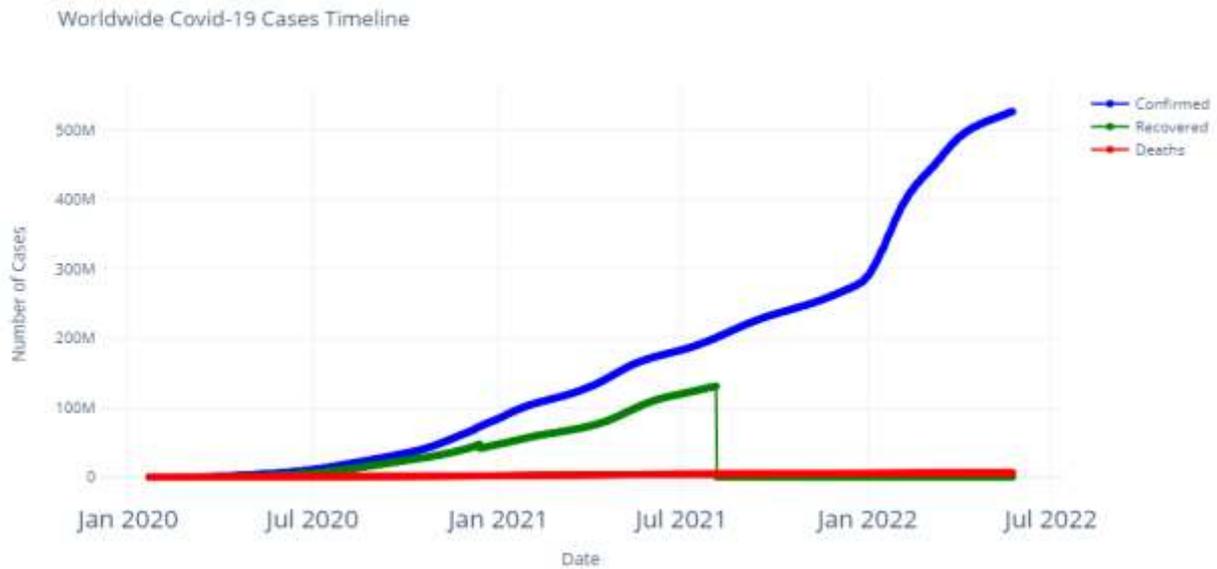


Figure 6 – Time series analysis of COVID-19

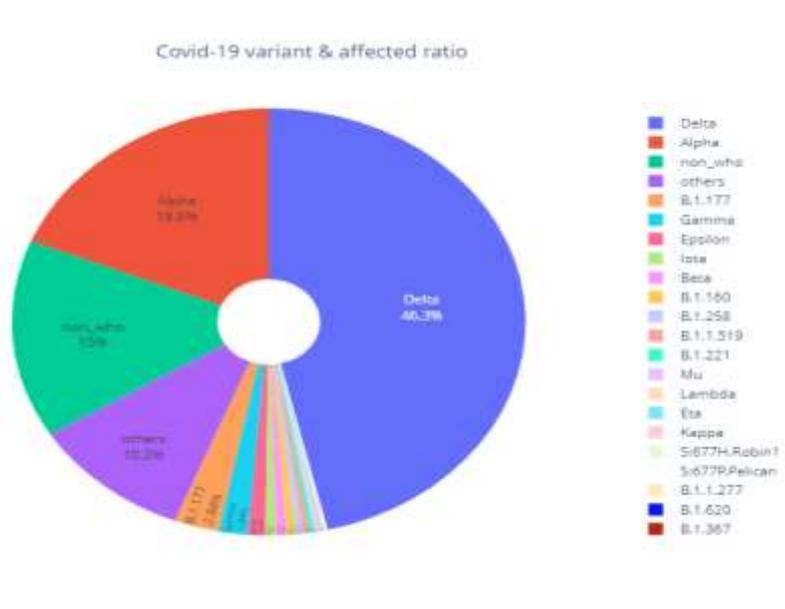


Figure 7 – Covid-19 variant & affected ratio by the variant

The most dangerous variant of COVID-19 is the Delta variant, which has affected 46.3 percent of the world's population. On the other hand, by the Alpha and non-WHO variants, 18.8% and 15% of people are affected, respectively.

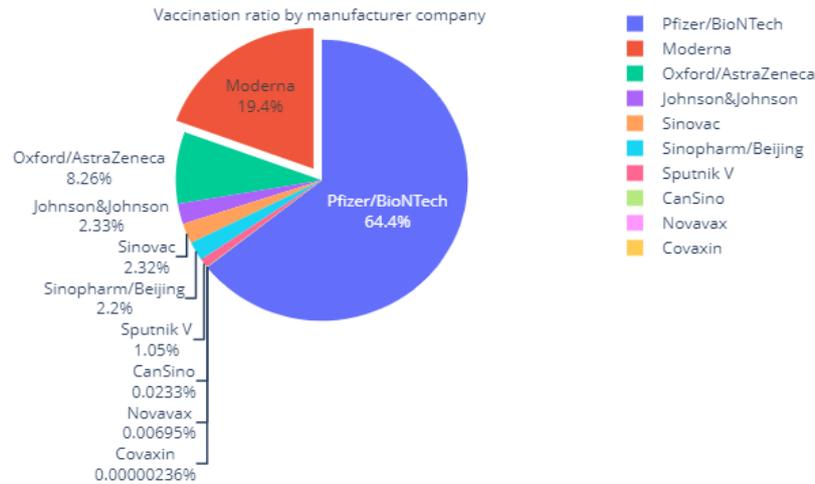


Figure 8 – COVID-19 vaccine manufacturer company

We can see that in Figure 8, there are several vaccine manufacturing companies. For example, Pfizer–BioNTech, Oxford–AstraZeneca, Sinopharm, Moderna, Sputnik V, and so on. Pfizer–BioNTech and Moderna are the largest vaccine manufacturers.

Pfizer–BioNTech alone produced more than half the vaccines, while Moderna and Oxford–AstraZeneca produced 19% and 8.26%. Sputnik V produced only 1.05% of the total vaccine manufacturer company. About 2.30% vaccination has been complete by the sinovac and johoson&johoson.

Observing this figure, we will be able to get an overall idea of the COVID-19 epidemic. From these 3 pie charts, we can easily observe that the African continent is in a better position than Europe, America, and Asia in spite of low vaccination. As of May 25, 2022, In Africa only 3.98% people are dead by the virus whereas Europe and America was 72.9% of total deaths. In the total cases Europe are 31.3% and Asia are 28.7% whereas Africa only 2.99%. On the other hand, Asia and the American continent are far ahead in terms of vaccination. 53.9% of the population's total population is fully vaccinated in Asia. In Europe and North America, 17.5% and 15.8% of people are fully vaccinated (figure 9).

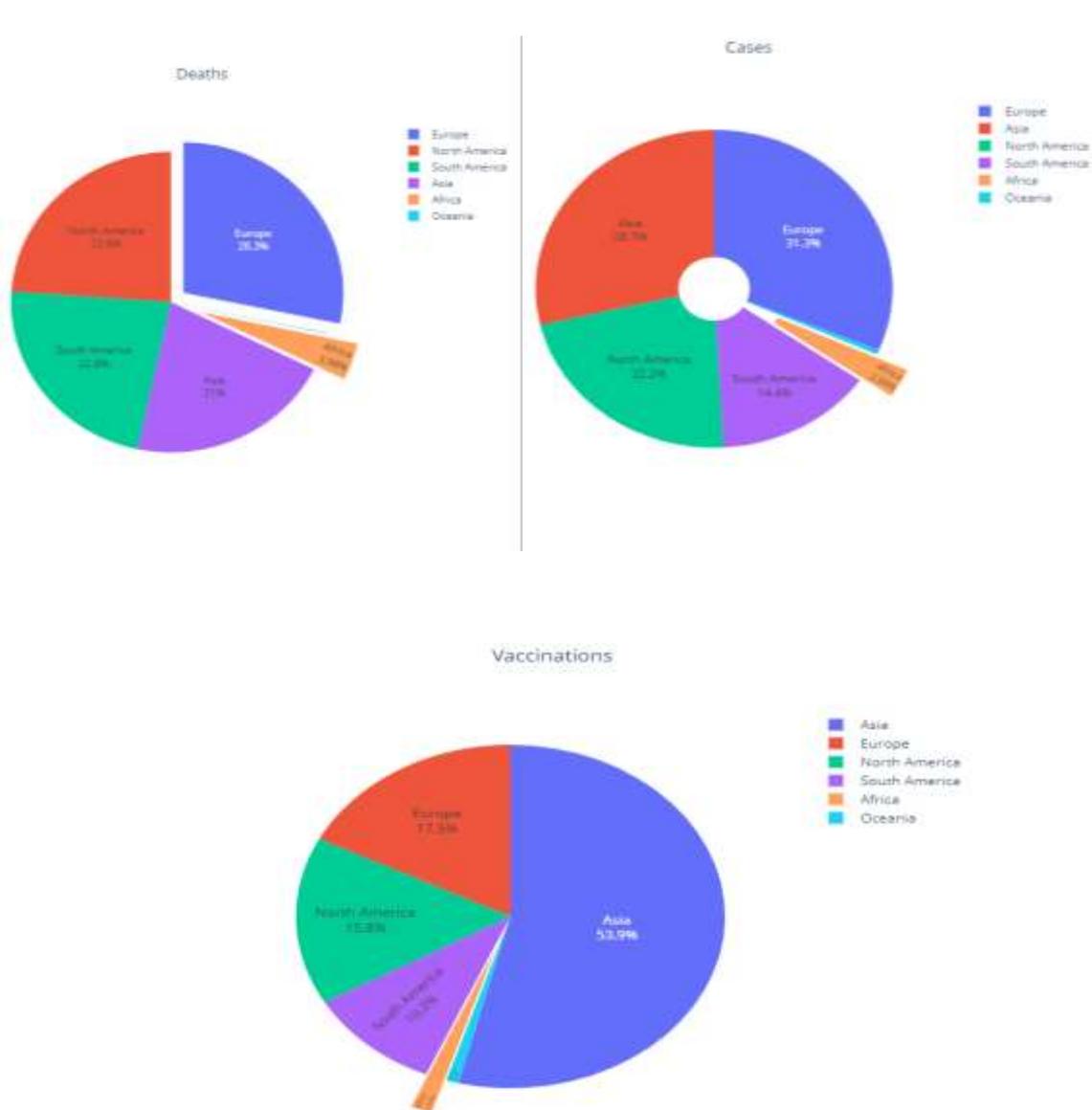


Figure 9 – Continent wise Covid-19 overall analysis

Conclusion

In conclusion, the result is 6.27 M people dead worldwide from COVID-19 as of May 25, 2022. From this data analysis, the total number of infected people is 525.28 million, and the number of active patients until May 2022 is about 519 million, which is increasing day by day. A total of 23491 million Corona patients have recovered with and without vaccination. Of the coronavirus variants, people are mostly affected by the Delta variant, accounting for about 46.3% of the total.

Furthermore, when it comes to vaccination, people prefer Pfizer/BioNtech, and it is approximately 64.4%, whereas Russian Sputnik V is only 1.05%. Moderna and Oxford/Astrazeneca are in the second and third positions, respectively, whereas

Moderna manufactures 19.4% and Oxford/Astrazeneca manufacturer 8.26% (Figure 8). Only 16.2% of people in low-income countries have received at least one dose [2]. On the other hand, 65.8% of the global population has received at least one dose of a coronavirus vaccine, 6.97 million of which are administered every day, and 11.80 billion doses have been administered globally. In the world, a total of 61% of the population is fully vaccinated, and 6.97 million are now administered each day. On the other hand, without overpopulation, undeveloped health facility, low vaccination rates (1.61%), Africans have a mortality rate only 3.89%, as well as a confirmed case ratio about 2.99.

References

1. Data design: visualising quantities, locations, connections by Per Mollerup. London: Bloomsbury, 2015.001.4226 M6D2 (190991).
2. Chotirmall SH, Martinez FJ, Schumacker PT, Cooke CR, Seam N, Brochard L, et al. Life at the editorial “COVID frontline”. The American Thoracic Society Journal Family. Am J Respir Crit Care Med 2020;201:1457–1459.
3. Harker JA, Johansson C. Rapidly deployable mouse models of SARS-CoV-2 infection add flexibility to the COVID-19 toolbox. Am J Respir Cell Mol Biol 2021; 64:7–9.
4. Agusti A, Sibila O, Casas-Recasens S, Mendoza N, Perea L, Lopez-Giraldo A, et al. Molecular interactions of SARS-CoV-2 in lung tissue of patients with chronic obstructive pulmonary disease. Ann Am Thorac Soc 2021;18:1922–1924.
5. "COVID-19 CORONAVIRUS PANDEMIC". Worldometer. Archived from the original on 3 February 2020. Retrieved 2 December 2020.
6. Coronavirus disease (COVID-19): Variants of SARS-COV-2. - URL: https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-%28covid-19%29-variants-of-sars-cov-2?gclid=CjwKCAiAgbiQBhAHEiwAuQ6BkpohLNMPN9q2HvuT-JogXwYMVsySdzRTsZohqrsrfoOue2NSin811yhoCWtkQAvD_BwE (date of access: 01.03.2022).
7. Coronavirus (COVID-19) Vaccinations.- URL: https://our-worldindata.org/covid-vaccinations?country=OWID_WRL (date of access: 03.03.2022).
8. Daniel, S. J. (2020). Education and the COVID-19 pandemic. Prospects, 49(1), 91-96.

9. Wang, D., Hu, B., Hu, C., Zhu, F., Liu, X., Zhang, J., ... & Peng, Z. (2020). Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus–infected pneumonia in Wuhan, China. *Jama*, 323(11), 1061-1069.

10. Wikipedia: COVID-19.- URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19#:~:text=COVID%2D19%20transmits%20when,distances%2C%20particularly%20indoors>. (date of access: 06.03.2022).

11. Boccia, S., Ricciardi, W., & Ioannidis, J. P. (2020). What other countries can learn from Italy during the COVID-19 pandemic. *JAMA internal medicine*, 180(7), 927-928.

12. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // *Modeling of systems and processes*. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

Список литературы

1. Data design: visualising quantities, locations, connections by Per Mollerup. London: Bloomsbury, 2015.001.4226 M6D2 (190991).

2. Chotirmall SH, Martinez FJ, Schumacker PT, Cooke CR, Seam N, Brochard L, et al. Life at the editorial “COVID frontline”. *The American Thoracic Society Journal Family*. *Am J Respir Crit Care Med* 2020;201:1457–1459.

3. Harker JA, Johansson C. Rapidly deployable mouse models of SARS-CoV-2 infection add flexibility to the COVID-19 toolbox. *Am J Respir Cell Mol Biol* 2021; 64:7–9.

4. Agusti A, Sibila O, Casas-Recasens S, Mendoza N, Perea L, Lopez-Giraldo A, et al. Molecular interactions of SARS-CoV-2 in lung tissue of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Am Thorac Soc* 2021; 18:1922–1924.

5. "COVID-19 CORONAVIRUS PANDEMIC". Worldometer. [Archived](#) from the original on 3 February 2020. Retrieved 2 December 2020.

6. Coronavirus disease (COVID-19): Variants of SARS-COV-2. - URL: https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-%28covid-19%29-variants-of-sars-cov-2?gclid=CjwKCAiAgbiQBhAHEiwAuQ6BkpohLNMPN9q2HvuT-JogXwYMVsySdzRTsZohqrsrfoOue2NSin811yhoCWtkQAvD_BwE (date of access: 01.03.2022).

7. Coronavirus (COVID-19) Vaccinations.- URL: https://our-worldindata.org/covid-vaccinations?country=OWID_WRL (date of access: 03.03.2022).

8. Daniel, S. J. (2020). Education and the COVID-19 pandemic. *Prospects*, 49(1), 91-96.
9. Wang, D., Hu, B., Hu, C., Zhu, F., Liu, X., Zhang, J., ... & Peng, Z. (2020). Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus–infected pneumonia in Wuhan, China. *Jama*, 323(11), 1061-1069.
10. Wikipedia: COVID-19.- URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19#:~:text=COVID%2D19%20transmits%20when,distances%2C%20particularly%20indoors>. (date of access: 06.03.2022).
11. Boccia, S., Ricciardi, W., & Ioannidis, J. P. (2020). What other countries can learn from Italy during the COVID-19 pandemic. *JAMA internal medicine*, 180(7), 927-928.
12. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // *Modeling of systems and processes*. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

КОНСТРУИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ENTITY FRAMEWORK ПОДХОД CODE FIRST

И.А. Бунеев¹, Н.Ю. Юдина¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматривается применение фреймворк ORM Entity Framework. Entity Framework избавляет разработчиков от написания большого кода доступа к данным. При использовании данного фреймворка создается слой абстракции, так называемая EDM-модель, определяющая правила отображения объектов на базу данных. Code First используется, когда база данных еще не создавалась. На рисунке 1 представлен подход Code First к созданию базы данных на основе класса контекста и классов, описывающих сущности, т.е. сначала необходимо создать приложение на C#, а затем Entity Framework из имеющегося кода создаст базу данных

Ключевые слова: Entity Framework, Code First, база данных, класс, контекст.

CONSTRUCTION OF A DATABASE USING ENTITY FRAMEWORK CODE FIRST APPROACH

I.A. Buneev¹, N.Yu. Yudina¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article discusses the use of the ORM Entity Framework. Entity Framework saves developers from writing a lot of data access code. When using this framework, an abstraction layer is created, the so-called EDM model, which defines the rules for mapping objects to the database. Code First is used when the database has not yet been created. Figure 1 shows Code First's approach to creating a database, which is created based on domain classes and a context class, i.e. First you need to create an application in C#, and then Entity Framework will create a database from the existing code.

Keywords: Entity Framework, Code First, database, class, context.

Entity Framework представляет собой объектно-ориентированную технологию от компании Microsoft для доступа к данным. Данная технология является ORM-инструментом (object-relational mapping - отображения данных на реальные объекты) и позволяет работать с базами данных, представляя собой более высокий уровень абстракции.

Центральной концепцией Entity Framework является понятие сущности. Сущность – некоторый набор данных, связанный с объектом.

Технология ускоряет разработку и реализует паттерн «Репозиторий», что позволяет создавать приложения, взаимодействующие с реляционными СУБД с помощью строго типизированных объектов .NET

Подход Code First — это подход к разработке программного обеспечения, в котором сначала создается код реализации системы, а затем на его основе автоматически генерируется соответствующая схема базы данных или контракт между компонентами. Entity Framework имеет возможность автоматически генерировать таблицы в базе данных по указанным в контексте подключения классам.

На рис. 1 представлен подход Code First к созданию базы данных на основе класса контекста и классов, описывающих сущности, т.е. сначала необходимо создать приложение на C#, а затем Entity Framework из имеющегося кода создаст базу данных.

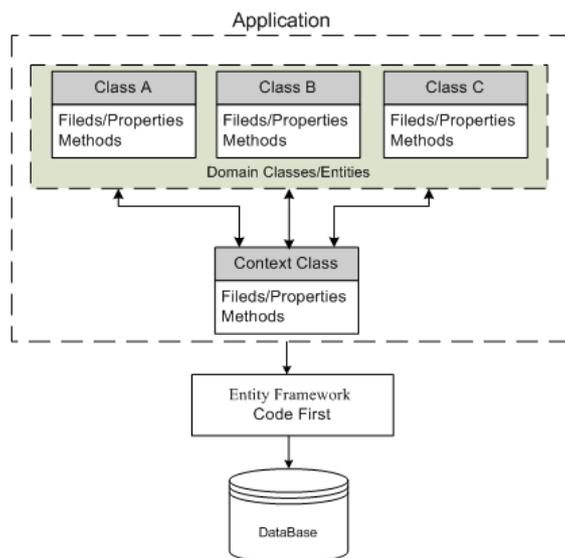


Рисунок 1 – Схема работы подхода Code First в Entity Framework

Библиотеку Entity Framework можно установить, используя диспетчер пакетов NuGet.

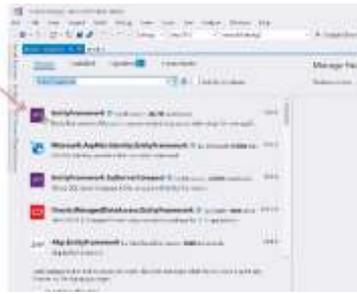


Рисунок 2 – Entity Framework

Перед началом работы необходимо создать класс – контекст подключения к базе данных.

```
public class DiplomDatabase: DbContext
{
    public DiplomDatabase(): base("server = (localdb)\MSSQLLocalDB;
    Database=Diplom;Integrated Security=True;")
    {
        public DbSet<Material> Materials { get; set; }
        public DbSet<User> Users { get; set; }
        public DbSet<Calc> Calcs { get; set; }
        public DbSet<Resistor> Resistors { get; set; }
        public DbSet<Condensator> Condensators { get; set; }
    }
}
```

Рисунок 3 – Класс контекста базы данных DiplomDatabase.cs

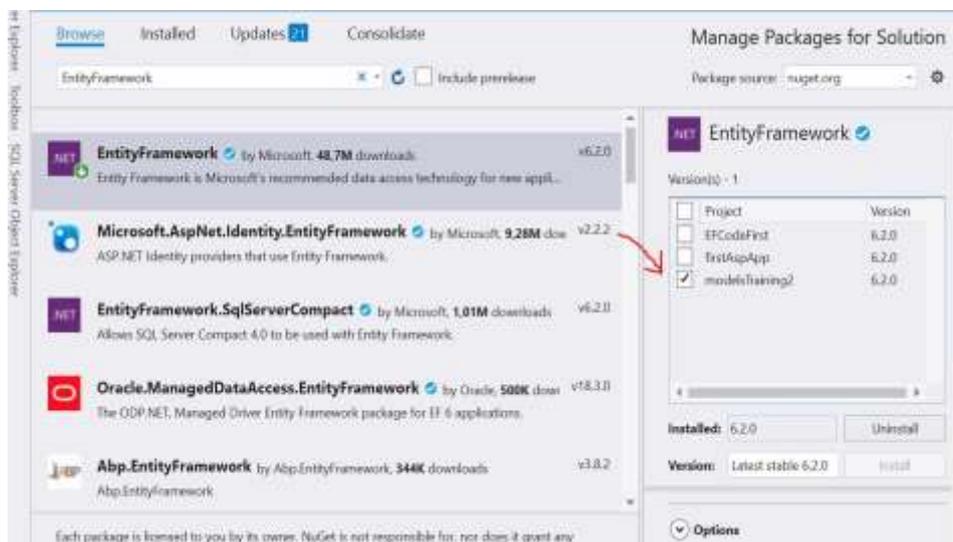


Рисунок 4 – Подключение библиотеки Entity Framework в проект

При первом обращении к контексту базы данных выполняется проверка на то, что указанная в строке подключения БД существует. Если она отсутствует, то происходит создание новой и добавление исходных данных (рисунок 5).

```

1 using System.Data.Entity;
2 using Diplom.Models;
3 namespace Diplom
4 {
5     class DB
6     {
7         public class DiplomDatabase : DbContext
8         {
9             class DB
10            {
11                public DiplomDatabase() : base("server = (localdb)\\MSSQLLocalDB; Database=Diplom;Integrated Security=True;")
12                {
13                    bool isNew = Database.CreateIfNotExists();
14
15                    if (isNew)
16                    {
17                        Materials.Add(new Material()
18                        {
19                            Name = "Кернер И-80С",
20                            R00 = 10000,
21                            S0 = 2,
22                            LambdaR = 0.00006
23                        });
24                    }
25                }
26            }
27
28            class DB
29            {
30                public DbSet<Material> Materials { get; set; }
31            }
32
33            class DB
34            {
35                public DbSet<User> Users { get; set; }
36            }
37
38            class DB
39            {
40                public DbSet<Calc> Calcs { get; set; }
41            }
42
43            class DB
44            {
45                public DbSet<Resistor> Resistors { get; set; }
46            }
47
48            class DB
49            {
50                public DbSet<Condensator> Condensators { get; set; }
51            }
52        }
53    }
54 }

```

Рисунок 5 – Контекст базы данных с проверкой на существование в конструкторе класса

DiplomDatabase является наследником класса DbContext, который используется для взаимодействия с базой данных.

Каждая таблица описывается типом DbSet с указанием соответствующего ей класса. Entity Framework при создании базы данных анализирует структуру классов-сущностей, которые используются в программе, и создает соответствующие таблицы.

Например, в нашем случае класс User выглядит так (рисунок 6).

```

1 using System;
2 using System.Collections.Generic;
3 using System.ComponentModel.DataAnnotations;
4 using System.ComponentModel.DataAnnotations.Schema;
5 using System.Linq;
6 using System.Text;
7 using System.Threading.Tasks;
8
9 namespace Diplom.Models
10 {
11     class User
12     {
13         [Key]
14         [DatabaseGenerated(DatabaseGeneratedOption.Identity)]
15         public int Id { get; set; }
16
17         public string Login { get; set; }
18
19         public string Password { get; set; }
20
21         public ICollection<Calc> Calcs { get; set; } = new List<Calc>();
22     }
23 }

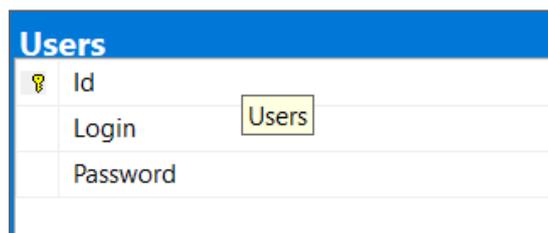
```

Рисунок 6 – Класс User

Атрибуты «Key» и «DatabaseGenerated» указывают на то, что данное свойство является первичным ключом с автоинкрементом.

Класс «Users» содержит свойства «Id», «Login» и «Password». Соответственно в таблице, которая будет создана при запуске программы, будет три

столбца (рисунок 7).



Users	
Id	
Login	Users
Password	

Рисунок 7 – определение первичного ключа

Свойство Calcs позволяет установить отношение один ко многим с таблицей Calcs. Данные для справочного материала добавляются сразу при создании БД. Остальные таблицы заполняет пользователь во время работы с программой. Пример заполнения таблицы приведен на рисунке 8.

```
public DiplomDatabase() : base("server = (localdb)\\MSSQLLocalDB; Database=Diplom; Integrated Security=True")
{
    bool isNew = Database.CreateIfNotExists();

    if (isNew)
    {
        Materials.Add(new Material()
        {
            Name = "Кермет К-50С",
            Ro0 = 10000,
            P0 = 2,
            LambdaR = 0.00006
        });
    }
}
```

Рисунок 8 – Описание таблицы Materials

Класс Condensator описывает таблицу (рисунок 9), содержащую характеристики конденсаторов, которые могут быть использованы при построении схемы.

```
public class Condensator
{
    [Key]
    [DatabaseGenerated(DatabaseGeneratedOption.Identity)]
    public int Id { get; set; }
    public int CalcId { get; set; }
    public Calc Calc { get; set; }

    public double C { get; set; }
    public double deltaC { get; set; }

    public double d { get; set; }
    public double Csu { get; set; }
    public double deltaCt { get; set; }
    public double deltaS { get; set; }
    public double Ctoch { get; set; }

    public double d1 { get; set; }
    public double S { get; set; }
    public double H { get; set; }

    public double Sb { get; set; }
    public double lb { get; set; }
    public double Ln { get; set; }
    public double Ld { get; set; }

    public double Sitog { get; set; }
}
```

Рисунок 9 – Класс Condensator

Описание используемого материала проводников и контактных площадок представлено в классе Material.cs (рисунок 10).

```
public class Material
{
    [Key]
    [DatabaseGenerated(DatabaseGeneratedOption.Identity)]
    Ссылка: 0
    public int Id { get; set; }
    Ссылка: 2
    public string Name { get; set; }
    Ссылка: 2
    public double Ro0 { get; set; }
    Ссылка: 2
    public double P0 { get; set; }
    Ссылка: 2
    public double LambdaR { get; set; }
}
```

Рисунок 10 – Класс Material.cs

Таблица базы данных, содержащая сведения о резисторах описана в классе Resistor.cs (рисунок 11).

```
public class Resistor
{
    [Key]
    [DatabaseGenerated(DatabaseGeneratedOption.Identity)]

    public int Id { get; set; }
    public int CalcId { get; set; }
    public Calc Calc { get; set; }
    public double R { get; set; }
    public double deltaR { get; set; }

    public double P { get; set; }
    Ссылка: 3
    public double Wf { get; set; }
    Ссылка: 4
    public double Bp { get; set; }
    Ссылка: 2
    public double BToch { get; set; }
    Ссылка: 2
    public double LMasch { get; set; }
    Ссылка: 3
    public double L { get; set; }
    Ссылка: 2
    public double S { get; set; }
}
```

Рисунок 11 – Класс Resistor.cs

Entity Framework Code First создаст базу данных, используя параметр заданный в классе DiplomDatabase.cs и переданный в конструктор класса DbContext. База данных создается в SQL Express, т.е. в локальной базе данных. Он автоматически создаст четыре таблицы Resistor, Material, Condensator, User. Для просмотра базы данных откройте «Обозреватель объектов SQL Server» и выберите свою базу.

Список литературы

1. Рихтер, Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C# / Дж. Рихтер. - СПб.: Питер, 2019. - 896 с.

2. Бедердинова, О. И. Программирование на языках высокого уровня : учеб. пособие / О.И. Бедердинова, Т.А. Минеева, Ю.А. Водовозова. – Москва : ИНФРА-М, 2019.– 159 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044396>. – Режим доступа: по подписке.

3. Хорев, П. Б. Объектно-ориентированное программирование с примерами на C# : учебное пособие / П.Б. Хорев. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2020. – 200 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-680-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1069921> – Режим доступа: по подписке.

4. Lerman, J., Miller, R. Programming Entity Framework: Code First/ J. Lerman, R. Miller; - O'Reilly Media, Inc, 2011 – 177 p.- ISBN: 978-1449312947

5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Richter, J. CLR via C#. Programming on the Microsoft .NET Framework 4.5 in C# / J. Richter. - St. Petersburg: Peter, 2019. - 896 p.

2. Bederdinova, O. I. Programming in high-level languages: textbook. allowance / O.I. Bederdinova, T.A. Mineeva, Yu.A. Vodovozova. – Moscow: INFRA-M, 2019. – 159 p. - Text: electronic. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044396>. – Access mode: by subscription.

3. Khorev, P.B. Object-oriented programming with examples in C#: textbook / P.B. Khorev. – Moscow: FORUM: INFRA-M, 2020. – 200 p. – (Higher education: Bachelor's degree). - ISBN 978-5-00091-680-3. - Text: electronic. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1069921> – Access mode: by subscription.

4. Lerman, J., Miller, R. Programming Entity Framework: Code First/ J. Lerman, R. Miller; - O'Reilly Media, Inc, 2011 – 177 p.- ISBN: 978-1449312947

5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОЦИФРОВКИ АРХИВНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Б.И. Григорьев¹, С.А. Сазонова¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются основные методы оцифровки архивных геологических карт, их основные преимущества и недостатки. Описывается процесс обработки изображений геологической карты каждого метода оцифровки.

Ключевые слова: геологическая карта, ручной метод оцифровки, полуавтоматический метод оцифровки, автоматический метод оцифровки, векторизация, геоинформационные системы, нейронная сеть.

RESEARCH AND ANALYSIS OF MODERN METHODS OF DIGITIZATION OF GEOLOGICAL MAPS

B.I. Grigorev¹, S.A. Sazonova¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses the main methods of digitizing archival geological maps, their main advantages and disadvantages. The process of processing images of the geological map of each digitization method is described.

Keywords: geological map, manual digitization method, semi-automatic digitization method, automatic digitization method, vectorization, geoinformation systems, neural network.

С каждым днем объем геологических данных стремительно растет, в том числе за счет сохраненных в архивах старых геологических карт. Эти карты содержат ценную информацию о геологической структуре и ресурсах земной коры, однако их использование и анализ требуют трудоемких процессов оцифровки и интерпретации.

Оцифровка любого картографического материала, в частности архивных геологических карт, состоит из следующих этапов:

1. Наличие исходных данных. Основой для создания цифрового картографического материала (ЦКМ) служат старые архивные материалы с изображением топографического плана. Это могут быть планшеты на жесткой основе (фанера или алюминиевые пластины), на кальке или лавсановой плёнке вычерченные тушью, а также бумажные копии выполненные в электронном виде.

2. Сканирование. Для того чтобы перевести в электронный вид (оцифровать) картографический материал, используется сканер или цифровая фотокамера с высоким разрешением. В процессе сканирования (фотографирования) получается массив точек в виде растрового изображения, который будет служить основой (подложкой) для создания ЦКМ.

3. Привязка растрового изображения. Процесс, при котором растровое изображение соотносится с географическими координатами.

4. Обработка растрового изображения. Все действия, производимые на данном этапе, направлены на улучшение изображения, сохранение детализации и подготовку масок (слоев с однотипной информацией) для распознавания на них объектов

5. Векторизация. Это процесс преобразования растровых изображений в векторное представление, использующее набор кривых и точек для более точного описания изображения. В процессе векторизации к каждому объекту, оцифрованному на карте, добавляются соответствующие атрибуты (название, классификация, значения и т. д.); присваиваются географические координаты объектам на карте для определения их местоположения на земной поверхности.

6. Корректировка. В завершающем этапе производится анализ на соответствие реальным географическим данным и коррекция возможных ошибок.

Основные методы векторизации картографического материала в геоинформационных системах (ГИС)

Ручной метод оцифровки на сегодняшний день можно отнести к традиционным методам (наряду со сканированием), но несмотря на появление новых методик, данный метод не потерял своей актуальности. Суть данного метода заключается в том, что каждый этап оцифровки от сканирования до векторизации и экспорта в нужный формат осуществляется с участием человека (оператора). Стоит отдельно пояснить некоторые этапы оцифровки в ручном режиме.

Импорт растрового изображения после его сканирования осуществляется вручную в специальную программу для векторизации.

Привязка растрового изображения геологической карты осуществляется путем выбора нужной системы координат и привязкой углов карты и её центральной точки. Геологическая карта чаще всего уже разбита сеткой координат с указанием долготы и широты, а также специальной номенклатурой, кодировка которой указывает её территориальное расположение.

На бумажных носителях часто встречаются дефекты в виде потертостей, пятен и других дефектов, затрудняющих автоматическое распознавание. Для улучшения изображений применяются различного рода встроенные в ПО фильтры (фильтр увеличения резкости, бикубическая интерполяция, гистограммное выравнивание и др.), которые оператор применяет по своему усмотрению.

В общем случае векторизация растрового изображения в ручном режиме осуществляется посредством расстановки точек или отрезков на карте, совмещая их с видимыми объектами.

Достоинства ручного метода оцифровки:

- высокое качество: возможность более тщательной и точной обработки изображений;
- гибкость и креативность: возможность внесения различных коррекций и улучшений в процессе обработки;
- сохранение деталей: способность сохранять детали и особенности изображения при оцифровке;
- контроль над процессом: возможность контроля каждого этапа оцифровки.

Недостатки ручного метода оцифровки:

- времязатратность: требуется больше времени на обработку каждого изображения;
- высокая стоимость: затраты на оплату труда специалистов, занимающихся ручной оцифровкой;
- неэффективность для больших объемов: при большом количестве материалов ручной метод может быть неэффективен и неудобен.

Полуавтоматический метод оцифровки – процесс, который включает человеческое вмешательство для помощи системе в распознавании и преобразовании данных. Вот общий процесс полуавтоматической оцифровки:

- предобработка данных: подготовленные изображения или данные проходят предварительную обработку, включающую коррекцию искажений, устранение шума и другие техники для улучшения качества.

– Интерактивная сегментация: пользователь или оператор взаимодействует с системой для пометки ключевых областей, объектов или контуров на изображении, помогая системе определить структуру данных.

– Частичное распознавание: система использует комбинацию алгоритмов автоматического распознавания и пользовательских меток для выделения и идентификации объектов на изображении.

– Ручная коррекция и добавление информации: пользователь вручную корректирует и дополняет обработанные данные (атрибуты) там, где системе сложно правильно распознать или векторизовать объекты.

– При полуавтоматической векторизации или интерактивной – часть операций производится автоматически. Так, например, при векторизации горизонталей достаточно задать начальную точку и направление отслеживания линий, далее векторизатор сам отследит эту линию до тех пор, пока на его пути не встретятся неопределенные ситуации, типа разрыва линии. Возможности интерактивной векторизации прямо связаны с качеством исходного материала и сложностью карты

Достоинства полуавтоматического метода оцифровки:

– высокая точность: участие человека позволяет исправить ошибки, которые могут возникнуть в процессе автоматической обработки, повышая общую точность оцифровки;

– гибкость и адаптивность: человеческое вмешательство позволяет легко адаптировать процесс оцифровки под конкретные требования и особенности данных;

– экономия времени: автоматические методы могут значительно сократить время обработки, и человеческое вмешательство используется там, где это действительно необходимо;

– улучшение качества данных: при полуавтоматическом методе возможно проведение дополнительных проверок и исправлений, что способствует повышению качества оцифрованных данных.

Недостатки полуавтоматического метода оцифровки:

– затраты на человеческий ресурс: участие человека в процессе оцифровки может потребовать значительных затрат времени и ресурсов;

– субъективность и ошибки человеческого фактора: вмешательство человека может привести к человеческим ошибкам или субъективным оценкам, что может повлиять на качество и объективность оцифрованных данных;

– сложность масштабирования: полуавтоматический метод может оказаться сложным для масштабирования, особенно если требуется обработка большого объема данных;

– высокая стоимость: использование человеческого ресурса для дополнительной проверки и исправления данных может сделать процесс оцифровки более затратным.

Автоматический метод оцифровки в настоящий момент включает в себя использование специализированных геоинформационных систем (ГИС) и программного обеспечения для преобразования данных с геологических карт в цифровой формат.

Автоматическая векторизация чаще всего применяется на черно-белых геологических картах (бинарные изображения). В данном случае программа-векторизатор распознает черный цвет и переводит его в векторный формат. Белый цвет распознается, как фон. Для этого может быть использован алгоритм Стэджера [1] для уменьшения времени временных затрат. Для восстановления возможных разрывов при распознавании изолиний используется интерполяция кривой Безье по трем точкам [1].

Обработку растрового изображения в автоматическом режиме можно разделить на два этапа: предобработка изображения и распознавание интересующих объектов на изображении (в нашем случае векторизация изолиний). Каждый этап, в свою очередь, включает в себя ряд подэтапов. Так, для предобработки изображения сначала применяется кластеризация по признаку цветности, затем скелетизация и морфологические операции для восстановления разрывов у изолиний, образовавшихся на предыдущих этапах предобработки или из-за плохого качества изображения.

Привязка раstra в ГИС-программе означает соотнесение пиксельных координат на изображении с реальными географическими координатами на карте. Этот процесс основан на поиске соответствия между пикселями на изображении и их географическими координатами в градусах или метрах на карте. Таким образом, программа понимает, как точки на растровом изображении соотносятся с конкретными местами на карте. В основе привязки растрового изображения лежат два алгоритма: алгоритм трансформации раstra, изменяющий изображение таким образом, чтобы оно совпадало с имеющимися географическими координатами, и алгоритм «ресемплинг» или передискретизация, в основе которого лежит изменение разрешения изображения для корректного сопоставления с местностью.

Достоинства автоматического метода оцифровки:

- Скорость: автоматический метод оцифровки данных позволяет обрабатывать большие объемы информации значительно быстрее, чем это делалось бы вручную.
- Эффективность: автоматизированные процессы обработки данных могут повысить эффективность работы за счет минимизации человеческого вмешательства.
- Масштабируемость: автоматические методы оцифровки легче масштабируются для работы с большими объемами данных и их быстрой обработки.
- снижение ошибок: при правильной настройке и калибровке системы автоматической обработки, можно уменьшить вероятность ошибок по сравнению с человеческим вмешательством.

Недостатки автоматического метода оцифровки:

- недостаточная точность: автоматические методы могут быть менее точными, особенно при работе с нестандартными или плохо структурированными данными;
- ограниченная гибкость: в случае изменения требований или особенностей данных, автоматизированные системы могут показать себя менее гибкими по сравнению с человеческим вмешательством
- необходимость настройки: для достижения оптимальной производительности и точности автоматизированной системы оцифровки требуется тщательная настройка и обучение;
- трудность обработки специфических случаев: в случае нестандартных данных или особых требований автоматический метод может столкнуться с трудностями, которые человеческий фактор мог бы легче преодолеть.

Существует еще один метод оцифровки архивных геологических карт – с применением машинного обучения. В основе данного метода лежит создание и обучение нейронной сети. Нейронная сеть — это математическая модель и ее реализация в виде программной или программно-аппаратной реализации, которая основана на моделировании активности биологических нейронных сетей, которые представляют собой сети нейронов в биологическом организме. [2] Каждый нейрон принимает входные данные, обрабатывает их и передает результат следующему нейрону. Нейроны организованы в слои, и информация передается от входного слоя к выходному слою через промежуточные слои, называемые скрытыми слоями.

Обучение нейронной сети - процесс настройки параметров нейронной сети на основе обучающих данных с целью минимизации ошибки или потерь во время выполнения конкретной задачи. Обучение нейросетей происходит в два этапа:

1. прямое распространение, при котором нейросеть в тестовом режиме «прогоняет» через себя данные и прогнозирует результат;
2. обратное распространение ошибки, при котором погрешности каждого звена отправляются обратно в виде градиента, на основании чего изменяются веса. [3]

Существуют три основных способа обучения нейросетей:

1. обучение с учителем – данный способ обучения предполагает наличие обучающих данных, где для каждого входа имеется соответствующий правильный выход.
2. Обучение без учителя - способ предполагает спонтанный вид самообучения, в котором нет размеченных данных. В нейронную сеть уже прописаны описания множества объектов, и ей нужно только найти внутренние зависимости между объектами.
3. Обучение с подкреплением. В обучении с подкреплением нейронная сеть учится на основе взаимодействия с окружающей средой. Сеть принимает действия в данной среде и получает обратную связь в виде награды или штрафа, что позволяет ей корректировать свое поведение для достижения целей.

Рассмотрим стандартные задачи, решаемые нейронными сетями в приложении к изображениям [4]:

- идентификация объектов;
- распознавание частей объектов (например, лиц, рук, ног и т.д.);
- семантическое определение границ объектов (позволяет оставлять только границы объектов на картинке);
- семантическая сегментация (позволяет разделять изображение на различные отдельные объекты);
- выделение нормалей к поверхности (позволяет преобразовывать двумерные картинки в трехмерные изображения);
- выделение объектов внимания (позволяет определять то, на что обратил бы внимание человек на данном изображении).

С учетом решения успешных кейсов в ГИС с использованием машинного обучения [5], а также в других областях [6], выделим основные достоинства и недостатки данного метода:

- автоматизация: использование нейросетевых алгоритмов и технологии компьютерного зрения позволяет автоматизировать процесс оцифровки геологических карт, что увеличивает производительность и снижает трудозатраты.
- скорость: нейросетевые алгоритмы могут обрабатывать большие объемы данных быстрее, чем традиционные методы, что способствует более быстрой оцифровке геологических карт;
- высокая точность: при правильной настройке и обучении нейронных сетей, можно добиться высокой точности при распознавании и оцифровке геологических объектов на картах;
- способность обрабатывать сложные структуры: нейросетевые алгоритмы и технология компьютерного зрения способны обрабатывать сложные геологические структуры и образования, что может быть сложно для человека.

Недостатки применения нейросетевых алгоритмов и технологии компьютерного зрения для оцифровки геологических карт:

- требование большого объема обучающих данных: для достижения высокой точности нейросетевые алгоритмы требуют обширные обучающие наборы данных, что может потребовать значительных усилий и ресурсов.
- сложность в интерпретации результатов: иногда сложно понять, как нейросеть приняла свое решение, что может затруднить валидацию результатов оцифровки;
- необходимость корректировки и улучшения моделей: нейросетевые модели требуют постоянного обновления, корректировки и улучшения для обеспечения высокой точности и актуальности результатов оцифровки;
- ограничения в обработке специфических случаев: нейросетевые алгоритмы могут столкнуться с трудностями при обработке нестандартных геологических карт или объектов, которые не входили в обучающий набор данных.

Заключение

Использование нейросетевых алгоритмов и технологии компьютерного зрения для оцифровки геологических карт предоставляет значительные преимущества в виде автоматизации, скорости, точности и способности обработки сложных структур. Однако данные методы требуют большого объема обучающих данных и постоянной настройки моделей для достижения высокой эффективности. Поэтому выбор между традиционными методами и нейросетевыми алгоритмами зависит от конкретных потребностей проекта и доступных ресурсов.

Список литературы

1. Курочкин, В. Ю. Разработка сервиса для автоматизированного поиска и распознавания изолиний на изображениях геологических карт / В. Ю. Курочкина, А. А. Ступников. — Текст : электронный // Математическое и информационное моделирование : материалы Всероссийской конференции молодых ученых (Тюмень, 18–20 мая 2023 г.) / Министерство науки и высшего образования РФ, Тюменский государственный университет, Институт математики и компьютерных наук ; редакционная коллегия : Е. П. Вдовин [и др.]. — Тюмень : ТюмГУ-Press, 2023. — Вып. 21. — С. 144–152.
2. Никитин, А. А. Процесс распознавания изображения нейронной сетью / А. А. Никитин, Н. И. Лиманова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 47 (337). — С. 23-25. — URL: <https://moluch.ru/archive/337/75420/> (дата обращения: 27.03.2024).
3. Левченко, К. М. Нейронные сети = Neural networks / Левченко К. М., Сыч А. А. // Научная конференция учащихся колледжа : материалы 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18–22 апреля 2022 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минский радиотехнический колледж ; редкол.: В. В. Шаталова [и др.]. — Минск : БГУИР, 2022. — С. 89–93.
4. Маркова, С. В. Применение нейронной сети для создания системы распознавания изображений / С. В. Маркова, К. Ю. Жигалов // Фундаментальные исследования. — 2017. — № 8-1. — С. 60-64. — EDN ZELKMR.
5. Селлин, А. Ю. Актуализация геоинформационных систем посредством интеграции нейронных сетей / А. Ю. Селлин, О. Н. Понамарева // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Геоинформационные платформы военного назначения»: Сборник статей I Всероссийской научно-технической конференции, Анапа, 17 марта 2021 года. — Анапа: Федеральное государственное автономное учреждение "Военный инновационный технополис "ЭРА", 2021. — С. 195-205. — EDN GHCCMY.
6. Создание поведенческой модели LDMOS транзистора на основе искусственной MLP нейросети и ее описание на языке Verilog-A / С.А. Победа, М.И. Черных, Ф.В. Макаренко, К.В. Зольников // Моделирование систем и процессов. — 2021. — Т. 14, № 2. — С. 28-34. — DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-28-34.

7. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Kurochkin, V. Yu. Development of a service for automated search and recognition of isolines on images of geological maps / V. Yu. Kurochkina, A. A. Stupnikov. — Text : electronic // Mathematical and information modeling : materials of the All-Russian Conference of Young Scientists (Tyumen, May 18-20, 2023)

2. Nikitin, A. A. The process of image recognition by a neural network / A. A. Nikitin, N. I. Limanova. — Text : direct // Young scientist. — 2020. — № 47 (337). — Pp. 23-25. — URL: <https://moluch.ru/archive/337/75420> / (date of access: 03/27/2024).

3. Levchenko, K. M. Neural networks = Neural networks / Levchenko K. M., Sych A. A. // Scientific conference of college students : materials of the 58th scientific conference of graduate students, undergraduates and students of BSUIR, Minsk, April 18-22, 2022 / Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk Radio Engineering College ; editorial board: V. V. Shatalova [et al.]. – Minsk : BGUIR, 2022. – pp. 89-93.

4. Markova, S. V. Application of a neural network to create an image recognition system / S. V. Markova, K. Yu. Zhigalov // Fundamental research. - 2017. – No. 8-1. – pp. 60-64. – EDN ZELKMR.

5. Sellin, A. Y. Actualization of geoinformation systems through the integration of neural networks / A. Y. Sellin, O. N. Ponamareva // The state and prospects of development of modern science in the field of "Military geoinformation platforms": Collection of articles of the I All-Russian Scientific and Technical Conference, Anapa, March 17, 2021. – Anapa: Federal State Autonomous Institution "Military Innovative Technopolis "ERA", 2021. – pp. 195-205. – EDN GHCCMY.

6. Creation of a behavioral model of an LDMOS transistor based on an artificial MLP neural network and its description in the Verilog-A language / S.A. Pobeda, M.I. Chernykh, F.V. Makarenko, K.V. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 2. – pp. 28-34. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-28-34.

7. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОЦИФРОВКИ АРХИВНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Б.И. Григорьев¹, С.А. Сазонова¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются основные этапы и проблемы оцифровки архивных геологических карт и возможности применения искусственного интеллекта для их решения. Рассмотрены возможности компьютерного зрения с применением свёрточной нейронной сети с описанием основных этапов процесса распознавания и классификации образов.

Ключевые слова: геологическая карта, искусственный интеллект, оцифровка, компьютерное зрение, свёрточная нейронная сеть, геоинформационные системы.

THE POSSIBILITIES OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO DIGITIZE ARCHIVAL GEOLOGICAL MAPS

B.I. Grigorev¹, S.A. Sazonova¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses the main stages and problems of digitization of archival geological maps and the possibility of using artificial intelligence to solve them. The possibilities of computer vision using a convolutional neural network with a description of the main stages of the image recognition and classification process are considered.

Keywords: geological map, artificial intelligence, digitization, computer vision, convolutional neural network, geoinformation systems.

Для перевода бумажной геологической карты в цифровой вид специалисту по оцифровке, в зависимости от выбранного им способа, приходится проходить через основные этапы работы:

1. После подготовки исходных данных, так как некоторые архивные карты могут быть в плохом состоянии, проводится сканирование картографического материала с установкой соответствующего.

2. Отсканированные изображения карт подвергаются обработке с применением фильтров для улучшения изображения с последующей привязкой к географическим координатам.

3. Предполагая, что с картой будут проводиться дальнейшие работы, её необходимо перевести в векторный вид, путем построения векторных объектов на основе исходного растрового изображения. Данный процесс называется - векторизацией.

4. К каждому объекту на векторной карте необходимо добавить его атрибутивные данные (качественные и количественные характеристики пространственных объектов). Добавленные атрибутивные характеристики вносятся в базу данных пространственных объектов.

5. Качество и точность оцифрованных данных зависит от каждого этапа, поэтому на завершающем этапе оцифровки производится тщательная проверка на возможные несоответствия и их корректировка по необходимости.

Решение проблем оцифровки архивных геологических карт может принести ряд значительных выгод и преимуществ:

- Увеличение доступности и удобства использования: оцифрованные геологические карты становятся легко доступными через цифровые платформы, что упрощает поиск, доступ и использование геологической информации.

- Сохранение и защита исторической информации: процесс оцифровки позволяет сохранить ценные архивные данные, которые могут быть подвержены разрушению или утрате из-за времени, износа материалов и других факторов.

- Улучшение анализа и интерпретации данных: цифровые формы геологических карт позволяют легче проводить анализ, сравнение и объединение данных, что помогает улучшить интерпретацию геологических процессов и явлений.

- Интеграция с геоинформационной системой (ГИС): оцифрованные карты могут быть легко интегрированы с ГИС для создания многослойных пространственных аналитических моделей и улучшения принятия решений.

- Увеличение точности и надежности данных: цифровые карты позволяют улучшить точность и надежность геологических данных за счет исключения ошибок, связанных с ручным переносом информации.

– Облегчение обмена информацией: оцифрованные геологические карты могут быть легко распространены и переданы коллегам, научным группам или заинтересованным сторонам, способствуя обмену знаниями и совместной работе.

– Создание базы для дальнейших исследований и проектов: оцифрованные геологические карты могут стать основой для проведения дальнейших исследований, моделирования геологических процессов и планирования геологических проектов.

В отличие от традиционных методов оцифровки, которыми являются как ручной метод оцифровки, используемый, и в сторонних программах, и в продуктах геоинформационных систем (ГИС), так и полуавтоматический и автоматический методы оцифровки, используемые в ГИС - метод с использованием искусственного интеллекта (ИИ) имеет наибольший потенциал.

ИИ может применяться в агропромышленности в прогнозировании развития площади эродированных земель, их локализация на местности, тип агроландшафта, на котором они возникают, зависимость от наличия элементов противоэрозионного устройства территории и т.д.[1] Также на основе определенного набора данных с помощью алгоритмов машинного обучения имеется возможность прогнозировать урожайность основных сельскохозяйственных культур. [1]

Большое поле возможностей для ИИ открывают возможности мониторинга в кадастре и землеустройстве, мониторинг пожаров для их предупреждения и устранения. В военном деле, где ИИ может прогнозировать сценарии ведения боя, разведывать территории, планировать и координировать операции. [2]

Решение задач, связанные с оцифровкой геологических карт можно успешно решать с помощью компьютерного зрения. Компьютерное зрение - это область искусственного интеллекта, которая изучает разработку систем, способных анализировать, понимать, интерпретировать и обрабатывать изображения и видео таким образом, как это делает человеческий зрительный аппарат. В качестве примера использования компьютерного зрения в ГИС могут служить решения задач, связанные с анализом спутниковых снимков, аэрофотоснимков, снимков с дронов, такие как: классификация объектов на изображении, поиск объектов, семантическая сегментация и т.д. [3]

Одним из возможных алгоритмов для распознавания и классификации объектов на изображении является – нейронная свёрточная сеть (англ. convolutional neural network, CNN). Применительно к геологическим картам необходимо вы-

полнять такие задачи, как: распознавать числовые значения, изолинии и их дальнейшая векторизация, условные обозначения, разбивка участков карты по цветам.

Существует множество архитектур свёрточных нейронных сетей, которые имеют различную точность распознавания объектов, но в данной статье рассматривается общее строение (рис.1) и процесс работы анализа изображений.

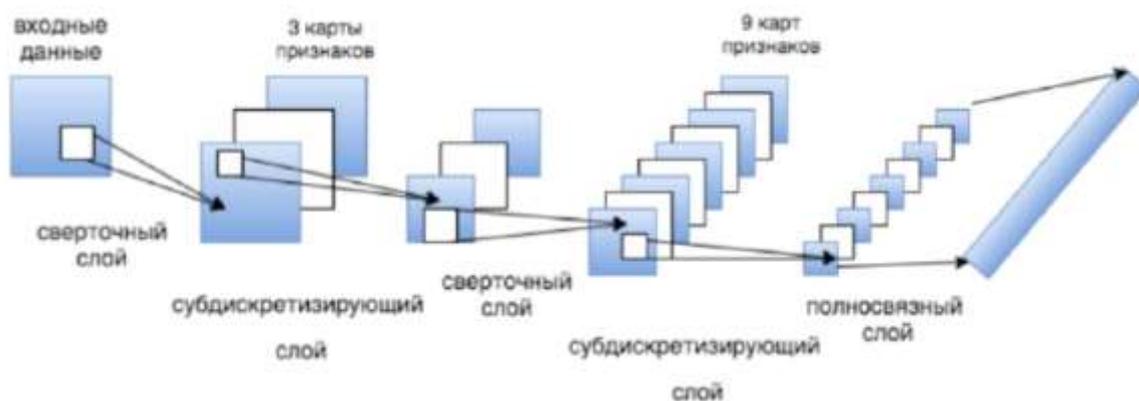


Рисунок 1 – Пример строения свёрточной нейронной сети

Можно выделить четыре основных этапа в процессе работы свёрточной нейронной сети:

1. Свёртка – на этом этапе свёрточные слои применяют фильтр (ядро свёртки) для сканирования входных данных и выделения определенных характеристик, таких как границы, текстуры или цвета. Математически операцию свертки можно представить в виде формулы:

$$V_{k,l} = \sum_i^3 \sum_j^3 x_{i+k,j+l} * \varphi_{ij} + \varphi_0,$$

где V – выходное значение, x – входное значение, φ – значение ядра свёртки, φ_0 – величина смещения.

2. Активация - используется для введения нелинейности в модель и повышения её способности изучать сложные зависимости в данных. Существует несколько типов нелинейных операций, самые популярные из которых [4]:

- ReLU: $f(x) = \max(0, x)$;
- Сигмоида: $f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$;
- Гиперболический тангенс: $f(x) = \frac{e^{2x}-1}{e^{2x}+1}$;

3. Пулинг (pooling) или субдискретизирующий слой - на этом этапе происходит уменьшение размерности полученного изображения за счет выбора

наибольшего или наименьшего значения в наборе пикселей. Это позволяет уменьшить количество параметров и ускорить вычисления.[5]

4. Полносвязный слой – на последнем этапе происходит классификация полученных признаков с помощью полносвязного слоя, который принимает на вход выходные данные предыдущих слоев и выдает итоговый результат.[5]

Сверточные нейронные сети, также, как и полносвязные [6], обучаются путем применения алгоритма обратного распространения ошибки. Процесс обучения начинается с передачи входных данных через сеть от входного слоя к выходному. Затем вычисляется ошибка на выходном слое, и эта ошибка распространяется обратно через сеть. На каждом слое вычисляются градиенты по обучаемым параметрам, которые затем используются для корректировки весов с помощью градиентного спуска. Этот процесс итеративно повторяется, пока модель не достигнет желаемого уровня точности.

Для определения типов геологических объектов на изображениях, сверточные нейронные сети обучаются на обширном наборе изображений с уже известными классами объектов. После обучения модель можно применить для точной классификации новых изображений геологических объектов. Однако количество обучающей выборки может быть недостаточно, тогда для обучения можно использовать синтетические и аугментированные данные (слегка измененные исходные данные).

Список литературы

1. Линкина А.В. Применение методов искусственного интеллекта при работе с геопространственными данными / А.В. Линкина // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы XVII Международной научно-практической конференции, 7 апреля 2022 г. / Великолукская ГСХА. - Великие Луки : РИО ВГСХА, 2022. С. 196-201 – ISBN 978-5-8047-0110-0

2. Геоинформационные системы военного назначения: теория и практика применения : материалы IX Респ. науч.-практ. конф., Минск, 12 мая 2023 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. М. Бахарь (гл. ред.) [и др.] ; под общ. ред. А. С. Черенко. – Минск : БГУ, 2023. – С. 98-102.

3. Селлин, А. Ю. Актуализация геоинформационных систем посредством интеграции нейронных сетей / А. Ю. Селлин, О. Н. Панамарева // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Геоинформационные платформы военного назначения» : Сборник статей I Всероссийской научно-

технической конференции, Анапа, 17 марта 2021 года. – Анапа: Федеральное государственное автономное учреждение "Военный инновационный технополис "ЭРА", 2021. – С. 195-205. – EDN GHCCMY.

4. Стоянов, С. Ф. Обзор моделей классификации изображений на основе свёрточных нейронных сетей / С. Ф. Стоянов // Сборник тезисов докладов научно-практической конференции студентов Курганского государственного университета, Курган, 20 марта – 01 2022 года. Том ВЫПУСК XXIII. – Курган: Курганский государственный университет, 2022. – С. 273-274. – EDN AVZJHD.

5. Томилин, О. С. Применение свёрточной нейронной сети для распознавания объектов на изображении / О. С. Томилин // Актуальные вопросы современной науки : Сборник научных статей по материалам II Международной научно-практической конференции, Уфа, 02 июня 2023 года. Том Часть 1. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2023. – С. 63-66. – EDN BCPCLI.

6. Создание поведенческой модели LDMOS транзистора на основе искусственной MLP нейросети и ее описание на языке Verilog-A / С.А. Победа, М.И. Черных, Ф.В. Макаренко, К.В. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 28-34. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-28-34.

7. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Linkina A.V. Application of artificial intelligence methods when working with geospatial data / A.V. Linkina // Scientific and technical progress in agricultural production : materials of the XVII International Scientific and Practical Conference, April 7, 2022 / Velikiye Luki State Agricultural Academy. - Velikiye Luki : RIO HCSA, 2022. pp. 196-201 – ISBN 978-5-8047-0110-0.

2. Geoinformation systems for military purposes: theory and practice of application : materials of the IX Rep. Scientific and Practical Conference, Minsk, May 12, 2023 / Belarusian State University ; editorial board: A.M. Bakhari (Chief Editor), etc.]; under the general editorship of N. A. S. Cherenkov. - Minsk : BSU, 2023. – pp. 98-102.

3. Sellin, A. Yu. Actualization of geoinformation systems through the integration of neural networks / A. Yu. Sellin, O. N. Panamareva // The state and prospects of development of modern science in the field of "Military geoinformation platforms" :

Collection of articles of the I All-Russian Scientific and Technical Conference, Anapa, March 17, 2021. Anapa: Federal State Autonomous Institution "Military Innovative Technopolis "ERA", 2021. – pp. 195-205. – EDN GHCCMY.

4. Stoyanov, S. F. Review of image classification models based on convolutional neural networks / S. F. Stoyanov // Collection of abstracts of the scientific and practical conference of students of Kurgan State University, Kurgan, March 20 – 01 2022. VOLUME ISSUE XXIII. – Kurgan: Kurgan State University, 2022. – pp. 273-274. – EDN AVZJHD.

5. Tomilin, O. S. The use of a convolutional neural network for recognizing objects in an image / O. S. Tomilin // Actual issues of modern science : A collection of scientific articles based on the materials of the II International Scientific and Practical Conference, Ufa, June 02, 2023. Volume Part 1. – Ufa: Limited Liability Company "Scientific Publishing Center "Bulletin of Science", 2023. – pp. 63-66. – EDN BCPCLI.

6. Creation of a behavioral model of an LDMOS transistor based on an artificial MLP neural network and its description in the Verilog-A language / S.A. Pobeda, M.I. Chernykh, F.V. Makarenko, K.V. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 2. – pp. 28-34. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-28-34.

7. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ТРЕБОВАНИЯ К БЭКЕНДУ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ В ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСАХ, ОПЕРИРУЮЩИХ БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ

Е.А. Злобин¹, Е.В. Чернышова¹, Т.В. Скворцова¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматриваются основные требования, предъявляемые к бэкенд-составляющей облачных сервисов, работающих с большими объемами данных. Проанализированы ключевые аспекты, такие как масштабируемость, отказоустойчивость, высокая производительность и безопасность. Выделены основные подходы и технологии, позволяющие удовлетворить данные требования, включая использование распределенных систем хранения и обработки данных, контейнеризацию и оркестрацию микросервисов, а также применение современных методов обеспечения информационной безопасности. Приведены примеры практического использования указанных подходов в реальных проектах. На основе проведенного анализа сформулированы рекомендации по проектированию и реализации бэкенд-систем для облачных big data сервисов.

Ключевые слова: облачные вычисления, большие данные, бэкенд, масштабируемость, отказоустойчивость, производительность, безопасность.

REQUIREMENTS FOR THE BACKEND IN CLOUD SERVICES DEALING WITH BIG DATA

E.A. Zlobin¹, E.V. Chernyshova¹, T.V. Skvortsova¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article discusses the main requirements for the backend component of cloud services that deal with large volumes of data. The key aspects such as scalability, fault tolerance, high performance, and security are analyzed. The main approaches and technologies that allow satisfying these requirements are highlighted, including the use of distributed data storage and processing systems, containerization and orchestration of microservices, as well as the application of modern methods of ensuring information security. Examples of practical use of these approaches in real projects are provided. Based on the analysis, recommendations for designing and implementing backend systems for cloud big data services are formulated.

Keywords: cloud computing, big data, backend, scalability, fault tolerance, performance, security.

ВВЕДЕНИЕ

Облачные сервисы, оперирующие большими данными, становятся все более востребованными в различных сферах, таких как электронная коммерция интернет вещей, социальные сети, здравоохранение и многие другие. Эффективная работа подобных сервисов напрямую зависит от возможностей их бэкенд-составляющей, отвечающей за хранение, обработку и предоставление данных. В связи с этим, к бэкенду облачных big data сервисов предъявляются повышенные требования в отношении масштабируемости, отказоустойчивости, производительности и безопасности [1].

В данной статье мы подробно рассмотрим ключевые требования, предъявляемые к бэкенду облачных сервисов, работающих с большими данными, а также проанализируем основные подходы и технологии, позволяющие удовлетворить эти требования. Мы разберем такие аспекты, как обеспечение горизонтальной масштабируемости, отказоустойчивости, высокой производительности и безопасности, а также приведем примеры практического применения соответствующих решений в реальных проектах.

МАСШТАБИРУЕМОСТЬ

Одной из ключевых особенностей облачных систем, работающих с большими данными, является необходимость обеспечения горизонтальной масштабируемости. Это означает возможность линейного увеличения производительности системы путем добавления новых вычислительных узлов без внесения изменений в архитектуру и программный код.

Для реализации данного требования применяются различные подходы, такие как использование распределенных файловых систем (HDFS, Ceph), NoSQL баз данных (Cassandra, MongoDB) и фреймворков распределенной обработки (Hadoop, Spark) [2].

Распределенные файловые системы, такие как HDFS (Hadoop Distributed File System) и Ceph, позволяют хранить огромные объемы данных на множестве узлов кластера, обеспечивая при этом высокую доступность и отказоустойчивость. Данные автоматически реплицируются между узлами, что позволяет продолжать работу даже в случае выхода из строя отдельных серверов.

NoSQL базы данных, такие как Cassandra и MongoDB, предназначены для эффективной работы с неструктурированными и полуструктурированными данными в распределенной среде. Они обеспечивают автоматическое горизонталь-

ное масштабирование путем добавления новых узлов в кластер, а также поддерживают репликацию и распределение данных для повышения доступности и производительности.

Фреймворки распределенной обработки, такие как Hadoop и Spark, позволяют выполнять параллельные вычисления на большом количестве узлов кластера. Они автоматически распределяют задачи между узлами и обеспечивают отказоустойчивость путем перезапуска неудачных задач на других узлах.

Применение указанных технологий и подходов позволяет строить горизонтально масштабируемые бэкенд-системы для облачных big data сервисов, способные обрабатывать петабайты данных и обслуживать миллионы пользователей.

ОТКАЗООУСТОЙЧИВОСТЬ

Другим важным аспектом является обеспечение отказоустойчивости бэкенд-системы. Учитывая большое количество узлов и компонентов, из которых состоит типичная облачная инфраструктура для работы с большими данными, вероятность сбоев и отказов отдельных элементов достаточно высока. В связи с этим, архитектура бэкенда должна предусматривать механизмы автоматического обнаружения сбоев, переключения на резервные компоненты и восстановления после отказов.

Для решения этой задачи применяются такие подходы как репликация данных, использование распределенных очередей сообщений (Kafka, RabbitMQ) и оркестрация контейнеров (Kubernetes) [3].

Репликация данных является ключевым механизмом обеспечения отказоустойчивости в распределенных системах хранения. Данные автоматически копируются на несколько узлов кластера, что позволяет продолжать работу даже в случае выхода из строя части серверов. Современные распределенные файловые системы и NoSQL базы данных поддерживают настройку коэффициента репликации, что позволяет найти оптимальный баланс между надежностью и накладными расходами на хранение.

Распределенные очереди сообщений, такие как Kafka и RabbitMQ, обеспечивают надежную доставку данных между компонентами распределенной системы. Они позволяют буферизовать сообщения и автоматически повторять доставку в случае сбоев, что повышает устойчивость системы к отказам отдельных компонентов.

Оркестрация контейнеров с помощью систем управления кластером, таких как Kubernetes, позволяет автоматизировать развертывание, масштабирование и

восстановление после сбоев для микросервисных архитектур. Kubernetes обеспечивает автоматический перезапуск контейнеров в случае их отказа, а также позволяет настраивать политики восстановления, такие как перенос контейнеров на другие узлы кластера.

Использование указанных подходов и технологий позволяет создавать отказоустойчивые бэкенд-системы для облачных big data сервисов, способные продолжать работу даже в случае сбоев и отказов отдельных компонентов.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Высокая производительность является одним из ключевых требований для облачных big data сервисов, поскольку от скорости обработки и выдачи результатов напрямую зависит качество пользовательского опыта и конкурентоспособность сервиса в целом.

Для обеспечения высокой производительности бэкенда применяются различные оптимизационные техники, такие как использование индексов и денормализация данных, кэширование часто запрашиваемой информации (Redis, Memcached), применение асинхронных и неблокирующих подходов в разработке (Node.js, Akka). Также большое значение имеет возможность эффективного масштабирования бэкенд-составляющей при росте нагрузки [4].

Использование индексов является одним из основных способов оптимизации производительности при работе с большими объемами данных. Индексы позволяют быстро находить нужные записи по заданным критериям, избегая полного сканирования всего набора данных. Современные NoSQL базы данных, такие как Cassandra и MongoDB, поддерживают гибкие возможности индексации, позволяющие оптимизировать выполнение запросов под конкретные паттерны доступа.

Денормализация данных, то есть хранение избыточной информации для ускорения часто выполняемых запросов, является еще одним эффективным подходом к оптимизации производительности. Вместо выполнения сложных соединений таблиц или агрегаций в момент запроса, данные заранее подготавливаются в денормализованном виде, что позволяет получать результаты за константное время.

Кэширование часто запрашиваемых данных позволяет разгрузить backend-системы и повысить скорость обработки запросов. Такие решения, как Redis и Memcached, предоставляют высокопроизводительное хранилище ключ-значение

в оперативной памяти, что позволяет на порядки ускорить доступ к часто используемым данным по сравнению с обращением к дисковым хранилищам.

Применение асинхронных и неблокирующих подходов в разработке бэкенда позволяет эффективно обрабатывать большое количество одновременных запросов. Технологии, такие как Node.js и Akka, основаны на событийно-ориентированной модели и неблокирующем вводе-выводе, что позволяет обслуживать тысячи клиентов с помощью небольшого количества потоков выполнения.

Наконец, возможность эффективного масштабирования бэкенд-системы играет ключевую роль в обеспечении высокой производительности при росте нагрузки. Использование распределенных архитектур, контейнеризации и оркестрации позволяет быстро наращивать вычислительные мощности путем добавления новых узлов в кластер без необходимости изменения кода приложений.

БЕЗОПАСНОСТЬ

Обеспечение безопасности является критически важным аспектом для облачных сервисов, работающих с чувствительными пользовательскими данными, такими как персональная информация, платежные данные, коммерческая тайна и т.д.

Для защиты данных и предотвращения несанкционированного доступа в бэкенде облачных систем применяются различные методы, включая шифрование данных при передаче и хранении, использование токенов и протоколов авторизации (OAuth, JWT), регулярное обновление программного обеспечения и мониторинг безопасности. Также важным является соответствие бэкенд-системы отраслевым стандартам безопасности, таким как PCI DSS для платежных сервисов или HIPAA для систем здравоохранения [5].

Шифрование данных при передаче и хранении является фундаментальным требованием для защиты конфиденциальности информации. Для шифрования данных при передаче по сети используются протоколы SSL/TLS, которые обеспечивают безопасное соединение между клиентом и сервером. При хранении данных применяются алгоритмы симметричного и асимметричного шифрования, такие как AES и RSA, для защиты от несанкционированного доступа в случае компрометации системы хранения.

Использование токенов и протоколов авторизации, таких как OAuth и JWT (JSON Web Tokens), позволяет реализовать надежную аутентификацию и контроль доступа в распределенных системах. Вместо передачи учетных данных пользователя при каждом запросе, используются временные токены, которые

выдаются после успешной аутентификации и содержат информацию о правах доступа. Это снижает риски, связанные с передачей и хранением конфиденциальных учетных данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При работе с облачными сервисами, обрабатывающими большие объемы данных, я считаю, крайне важно уделять особое внимание разработке и поддержке их базовой инфраструктуры. Необходимо обеспечить масштабируемость, надежность, высокую производительность и безопасность. Для этого применяются различные подходы и технологии, такие как распределенные системы хранения и обработки данных, контейнеризация и управление микросервисами, оптимизация производительности с использованием кэширования и асинхронной обработки, а также современные методы обеспечения информационной безопасности. Учитывая эти требования и применяя соответствующие решения, можно создать эффективные и надежные бэкенд-системы для облачных сервисов обработки больших данных.

Список литературы

1. Аксютин, Е.М. Использование облачных технологий для обработки больших данных / Е.М. Аксютин, Ю.С. Белов // Московский экономический журнал. – 2020. – №6. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=wpncrz> (дата обращения: 20.03.2024).
2. Клеппман М. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка. – СПб.: Питер, 2018. – 640 с.
3. Таненбаум, Э. Распределенные системы. Принципы и парадигмы / Э. Таненбаум, М. ван Стеен ; – СПб.: Питер, 2003. – 877 с.
4. Аудит информационной безопасности // Астрал Безопасность. – URL: <https://is.astral.ru/services/zashchita-informatsii/audit-informatsionnoy-bezopasnosti/> (дата обращения: 20.03.2024).
5. Киреева, К.А Разработка искусственной нейронной сети для классификации ЭКГ / К.А. Киреева, Л.А. Коробова, Д.В. Арапов // Моделирование систем и процессов. – 2023. – Т. 16, №3. – С. 42-54. – DOI: 10.12737/2219-0767-2023-16-3-42-54.
6. Классификация последствий воздействия ИИ КП на РЭА / А.Е. Козюков, П.А. Чубунов, К.В. Зольников [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 22-28. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-22-28.

7. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

8. Зольников, В.К. Моделирование и анализ производительности алгоритмов балансировки нагрузки облачных вычислений / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, Н.Ф. Даюб // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, №1. – С. 32-39.

References

1. Aksyutina, E.M. The use of cloud technologies for big data processing / E.M. Aksyutina, Y.S. Belov // Moscow Economic Journal. – 2020. – No.6. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=wpncrz> (date of application: 03/20/2024).

2. Clement M. Highly loaded applications. Programming, scaling, support. – St. Petersburg, 2018. – 640 p.

3. Tanenbaum, E. Distributed systems. Principles and paradigms / E. Tanenbaum, M. van Steen. – St. Petersburg: Peter, 2003. – 877 p.

4. Information security audit // Astral Security. – URL: <https://is.astral.ru/services/zashchita-informatsii/audit-informatsionnoy-bezopasnosti/>. (date of application: 03/20/2024).

5. Kireeva, K.A. Development of an artificial neural network for ECG classification / K.A. Kireeva, L.A. Korobova, D.V. Arapov // Modeling of systems and processes. - 2023. – Vol. 16, No.3. – pp. 42-54. – DOI: 10.12737/2219-0767-2023-16-3-42-54.

6. Classification of the effects of AI KP on REA / A.E. Kozyukov, P.A. Chugunov, K.V. Zolnikov [et al.] // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 3. – pp. 22-28. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-22-28.

7. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

8. Zolnikov, V.K. Modeling and performance analysis of cloud computing load balancing algorithms / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, N.F. Dayub // Modeling of systems and processes. - 2020. – vol. 13, No. 1. – pp. 32-39.

ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ IOT СЕТИ В ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ»

Ислам Деван Радуанул¹, А.В. Акименко¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной статье раскрываются широкие возможности технологии умного дома. В работе рассмотрены вопросы безопасности, связанные с практическим применением данной технологии, в частности, проблеме сетевых аномалий. Рассмотрены возможные пути решения этих проблем.

Ключевые слова: «умный дом», безопасность, обнаружение сетевых аномалий, машинное обучение, Интернет вещей.

IOT NETWORK ANOMALY DETECTION IN SMART HOME

Islam Dewan Raduanul¹, A.V. Akimenko¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article reveals the wide possibilities of smart home technology. The paper discusses security issues related to the practical application of this technology, in particular, the problem of network anomalies. Possible ways to solve these problems are considered.

Keywords: smart home, security, network anomaly detection, machine learning, Internet of things.

Бурное развитие современных технологий привело к тому, что Интернет вещей охватил многие сферы жизни человека, включая «умные дома» и «умные пространства». «Умный дом» включает большое количество IoT-объектов, которые работают непрерывно и без перебоев. Повышенная безопасность и аутентификация интеллектуальных устройств обеспечивают спокойную среду для жизни в «умном доме».

Важно отслеживать работу интеллектуальных устройств IoT, чтобы обеспечить их надежность и безотказность. Такие устройства имеют компактные размеры, потребляют относительно немного электроэнергии и прочих ресурсов. Тем не менее, они легко подвергаются атакам злоумышленников. Безопасность и идентификацию устройств «умного дома» можно контролировать, а аномалии обнаруживать с высокой точностью.

Результаты исследований показывают, что алгоритм случайного леса является одной из передовых методологий в интеллектуальных средах. Интернет произвел революцию в мире современных технологий, став неотъемлемой частью повседневной жизни.

Интернет вещей (IoT) – одна из инновационных технологий, охватившая различные сферы человеческой деятельности. Интернет вещей используется в медицине, сельском хозяйстве, торговле, на транспорте, в быту.

Приложения на базе Интернета вещей известны как интеллектуальные приложения. «Умный дом» основан на устройствах, использующих технологию Интернета вещей. Эти устройства обеспечивают работу каждой части «умного дома» с помощью интеллектуальных датчиков и контроллеров. Приложения Интернета вещей интенсивно развиваются, что, в конечном счете, снижает стоимость этих устройств, делает их энергетически эффективными и компактными.

Однако широкое применение устройств Интернета вещей также повышает риск, связанный с их работой. Важной задачей является совершенствование этих устройств с целью повышения их безопасности и защищенности от потенциальных угроз.

Активные исследования ведутся в направлении защиты сетей IoT от неавторизованных пользователей. Технология «умного дома» пользуется все большей популярностью. Это помогает людям, проживающим в квартирах и частных домах управлять бытовой техникой, коммуникациями и прочими системами через единую платформу. Таким образом, люди могут легко контролировать домашние устройства.

Одной из основных задач в технологии «умного дома» является предоставление пользователям возможности контролировать безопасность устройств и принимать соответствующие меры предосторожности. Голосовые контроллеры могут позволить злоумышленникам поставить под угрозу безопасность сети. Пользователь не всегда может своевременно обнаружить подобные вторжения, и защитить от них свое жилище.

Существует два типа систем домашней автоматизации. К ним относятся система с локальным управлением и система с дистанционным управлением.

Локальный контроллер используется для управления внутренними устройствами непосредственно по месту их нахождения. Локально управляемая система может использовать Ethernet, беспроводное соединение или Bluetooth.

Дистанционно управляемые системы работают с использованием подключения к Интернету. Они позволяют управлять устройствами «умного дома» из удаленных мест.

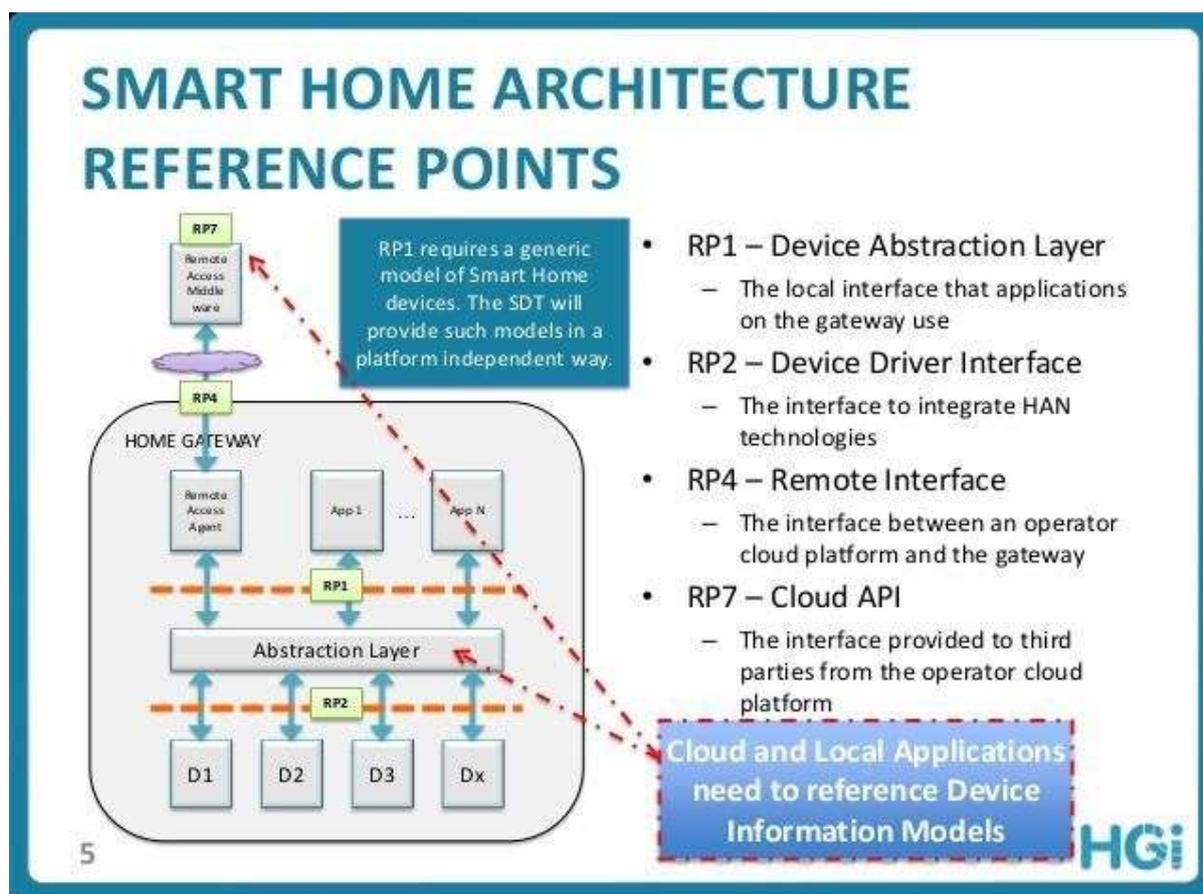


Рисунок 1 – Ориентиры архитектуры «умного дома»

Одним из основных направлений развития умных домашних сред является разработка эффективных, безопасных и надежных технологий и средств обнаружения аномалий и уязвимостей. Основное внимание при этом уделяется выявлению сетевых аномалий. Эти аномалии охватывают ряд вредоносных действий, которые могут включать, помимо прочего:

1. Эксфильтрацию данных (аномалии, связанные с несанкционированной передачей или утечкой данных с устройств Интернета вещей);

2. Действия относительно регистрации нажатий клавиш, которые могут указывать на попытки перехватить конфиденциальную информацию;

3. Отпечатки ОС (аномалии, связанные с попытками идентифицировать операционную систему устройств в сети, часто предшествующие целенаправленным атакам);

4. Сканирование служб (незаконные действия, связанные с исследованием или сканированием служб и портов устройств Интернета вещей);

5. Отклонения в обмене данными UDP (протокол пользовательских дейтаграмм), которые могут указывать на сетевые атаки или подозрительное поведение устройства.

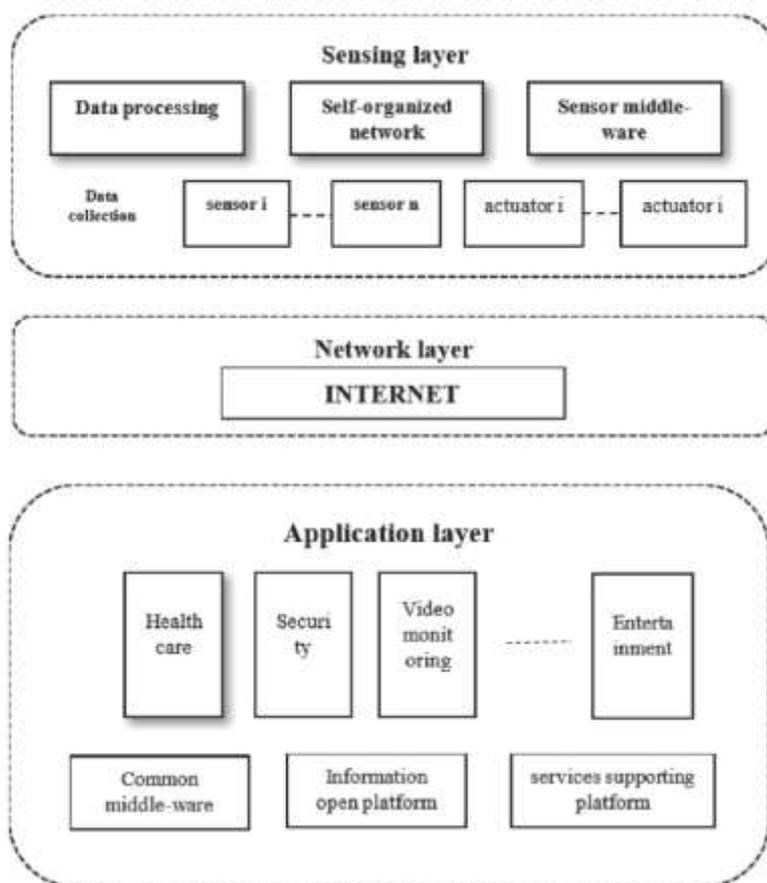


Рисунок 2 – Архитектура системы «умный дом» на базе Интернета вещей.

Одно из предлагаемых решений вышеуказанной проблемы основано на машинном обучении с целью мониторинга аномальной активности в среде умного дома и обнаружения вредоносных действий.

Предлагаемая структура протестирована с использованием шести различных алгоритмов машинного обучения. Дополнительной важной характеристикой этого исследования по обнаружению аномалий является сравнение простых

классификаторов машинного обучения, таких как дерево решений (DT), Ada-Boost (ADA) и случайный лес (RF), со сложными классификаторами, такими как искусственная нейронная сеть (ANN).

Исследование показало следующие результаты:

1. Набор данных для предлагаемой методологии оценивается по шести различным категориям аномалий;
2. Для анализа аномальной активности с помощью алгоритмов машинного обучения реализована система обнаружения аномалий;
3. Предлагаемое исследование имеет высокую производительность и надежные прогнозы для обнаружения аномалий и генерации предупреждений;
4. Основным итогом этого исследования является разработка высокоэффективной модели обнаружения аномалий с использованием машинного обучения.

Умные домашние среды обеспечивают комфорт пользователей и экономию ресурсов. Однако такие системы подвержены атакам из-за недостаточных мер безопасности. Разработка новых технологий, направленных на предотвращение и выявление вредоносной деятельности в сети позволит повысить защищенность компонентов умного дома» от несанкционированных воздействий.

Список литературы

1. Hayes, A. Smart Home: Definition, How They Work, Pros and Cons. – URL: <https://www.investopedia.com/terms/s/smart-home.asp> (date of the application: 19.03.2024).
2. Odunlade, E. What makes a Smart Home smart? A guide to protocols and applications. – URL: <https://www.wevolver.com/article/what-makes-a-smart-home-smart-a-guide-to-protocols-and-applications> (date of the application: 20.03.2024).
3. Кущева, И.С. Проблемы ресурсосбережения с учетом специфики некоторых задач двумерного размещения / И.С. Кущева, Е.С. Хухрянская // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 32-38. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-32-38.
4. Поляков, С.И. Каскадное управление отоплением «умного дома» / С.И. Поляков, В.И. Акимов, А.В. Полуказаков // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 82-89. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-82-89.
5. Программное обеспечение систем управления «умным» жилым домом / С.И. Поляков, В.И. Акимов, А.В. Полуказаков [и др.] // Моделирование систем

и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 58-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-58-67.

References

1. Hayes, A. Smart Home: Definition, How They Work, Pros and Cons. – URL: <https://www.investopedia.com/terms/s/smart-home.asp> (date of the application: 19.03.2024).

2. Odunlade, E. What makes a Smart Home smart? A guide to protocols and applications. – URL: <https://www.wevolver.com/article/what-makes-a-smart-home-smart-a-guide-to-protocols-and-applications> (date of the application: 20.03.2024).

3. Kushcheva, I.S. Problems of resource saving taking into account the specifics of some problems of two-dimensional placement / I.S. Kushcheva, E.S. Khukhryanskaya // Modeling of systems and processes. – 2021. – Т. 14, No. 1. – P. 32-38. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-32-38.

4. Polyakov, S.I. Cascade control of smart home heating / S.I. Polyakov, V.I. Akimov, A.V. Polukazakov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Т. 14, No. 4. – P. 82-89. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-82-89.

5. Software for control systems for “smart” residential buildings / S.I. Polyakov, V.I. Akimov, A.V. Polukazakov [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2021. – Т. 14, No. 1. – P. 58-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-58-67.

АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ УСТОЙЧИВОСТИ РАУСА-ГУРВИЦА

А.В. Каневец¹, А.Г. Абрасимовская¹, А.Е. Анисимов¹, И.В. Скоркин²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

²АО «НИИ Космического приборостроения»

Аннотация. В работе дано определение алгебраического критерия устойчивости Рауса-Гурвица (Raus-Hurwitz). Рассматривается его принцип работы, примеры применения, достоинства, недостатки и свойства. В статье рассказывается о том, как критерии предоставляют определенный метод устойчивости системы на основе характеристического уравнения.

Ключевые слова: Принцип работы критерия устойчивости, определение критерия, уравнения степеней, примеры применения критерия, достоинства и недостатки.

ALGEBRAIC CRITERIA STABILITY ROUSE-HURWITZ

A.V. Kanevets¹, A.G. Abrasimovskaya¹, A.E. Anisimov¹, I.V. Scorkin²

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

²JSC «Research Institute of Space Instrumentation»

Abstract. The paper gives a definition of the algebraic Routh-Hurwitz stability criterion. Its operating principle, examples of application, advantages, disadvantages and properties are considered. The article describes how the criteria provide a specific method of system stability based on the characteristic equation.

Key words: Operating principle of the stability criterion, definition of the criterion, power equations, examples of application of the criterion, advantages and disadvantages.

Введение

Начнем с того что нам нужно рассмотреть и разобраться в алгебраическом критерий устойчивости Рауса-Гурвица. Критерий стабильности Рауса-Гурвица это интересная математическая процедура, которая позволит нам оценить нахо-

дятся ли какие либо корни линейного многочлена в правой полуплоскости. Таким образом это имеет очевидное применение в разработке систем управления, потому что мы знаем, что характеристическим уравнением для большинства фактически для всех линейных систем, является линейные многочлены и его корни определяют стабильность, производительность и характеристики системы. Но сам метод не указывает на степень стабильности или нестабильности, из-за этого эти критерии объединяют.

Критерий алгебраической устойчивости: описание, особенности и меры

Теперь, когда мы поняли, о чем наша статья, давайте разберем определение критерия алгебраической устойчивости. Что же такое стабильность? Устойчивость представляет собой способность автоматического управления вернуться после недолгой внешней нагрузки к исходному состоянию. Достаточное условие устойчивости системы автоматического регулирования линейного уравнения - отрицание фактических частей всех корней характеристического уравнения. Тем самым, это можно найти из передаточной функции системы с замыкающим контуром, соединяющего вход и выход, приравнивая знаменатель функции к нулю.

Критерий Рауса - Гурвица получил наибольшее распространение среди других алгебраических критериев, он был предложен сначала Е.Раусом, потом А. Гурвицем, под конец 19 века.

Критерий устойчивости Гурвица: алгоритм расчета

Далее мы рассмотрим критерий устойчивости, предложенный Гурвицем. Если все коэффициенты i -го уравнения положительны, а все показатели до порядка $n-1$ больше 0, то система устойчивая. Далее посмотрим, как построить алгоритм Гурвица Δ с помощью следующих коэффициентов: Для старшего определителя первого порядка коэффициенты устанавливаются по диагонали в порядке увеличения индекса слева направо: $a_1 \dots a_n$. От каждого коэффициента на главной диагонали вертикально вверх записываются коэффициенты с последовательно возрастающими индексами, а вниз — коэффициенты с последовательно убывающими индексами. Кроме того, столбцы попеременно состоят из коэффициентов только с нечетными или только с четными индексами. Коэффициенты с индексом больше n и меньше 0 устанавливаются равными нулю. Определитель Гурвица — это диагональный определитель n -мерной квадратной матрицы:

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & a_7 & \dots \\ a_0 & a_2 & a_4 & a_6 & \dots \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & a_n \end{vmatrix}.$$

Рисунок 1 – Таблица Гурвица

Чтобы конкретная система автоматического управления была устойчивой, все диагональные миноры должны иметь положительный характер. Такие миноры называются определителями Гурвица. Для уравнений более высокого порядка, порядок определителя увеличивается, и фактический расчет становится более трудным. Критерий устойчивости Рауса-Гурвица лучше всего использовать для уравнений порядка 4, 5 или меньше.

Критерий устойчивости Рауса

Критерий устойчивости Рауса заключается в использовании специальной системы автоматического регулирования в виде алгоритма, с помощью которого таблица заполняется коэффициентами следующего уравнения:

Первая часть таблицы заполнена коэффициентами, которые имеют четные индексы характеристического уравнения. Вторая часть содержит коэффициенты с нечетными индексами. Число строк таблицы Рауса на одну выше порядка уравнения $n+1$. Остальные показатели таблицы определяются так:

$$C_{k,i} = C_{k+1,i-2} - r_i C_{k+1,i-1}$$

$$r_i = C_{1,i-2} / C_{1,i-1}$$

Для стабильной работы специальной системы автоматического управления таблицы Рауса, коэффициенты первых столбцов $C_{11}, C_{12}, C_{13} \dots$, должны иметь одинаковый знак и быть положительными при $a_0 > 0$.

$$C_{11} = a_0 > 0; C_{12} = a_1 > 0; C_{13} = a_2 > 0$$

Система считается неустойчивой, если в первом столбце коэффициенты не все положительны, а количество правых корней равняется числу перемен знака.

Ri	i\k	1	2	3	4
-	1	$c_{11} = a_0$	$c_{21} = a_2$	$c_{31} = a_4$...
-	2	$c_{12} = a_1$	$c_{22} = a_3$	$c_{32} = a_5$...
$r_3 = c_{11}/c_{12}$	3	$c_{13} = c_{21} - r_3 c_{22}$	$c_{23} = c_{31} - r_3 c_{32}$	$c_{33} = c_{41} - r_3 c_{42}$...
$r_3 = c_{11}/c_{12}$	4	$c_{14} = c_{22} - r_3 c_{23}$	$c_{24} = c_{32} - r_3 c_{33}$	$c_{34} = c_{42} - r_3 c_{43}$...
...

Рисунок 2 – Таблица Рауса

Давайте проанализируем уравнения разных порядков, которые мы уже обсуждали. Критерий стабильности линейных и квадратных уравнений предполагает, что в уравнение имеется положительный коэффициент и что это необходимое и достаточное условие. Следовательно, условие устойчивости: $a_0 > 0$; $a_1 > 0$; $a_2 > 0$.

Уравнение третьей степени имеет вид: $a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + a_3 = 0$.

Уравнение четвертой степени имеет вид: $a_0 s^4 + a_1 s^3 + a_2 s^2 + a_3 s + a_4 = 0$.

Все коэффициенты уравнения и определители Гурвица, должны быть положительными, что для устойчивости системы будет достаточно $\Delta_{n-1}, \Delta_{n-3}, \Delta_{n-5}, \dots$

Примеры применения критерия Рауса-Гурвица

№ 1. Построим главный определитель системы Рауса - Гурвица, характеризуем его следующим характерным уравнением:

$$a_4 \times s^4 + a_3 \times s^3 + a_2 \times s^2 + a_1 \times s + a_0 = 0$$

Используя правило составления основного определителя Рауса-Гурвица, мы получим:

$$\begin{vmatrix} a_3 & a_4 & 0 & 0 \\ a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ 0 & a_0 & a_1 & a_2 \\ 0 & 0 & 0 & a_0 \end{vmatrix}$$

№ 2. Исследование на стабильность нулевых решений уравнения

$$y'''' + 5y''' + 13y'' + 19y' + 10y = 0$$

Составляем характеристическое уравнение

$$f(\lambda) = \lambda^4 + 5\lambda^3 + 13\lambda^2$$

Здесь $a_0=1, a_1=5, a_2=13, a_3=19, a_4=10$. Записываем диагональные миноры

Гурвица:

$$\Delta_1 = 5 > 0, \Delta_2 = \begin{vmatrix} 5 & 1 \\ 19 & 13 \end{vmatrix} = 46 > 0, \Delta_3 = \begin{vmatrix} 5 & 1 & 0 \\ 19 & 13 & 5 \\ 0 & 10 & 19 \end{vmatrix} = 424 > 0, \Delta_4 = \begin{vmatrix} 5 & 1 & 0 & 0 \\ 19 & 13 & 5 & 1 \\ 0 & 10 & 19 & 13 \\ 0 & 0 & 0 & 10 \end{vmatrix} = 4240 > 0,$$

Поэтому, $\Delta_1 > 0, \Delta_2 > 0, \Delta_3 > 0, \Delta_4 > 0$. Таким образом тривиальное решение уравнения $y=0$ абсолютно устойчиво. Вычисление возможно, организовать таким образом. Чтобы начать составить старший минор Гурвица, Δ_n . по которому можно легко выписать все младшие миноры $\Delta_{n-1}, \dots, \Delta_1$ а затем начинать вычисление последовательно Δ_1, Δ_2 и т.д. Если встречается отрицательный минор, то решение неустойчиво и считать дальше считать не надо.

№ 3. Разберем систему с следующим уравнением: $s^3 + 2s^2 + 3s + 4 = 0$, а потом создаем таблицу Рауса-Гурвица:

$$\begin{array}{ccc} s^3 & 1 & 3 \\ s^2 & 2 & 4 \\ s^1 & \frac{10}{2} & 0 \\ s^0 & 4 & 0 \end{array}$$

Все элементы 1-го столбца положительные, а все элементы 2-го столбца не нулевые. Таким образом, система стабильна.

Достоинства и недостатки критерия Рауса-Гурвица

Преимуществом критерия Рауса является то, что он легко применяется вне зависимости от порядка характеристического уравнения. Также можно пользоваться на компьютере. Недостаток заключается в том, что сложно определить уровень стабильности системы, то есть насколько она далека от предела устойчивости. Недостаток критерия Гурвица - это то, что он также менее конкретен. Достоинство в том что он на электронно-вычислительной машине удобен в реализации. Он часто используется для того, чтобы определить влияния автоматической системы на ее уровень устойчивости.

Критерий Рауса-Гурвица имеет некоторые свойства: его можно применять для систем, любого числа переменных и также можно применять только для линейных стационарных систем с постоянными коэффициентами. Но также этот

критерий имеет свои ограничения, например: нельзя применять его в системах с задержкой, также нельзя применять его и в системах с нелинейными элементами.

Заключение

Подводя итог сказанного, можно сделать вывод что, алгебраические критерии Рауса-Гурвица - эффективный метод оценки устойчивости линейных систем. Анализируя характеристическое уравнение, можно определить степень устойчивой системы и неустойчивости. Критерий Рауса-Гурвица является тоже полезным инструментом для анализа устойчивости системы, что позволяет быть по разному использован в областях автоматике и управления.

Список литературы

1. Четаев Н.Г. Устойчивость движения. — Москва: Наука, 1965. — 234 с.
2. Гончаров А. А. Алгебраические критерии устойчивости систем дифференциальных уравнений. — М.: Наука, 1983 г.
3. Челевский Л. В. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. — М.: Наука, 1970.
4. Зубов В. И. Введение в теорию линейных дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами. — М.: Наука, 1971.
5. Самарский А. А. Теория дифференциальных уравнений математической физики. — М.: Наука, 1989.
6. Пестов О. Устойчивость движения. — М.: Физматлит, 2007.
7. Фраческини А. Л. Стабильность движения: приближенные методы. — М.: Мир, 1966.
8. Гурвиц М. К. On the Stabilization of Linear Systems. — Quarterly of Applied Mathematics, Том 10, Выпуск 2, 1952, с. 47-55.
9. Лакин С. В. Об устойчивости движения. — М.: Физматлит, 2003.
10. Гурвич М. М. Теория автоматического управления. 1960.
11. Гурвич Л. И. Автоматическое управление. 1970.
12. Завьялов В. Б. Автоматическое управление: лекции. 1970.
13. Красовский Ю.Б. Теория систем автоматического управления. 1960.
14. Лурье А. И. Анализ и синтез нелинейных систем автоматического управления. – М., 1980. – С. 150-200.
15. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Chetaev N. G. Difficulty moving. - Moscow: Nauka, 1965. - 234 p.
2. Goncharov A. A. Algebraic criteria for the stability of systems of differential methods. - M.: Nauka, 1983.
3. Chelevsky L. V. Differential equations and calculus of variations. - M.: Nauka, 1970.
4. Zubov V. I. Introduction to the influence of linear differential equations with periodic coefficients. - M.: Nauka, 1971.
5. Samarsky A. A. Theory of differential results of mathematical physics. - M.: Nauka, 1989.
6. Pestov O. Stability of movement. - M.: Fizmatlit, 2007.
7. Frachini A. L. Motion stability: approximation methods. - M.: Mir, 1966.
8. Gurvits M. K. On the stabilization of linear systems. Quarterly Journal of Applied Mathematics, Volume 10, Issue 2, 1952, p. 47-55.
9. Lakin S. V. On the stability of motion. - M.: Fizmatlit, 2003.
10. Gurvich M. M. Theory of automatic control. 1960.
11. Gurvich L. I. Automatic control. 1970.
12. Zavyalov V. B. Automatic control: lecture. 1970.
13. Krasovsky Yu. B. Theory of automatic control systems 1960.
14. Lurie A. I. Analysis and synthesis of nonlinear automatic control systems. 1980. P. 150-200.
15. Poluektov A. V., Makarenko F. V., Yagodkin A. S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ И ОБНАРУЖЕНИЯ УГРОЗ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕДАХ

М.М. Качан¹, В.И. Анциферова¹, Р.Г. Дмитриев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Изучение развития систем Автоматизации Обнаружения и Контроля угроз (АОК) в информационных средах - это одна из важнейших задач современной кибербезопасности. Анализ актуального положения выявил необходимость в реализации непрерывного отслеживания и адаптации к новым угрозам. Принципы работы автоматизированных систем включают использование передовых технологий и соблюдение основных правил безопасности. Результаты исследования выявили необходимость развития средств АОК для обеспечения безопасности в цифровой среде. Также немаловажно уделить особое внимание повышению уровня защиты информации путём использования самообучающихся алгоритмов в целях прогнозирования и предотвращения кибератак. Активное развитие систем АОК открывает новые горизонты возможностей в сфере эффективной защиты информационных ресурсов.

Ключевые слова: обнаружение угроз, автоматизированные системы контроля, АОК, технологическое развитие, информационная безопасность, искусственный интеллект, сотрудничество.

DEVELOPMENT OF AUTOMATED THREAT DETECTION AND CONTROL SYSTEMS IN INFORMATION ENVIRONMENTS

M.M. Kachan¹, V.I. Antsiferova¹, R.G. Dmitriev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. Studying the development of Automated threat Detection and Control (ADC) systems in information environments is one of the most important tasks of modern cybersecurity. Analysis of the current situation revealed the need to implement continuous monitoring and adaptation to new threats. The operating principles of automated systems include the use of advanced technologies and compliance with basic safety rules. The results of the study revealed the need to develop ADC tools to ensure security in the digital environment. It is also important to pay special attention

to increasing the level of information security through the use of self-learning algorithms to predict and prevent cyber attacks. The active development of AOK systems opens up new horizons of possibilities in the field of effective protection of information resources.

Key words: threat detection, automated control systems, ADC, technological development, information security, artificial intelligence, cooperation.

Введение

Мир сегодня тесно переплетен с цифровыми технологиями, которые играют важную роль в развитии бизнеса и организации общественной жизни. Однако с распространением цифровых технологий, возросла и угроза информационной безопасности. Кибератаки становятся всё более изощренными и широко-масштабными, что соответственно требует улучшения эффективности в сфере контроля и обнаружения угроз в информационных средах. Поэтому вопрос обеспечения безопасности данных является одним из ключевых в современном обществе.

Цель данного исследования заключается в изучении актуальных тенденций и подходов в развитии систем АОК. Работа направлена на определение главенствующих принципов функционирования подобных систем, а также выявление вызовов и обозначение перспектив развития в данной области. Посредством изучения указанных аспектов будут выведены технологические и методологические рекомендации по обеспечению максимального уровня безопасности информационных сред.

Обзор подходов и недостатков существующих систем

Современные системы контроля и обнаружения угроз являются ключевым элементом обеспечения безопасности данных в информационных средах. Рассмотрим основные подходы и недостатки таких систем:

Один из наиболее широко используемых методов обнаружения угроз – это сигнатурный анализ. Метод базируется на поиске известных сигнатур угроз в сетевых пакетах или файлах. Главным недостатком данного подхода является его ограниченность в обнаружении новых - ранее неизвестных угроз. Указанная проблема обычно решается путём постоянного обновления баз сигнатур.

Второй по счёту, но не по значению подход - это анализ аномалий. Он базируется на выявлении нестандартного (аномального) поведения компонентов информационной среды. Такой метод помогает выявлять новые угрозы, но и приводит к большему числу ложных срабатываний.

Современные системы АОК всё чаще применяют методы машинного обучения и искусственного интеллекта. Такой подход позволяет создавать более точные модели обнаружения и легко приспосабливается к новым сценариям атак. Однако для успешной его реализации необходимо иметь большой массив данных для обучения модели.

Для повышения общей эффективности выявления угроз может производиться объединение разных подходов (гибридизация). Гибридные системы сочетают в себе анализ сигнатур и анализ аномалий или машинного обучения, что способствует уменьшению количества ложных срабатываний.

Несмотря на значительные достижения в сфере обнаружения, существующие системы имеют свои ограничения и нуждаются в постоянном усовершенствовании и приспособлении к новым угрозам.

Принципы функционирования автоматизированных систем контроля

Один из ключевых принципов функционирования АОК – реализация многоуровневой защиты, подразумевающая под собой использование нескольких методов обнаружения угроз на разных уровнях.

Современные системы контроля всё чаще используют методы автоматизации и анализ данных для наиболее эффективного выявления возможных угроз. Эти методы включают как обработку больших объемов информации и поиск аномалий, так и принятие решений на основе алгоритмов машинного обучения.

Важным аспектом работы систем контроля является способность правильно реагировать на обнаруженные угрозы, что включает автоматическую изоляцию инфицированных узлов, блокирование подозрительного трафика, запуск систем оповещения и процедур восстановления.

Примером является SIEM (Security Information and Event Management). Это интегрированная система, объединяющая в себе сбор, анализ и реакцию на события до наступления существенного ущерба. Многие компании уже успешно используют указанную систему для наиболее точного выявления угроз и адаптации к новым видам атак.

Технологические аспекты развития систем автоматизации контроля

Существенную роль в развитии систем автоматизации контроля и обнаружения угроз в информационных средах играет искусственный интеллект (ИИ) и аналитика данных. Использование ИИ дает возможность создавать алгоритмы,

способные адаптироваться к постоянно модифицирующимся угрозам и принимать решения в реальном времени, а анализ данных помогает в обнаружении аномалий, паттернов и связей между событиями, что способствует эффективному реагированию на инциденты и, как следствие, их предотвращению.

ИИ можно применять для создания моделей, которые способны предугадывать угрозы, обнаруживать масштабные атаки и идентифицировать новые виды рисков. Например, системы могут подготавливаться на больших объемах данных, используя машинное обучение, что предполагает выявление нестандартных ситуаций и оперативное реагирование на потенциальные угрозы.

Большие данные (BigData) и облачные технологии значительно расширяют возможности систем контроля и обнаружения угроз. Обработка и анализ обширных объемов данных позволяют быстро обнаружить скрытые угрозы и аномалии, которые могут быть незамеченными при традиционных методах мониторинга. Системы контроля, основанные на биг-дата, способны обрабатывать информацию о поведении пользователей, трафике и событиях в реальном времени, обеспечивая тем самым более глубокий анализ и поддержку в принятии решений.

Облачные технологии также играют немаловажную роль в современных системах контроля, так как они позволяют масштабировать системы в зависимости от потребностей, обеспечивая высокую доступность и гибкость, помогают быстро внедрять обновления, улучшать защиту данных и управлять централизованной системой контроля на распределенной инфраструктуре.

Вызовы и перспективы развития систем контроля и обнаружения

Поскольку современные технологии не стоят на месте, можно ожидать, что вскоре произойдут значительные изменения в области безопасности информационных систем. Одна из основных тенденций – это углубленное использование искусственного интеллекта в системах контроля и обнаружения угроз. Можно спрогнозировать, что ИИ будет активно применяться для предотвращения кибератак, выявления вредоносного поведения и анализа потенциальных угроз. Развитие новых методов машинного обучения и нейронных сетей позволит улучшить реакцию на угрозы и повысит эффективность защиты информационных ресурсов.

Еще одна важная тенденция – это усиленное внимание к защите персональных данных и конфиденциальной информации. Расширение цифровизации общества и бизнеса ведет к возрастанию потребности в повышенной безопасности,

создавая новые вызовы для систем контроля и обнаружения. Необходимо усиление требований к защите данных, включая соблюдение законодательства о конфиденциальности и обеспечение приватности пользователей.

Киберпреступность создает новые виды угроз, к которым системы контроля должны быстро адаптироваться, а также незамедлительно реагировать на них. В последнее время наблюдается увеличение числа целевых атак, направленных на конкретные компании, государственные учреждения или критическую инфраструктуру. Чтобы успешно бороться с этими угрозами необходимо развивать системы контроля, способные реагировать на индивидуальные сценарии атак и адаптировать свои методы обнаружения.

Также следует обратить внимание на угрозы, связанные с распространением и использованием новых технологий: интернет вещей (IoT) и искусственного интеллекта. В таких системах существуют потенциально уязвимые места, что активизирует разработку специализированных методов АОК.

Среди основных проблем для системы контроля и обнаружения угроз можно выделить следующие:

- неоднородность данных
- недостаток обученного персонала
- сложность интеграции различных систем безопасности.

Для решения этих проблем необходимо стремиться к созданию универсальных стандартов обработки данных, расширению образовательных программ по кибербезопасности и разработке совместимых технологий, способных выявлять угрозы на всех уровнях сетевой инфраструктуры.

В перспективе развития систем контроля и обнаружения угроз важно уделять внимание не только техническим аспектам, но и обучению персонала, соблюдению правовых норм и этических принципов информационной безопасности. Только комплексный подход во всех этих направлениях позволит создать действенные системы, способные эффективно защищать информационные ресурсы и минимизировать риски.

Заключение

Можно сделать вывод, что необходимо постоянное изучение и совершенствование систем контроля и обнаружения угроз в информационных средах, так как с развитием технологий и киберугроз сложность в обеспечении информационной безопасности возрастает. Эффективность автоматизированных систем

контроля напрямую зависит от использования передовых технологий и соблюдения основополагающих принципов безопасности.

Чтобы улучшить работу систем автоматизации контроля необходимо активно внедрять искусственный интеллект, обучаемые модели и другие инновационные технологии, уделяя внимание обновлению и мониторингу защитных механизмов, а также повышая осведомленность пользователей о методах защиты информации.

В будущем можно предположить несколько направлений развития систем АОК в информационных средах:

1. Системы автоматизации контроля и обнаружения угроз будут быстрее интегрироваться с широким спектром устройств и приложений, обеспечивая комплексную защиту информационных сред.

2. Увеличится использование интеллектуальных алгоритмов для прогнозирования новых видов угроз и адаптации систем к ним.

3. Появятся прогрессивные методы, помогающие в создании самообучающихся систем безопасности.

Таким образом, уделяя большее внимание взаимодействию и сотрудничеству между различными организациями в сфере безопасности, обмену информацией об угрозах и совместным мерам по противодействию кибератакам, можно обеспечить надежную защиту информационных сред и минимизировать риски для организаций и пользователей.

Список литературы

1. Сазонова С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 44-54.

2. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

3. Тихомиров П.В., Скрыпников А.А., Володина Ю.Ю., Бондарев А.Б., Боровлев Ю.А., Викулин И.А. Информационно-интеллектуальные системы определения геометрических элементов лесовозных автомобильных дорог // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 83-93.

4. Тун Юйлинь, Новикова Т.П., Евдокимова С.А. Разработка алгоритма повышения эффективности протокола маршрутизации C-LEACH // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 93-99.

5. Стариков А.В., Бунаков П.Ю., Старикова А.А., Мешков Д.А. Особенности распределенного проектирования в мультиагентной среде ВКБМ с использованием облачных технологий // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 110-120.
6. Защита информации в компьютерных системах и сетях / В.Ф. Шаньгин. – 2012 – С. 82-83.
7. Сазонова С.А., Николенко С.Д., Осипов А.А. Оценка технического состояния оснований, фундаментов и железобетонных колонн каркасного здания // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 67-83.
8. Хрящев, В.В. Эффективность внедрения одноранговой распределенной системы хранения и обработки защищаемой информации (TheOoLProject) / В.В. Хрящев, А.В. Ненашев // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, №3. – С. 82-89. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-82-89.
9. <https://geopositive.ru/rabota-siem-sistemy-principy-i-preimushhestva-dlya-obespecheniya-bezopasnosti-informacionnykh-sistem/>
10. Информационная безопасность: Защита и нападение / А.А. Бирюков. – 2012 – С. 60-64.
11. <https://www.computerra.ru/289698/oblaka-v-promyshlennosti-zachem-predpriyatiya-rabotayut-s-oblachnymi-vychisleniyami/>
12. <https://it-vacancies.ru/blog/tendencii-razvitiia-iskusstvennogo-intellekta-v-it-sfere/>

References

1. Sazonova S.A. Development of software products using character and string variables in an object-oriented environment // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 3. – P. 44-54.
2. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. Using third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 2. – P. 33-41.
3. Tikhomirov P.V., Skrypnikov A.A., Volodina Yu.Yu., Bondarev A.B., Borovlev Yu.A., Vikulin I.A. Information-intelligent systems for determining the geometric elements of logging roads // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 2. – P. 83-93.
4. Tong Yulin, Novikova T.P., Evdokimova S.A. Development of an algorithm for increasing the efficiency of the C-LEACH routing protocol // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 2. – P. 93-99.

5. Starikov A.V., Bunakov P.Yu., Starikova A.A., Meshkov D.A. Features of distributed design in the multi-agent environment of VKBM using cloud technologies // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 2. – P. 110-120.
6. Information protection in computer systems and networks / V.F. Shangin. – 2012 – P. 82-83.
7. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Osipov A.A. Assessment of the technical condition of foundations, foundations and reinforced concrete columns of a frame building // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 2. – P. 67-83.
8. Khryashchev, V.V. Efficiency of implementing a peer-to-peer distributed system for storing and processing protected information (The OoL Project) / V.V. Khryashchev, A.V. Nenashev // Modeling of systems and processes. – 2021. – T. 14, No. 3. – P. 82-89. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-82-89.
9. <https://geopositive.ru/rabota-siem-sistemy-principy-i-preimushhestva-dlya-obespecheniya-bezopasnosti-informacionnyx-sistem/>
10. Information security: Protection and attack / A.A. Biryukov. – 2012 – P. 60-64.
11. <https://www.computerra.ru/289698/oblaka-v-promyshlennosti-zachem-predpriyatiya-rabotayut-s-oblachnymi-vychisleniyami/>
12. <https://it-vacancies.ru/blog/tendencii-razvitiia-iskusstvennogo-intellekta-v-it-sfere/>

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

В.Д. Косых¹, Д.Р. Брославский¹, А.В. Шпинев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматривается статистическое моделирование в системах прогнозирования, сущность метода, основные принципы и разновидности моделей, преимущества и недостатки статистического моделирования, а также их применение.

Ключевые слова: моделирование, статистическое моделирование, регрессионные модели, модели экспоненциального сглаживания, авторегрессионные модели, нейросетевые модели, модели на базе цепей Маркова, модели на базе классификационно-регрессионных деревьев.

STATISTICAL MODELING IN FORECASTING SYSTEMS

V.D. Kosykh¹, D.R. Broslavsky¹, A.V. Shpinev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper considers statistical modeling in forecasting systems, the essence of the method, the basic principles and types of models, as well as their application.

Keywords: modeling, statistical modeling, regression models, exponential smoothing models, autoregressive models, neural network models, models based on Markov chains, models based on classification and regression trees.

Статистическое моделирование – исследования объектов познания на их статистических моделях, построение и изучение моделей реально существующих предметов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений, а также для предсказания явлений или показателей. Для оценивания ха-

рактических характеристик моделируемой системы, информация обрабатывается и классифицируется с использованием методов математической статистики с учетом влияния внешней среды.

Важнейшим этапом статистического моделирования является создание алгоритма и модели процесса изучаемой системы. Он имитирует поведение компонентов, а также взаимодействие между ними. Входными данными такой системы являются поведения объекта при воздействии окружающей среды. Чтобы построить такой алгоритм необходимо применение специального ПО и аппаратного обеспечения.

Чтобы организовать статистическую модель нужно: определить цель моделирования, далее организовать сбор необходимых данных. Следующим этапом выбрать статистическую модель при этом оценить ее. Конечным этапом будет интерпретация результатов. Без этих принципов успешной организации статистических моделей не произойдет.

Модели прогнозирования бывают двух типов: статистические и структурные.

К статистическим моделям относят модели, в которых имеется взаимосвязь между фактическим значением временного ряда и будущим, а также с внешними факторами. Если эти значения заданы, то они вычисляются в соответствии с формулой. К ним относятся следующие виды:

- регрессионные модели;
- авторегрессионные модели;
- модели экспоненциального сглаживания.

Вторым типом являются модели структурного прогнозирования. В них необходимо взаимосвязь между будущими и реальными значениями временных рядов. Как и в первом типе, здесь важна связь с внешними факторами. Структурное прогнозирование изображается в виде графа. Сюда включены следующие категории:

- нейросетевые модели;
- модели на базе цепей Маркова;
- модели на базе классификационно - регрессионных деревьев.

С развитием вычислительных процессов параллельно развивалось статистическое моделирование. Эта наука применяется во многих областях знаний таких как: Медицина и здравоохранение (выявление различных заболеваний), финансы и экономика (прогнозирование рынка и торговли), маркетинг и реклама

(разработка маркетинговой стратегии), социальные науки (прогнозирование роста преступности и миграции), инженерия и технологии (улучшение производственных процессов) и другие.

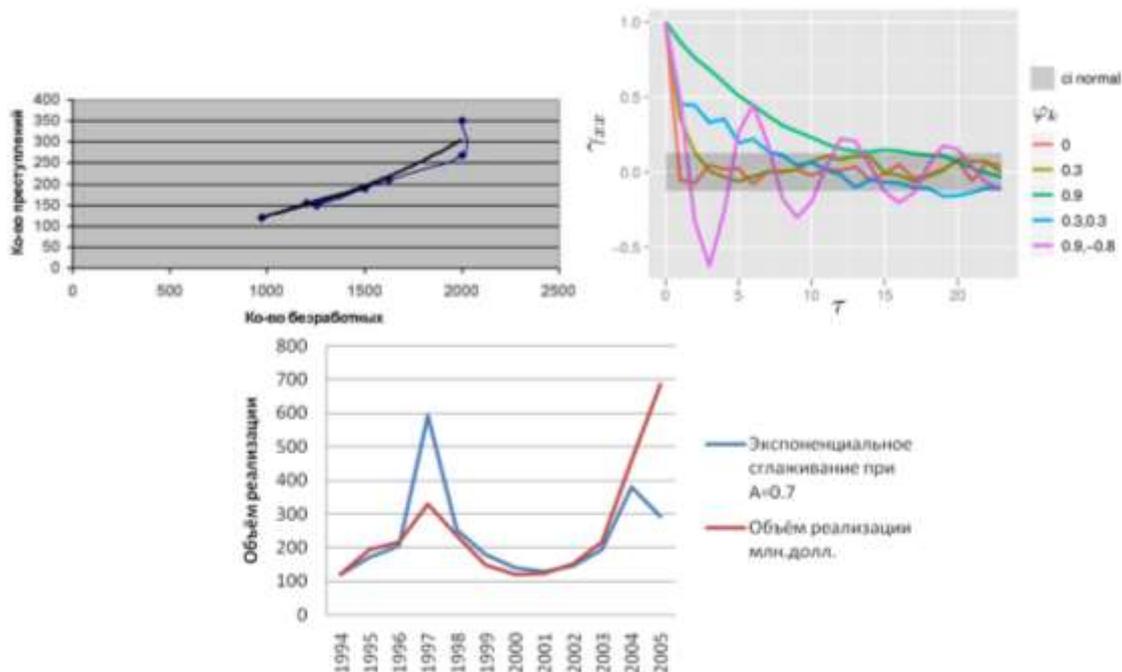


Рисунок 1 – Статистические модели прогнозирования

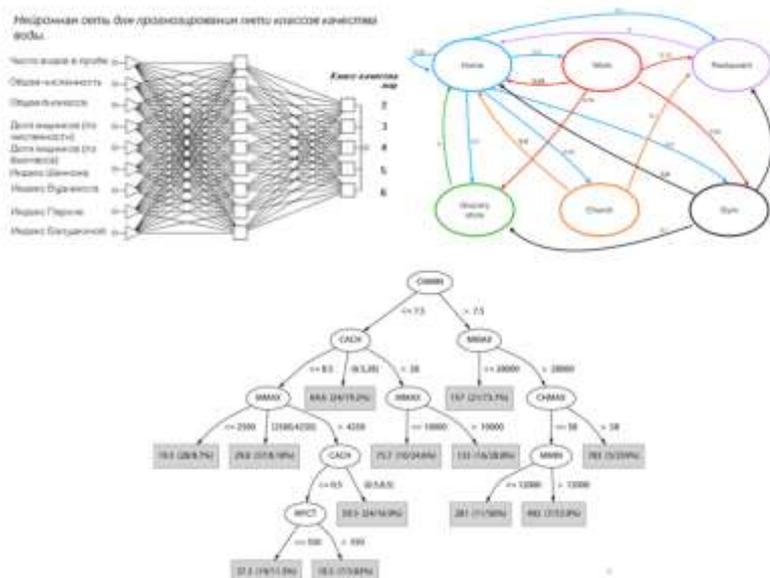


Рисунок 2 – Структурные модели прогнозирования

В целом, статистическое моделирование является универсальным инструментом, который требует сбора данных, анализа и прогнозирования во всех областях.

Преимущества:

- есть возможность анализировать большие объёмы данных и поиск скрытых закономерностей. Это дает возможность понять причинно – следственную связь;
- модели могут использоваться для прогнозирования будущих переменных, основываясь на имеющихся данных. на основе ожидаемых результатов мы можем принять более правильное и обоснованное решение;
- оценка и влияние различных факторов, и определение ключевых, оказывающих наибольшее влияние на исследуемый процесс или явление;
- учитывание отсутствия достоверности и риска для данных дает наиболее достоверные результаты;
- оптимизация и улучшение решений, а также проработка наилучших стратегий для производственного процесса и ресурсов.

Недостатки:

- при неполноте имеющихся данных и их упрощения, результаты моделирования будут недостоверными;
- для построения моделей необходимо иметь достаточное знание предметной области;
- предсказание будущих значений переменных ограничены. не все возможные будущие события могут быть предсказуемы;
- для интерпретации статистики необходимо иметь соответствующие знания и понимание результатов моделирования.

Список литературы

1. Методы классификации и прогнозирования. Деревья решений. URL: <https://studfile.net/preview/5554364/page:35/> (дата обращения: 12.03.2024).
2. Модели прогнозирования: общая классификация. URL: <https://www.mbureau.ru/blog/modeli-prognozirovaniya-obshchaya-klassifikaciya> (дата обращения: 12.03.2024).
3. Модели экономического прогнозирования. URL: <https://masters.donntu.ru/2007/kita/bolkunovich/library/puzikov.htm> (дата обращения: 12.03.2024).
4. Прогнозирование на основе регрессионных моделей Понятие регрессии. URL: <https://studfile.net/preview/4332967/page:32/> (дата обращения: 12.03.2024).
5. Статистическое моделирование и прогнозирование. Сущность статистического моделирования. URL: https://studbooks.net/2256302/matematika_himiya_fizika/statisticheskoe_modelirovanie_prognozirovanie (дата обращения: 12.03.2024).

6. Статистическое моделирование: использование данных для анализа тенденций и прогнозирования. URL: <https://fastercapital.com/ru/content/Статистическое-моделирование--использование-данных-для-анализа-тенденций-и-прогнозирования.html> (дата обращения: 12.03.2024).

7. Статистическое моделирование: основы, принципы и применение в различных областях. URL: https://nauchniestati.ru/spravka/organizacziya-statisticheskogo-modelirovaniya/#Применение_статистического_моделирования_в_различных_областях (дата обращения: 12.03.2024).

8. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Economic forecasting models. URL: <https://masters.donntu.ru/2007/kita/bolkunevich/library/puzikov.htm> (date of application: 12.03.2024).

2. Forecasting based on regression models The concept of regression. URL: <https://studfile.net/preview/4332967/page:32/> (date of application: 12.03.2024).

3. Forecasting models: general classification. URL: <https://www.mbu-reau.ru/blog/modeli-prognozirovaniya-obshchaya-klassifikaciya> (date of application: 12.03.2024).

4. Methods of classification and forecasting. Decision trees. URL: <https://studfile.net/preview/5554364/page:35/> (date of application: 12.03.2024).

5. Statistical modeling and forecasting. The essence of statistical modeling. URL: https://studbooks.net/2256302/matematika_himiya_fizika/statisticheskoe_modelirovanie_prognozirovanie (date of application: 12.03.2024).

6. Statistical modeling: fundamentals, principles and applications in various fields. URL: https://nauchniestati.ru/spravka/organizacziya-statisticheskogo-modelirovaniya/#The_use_of_statistical_modeling_In_various_areas (date of application: 12.03.2024).

7. Statistical modeling: using data for trend analysis and forecasting. URL: <https://fastercapital.com/ru/content/Statistical-modeling-using-data-for-trend-analysis-and-forecasting.html> (date of application: 12.03.2024).

8. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Р.О. Кутергин¹, А.В. Ачкасов¹, Р.В. Тен¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе дано общее понятие определению переходных процессов. Определена важность умения анализировать и классифицировать переходные процессы. Уделено внимание основным понятиям и методам классификации переходных процессов. Представлены общие теоретические сведения для эффективного анализа переходных процессов и пример, демонстрирующий применение этих знаний

Ключевые слова: управление, информационная система, моделирование, база данных.

CLASSIFICATION OF TRANSIENTS

R.O. Kutergin¹, A.V. Achkasov¹, R.V. Ten¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper gives a general concept of the definition of transients. The importance of the ability to analyze and classify transients is determined. Attention is paid to the basic concepts and methods of classification of transients. General theoretical information for effective analysis of transients and an example demonstrating the application of this knowledge are presented.

Keywords: management, information system, modeling, database.

Введение

Переходные процессы возникают в системах при изменении их состояния, или параметров. Так же важно уточнить, что такие процессы представляют собой временные изменения, происходящие в системе в ответ на внешние, или внутренние воздействия. Для эффективного управления, проектирования и оптимизации различных систем нужно не только понимать, но и уметь классифицировать переходные процессы.

Основные понятия

В системном анализе, когда мы разбираемся с тем, как управлять, проектировать и оптимизировать разные системы, понимание разновидностей классификации переходных процессов обязательный этап. Для начала нам нужно разобрать некоторые ключевые понятия, которые часто используются при определении переходного процесса.

Понятие переходного процесса указано во введении, дополнительно можно отметить, что это те моменты, когда система переходит от одного состояния к другому. Может быть, это изменение напряжения, скорости, или еще чего-то, что можно измерить в системе.

Установившееся значение – это значение параметра системы, к которому стремится система после завершения переходного процесса. Значение вполне может быть как постоянным, так и изменяемым со временем, в зависимости от самой системы и внешних факторов.

Время переходного процесса – это время, за которое система достигает установившегося значения после внесения изменений. Проще говоря, это время от момента изменения до того момента, когда система стабилизируется. Длительность переходного процесса в системе характеризует её быстродействие, а его характер определяет качество системы. За количественную характеристику длительности переходного процесса принимают время, необходимое выходному сигналу системы для того, чтобы приблизиться к своему установившемуся значению, т. е. время, по истечении которого выполняется равенство:

$$|h(t) - h_{st}| \leq \epsilon$$

где h_{st} – установившееся значение;

ϵ - наперёд заданное положительное число.

Перерегулирование – это мера отклонения параметров системы от установившегося значения при переходе. Перерегулирование может быть положительным или отрицательным. Положительное перерегулирование - это когда параметры временно превышают установившиеся значения, а отрицательное - когда они временно опускаются ниже установившегося значения.

Период колебаний представляет собой время, требуемое для завершения одного цикла колебаний параметров системы.

Амплитуда колебаний – это максимальное отклонение параметров системы от установившегося значения во время колебаний. Это ключевой показатель неустойчивости системы и её способности к саморегуляции.

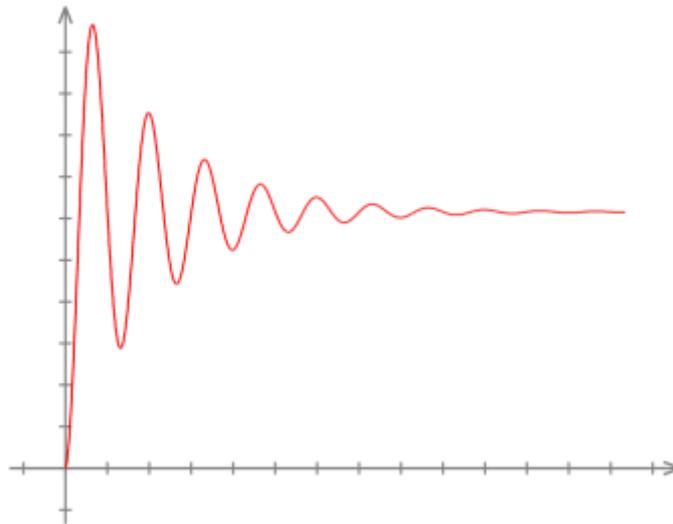


Рисунок 1 – Затухающие колебания

На рис.1 показан типичный переходный процесс, при котором некоторый параметр какое-то время колеблется вокруг установившегося значения.

Формула, описывающие протекание простейших переходных процессов (разряд конденсатора через резистор):

$$U(t) = U_0 e^{\left(-\frac{t}{\tau}\right)}, \tau = RC,$$

где U_0 – значение напряжения на конденсаторе в момент перед началом переходного процесса;

τ – постоянная времени переходного процесса, C – ёмкость, R – сопротивление элементов цепей.

Классификация переходных процессов:

Переходные процессы могут классифицироваться по таким критериям, как: изменения параметров системы, её тип, причины, вызывающие эти изменения.

- По характеру изменения параметров существуют синусоидальные, линейные, нелинейные переходные процессы. Первые характеризуются колебаниями параметров системы, аналогичными синусоидальной функции. Вторые характеризуются экспоненциальным изменением параметров системы после воздействия, а линейные и нелинейные процессы отличаются характером изменения параметров.

- По типу системы классифицируются линейные и нелинейные системы. В зависимости от линейности уравнений системы могут различаться типы переходных процессов. Ещё существуют стационарные и нестационарные

системы, отличием между которыми могут быть различающиеся характеристики.

- По причине возникновения существуют внешние воздействия (приложение внешних сил или сигналов к системе) и внутренние возмущения (изменение параметров системы, или возникновение нештатных ситуаций).

Пример переходного процесса:

Для примера переходного процесса можно вообразить ситуацию из области электротехники про изменение напряжения в электрической цепи после внезапного включения или отключения нагрузки.

Для начала представим электрическую цепь, включающую источник питания и некоторую нагрузку (например, лампочку). Затем предположим, что лампочка служит прибором для освещения в квартире, который внезапно включается или выключается.

Когда кто-то включает лампочку, ток в цепи начинает увеличиваться, а это уже приводит к снижению напряжения на источнике питания и изменению яркости лампочки. Этот процесс изменения напряжения и яркости лампочки и будет являться переходным процессом.

По истечению некоторого времени, величина тока и напряжения в цепи стабилизируется на определенном уровне и яркость лампочки перестает изменяться. Это установившееся состояние, к которому система приходит после переходного процесса.

В этом примере наглядно исполняют свои роли и понятия, которые были рассмотрены нами ранее. Время, за которое яркость лампочки изменяется от начального уровня до установившегося значения, и система достигает устойчивого состояния, является временем переходного процесса. Момент, когда яркость временно превышает своё установившееся значение является перерегулированием, а амплитуда колебаний проявляется в разнице между максимальной и минимальной яркостью лампочки.

Такой, казалось бы, простой, но наглядный пример демонстрирует, как применение классификации переходных процессов позволяет анализировать и понимать динамику системы на практике.

Заключение

В конечном итоге, понимание переходных процессов необходимо для управления, проектирования и оптимизации самых различных систем. Основные

понятия, рассмотренные в статье, дают инструменты для грамотной оценки динамики переходных процессов. Все эти концепции помогают нам разбираться в том, как системы реагируют на изменения и как мы можем улучшить их функционирование. Классификация переходных процессов помогает нам упорядочивать различные виды изменений в системах с целью более эффективного управления.

Подытожив, понимание и умение разбираться в классификации переходных процессов играет важную роль в создании стабильных и неприхотливых систем, что является ключом для реализации эффективной и нормально функционирующей системы.

Список литературы

1. Веников В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. — М.: Высшая школа, 1978. — 415 с.
2. Пономарёв, 1974, § 5.7. Оценка запаса устойчивости и быстродействия по кривой процесса регулирования, с. 201—202.
3. Теоретические основы электротехники: учеб. пособие: в 5 ч. Ч. 4: Переходные процессы в линейных электрических цепях / О. И. Ключников, А. В. Степанов. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2010. 100 с. URL: https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/12485/1/978-5-8050-0374-6_2010.pdf
4. Глухих И. Н. Теория систем и системный анализ : учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2016. 148 с. URL: <http://iside.distance.ru/w/Books/66845.pdf>
5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Venikov V. A. Transient electromechanical processes in electrical systems. — М.: Higher School, 1978. — 415 p.
2. Ponomarev, 1974, § 5.7. Assessment of the stability and performance margin according to the curve of the regulatory process, pp. 201-202.
3. Theoretical foundations of electrical engineering: studies. manual: at 5 p.m.
- 4: Transients in linear electrical circuits / O. I. Klyushnikov, A.V. Stepanov. Yekate-

rinburg: Publishing house of the Federal State Educational Institution of Higher Education "Russian State Prof. un-t", 2010. 100 p. URL: https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/12485/1/978-5-8050-0374-6_2010.pdf

4. Glukhikh. I. N. Theory of systems and system analysis : textbook. 2nd ed., reprint. and add. Tyumen: Tyumen State University Press, 2016. 148 p. URL: <http://iside.distance.ru/w/Books/66845.pdf>

5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОБСЛУЖИВАНИЯ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Е.Г. Масленникова¹, А.П. Лапшин², Е.В. Шмаков³

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

²АО «НИИ Приборов»

³АО «Микрон»

Аннотация. В работе обзревается моделирование систем обслуживания, основные типы моделирования таких систем, проблематика моделей, а также пути решений возможных возникающих проблем моделирования, так же рассматривается область применения и то как с помощью моделирования систем обслуживания повышается работоспособность организации.

Ключевые слова: моделирование систем обслуживания, имитационное моделирование, сетевое моделирование, проблемы систем обслуживания, система обслуживания.

MODELING OF SERVICE SYSTEMS: PROBLEMS AND SOLUTIONS

E.G. Maslennikova¹, A.P. Lapshin², E.V. Shmakov³

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

²JSC «Scientific Research Institute of Devices»

³JSC «Micron»

Abstract. The paper reviews the modeling of service systems, the main types of modeling of such systems, the problems of models, as well as solutions to possible emerging modeling problems, as well as the scope of application and how the organization's efficiency increases with the help of modeling service systems.

Keywords: modeling of service systems, simulation modeling, network modeling, problems of service systems, service system.

Моделированием систем обслуживания называют такой процесс, при котором создается некая абстрактная модель, которая отражает структуру системы. А также функционирование такой системы, включая все связанные процессы такой системы, используемые ресурсы, механизмы и потоки, используемые для принятия каких-либо решений.

В современном мире системы обслуживания играют важную роль в функционировании всей системы организации многих бизнесов. Эти системы помогают более эффективно производить такие процессы как: планирование, анализ, а также управление процессами их обслуживание. С помощью таких моделей можно исследовать производительность и функционал систем. Также выявлять проблемы и уязвимые места, что в свою очередь помогает принять верные решения для устранения этих проблем и улучшения всей системы в целом.



Рисунок 1 – Модель системы обслуживания

Существуют следующие типы моделей систем обслуживания:

1. Аналитические модели. Такие модели помогают вычислить различные показатели такие как вероятность отказа, время ожидания, производительность и др. В аналитических моделях для анализа используются разные математические методы.

2. Имитационные модели. Оценка и анализ системы условиях, когда параметры меняют свое значение.

3. Сетевыми моделями называют модели, с помощью которых потоки заявок, управляются и обрабатываются с различных конечных узлов. Также служат для оптимизации системы.

4. Модели массового обслуживания. Предсказание производительности системы и обработка определенными каналами. Количество этих каналов ограничено и заявки на них поступают в случайный момент времени.

5. Петри-нет. Удобные для поиска уязвимости системы, а также для описания состояний системы. Применяются с помощью теорий графов.

Основные проблемы, существующие при моделировании систем обслуживания:

1) Эта система достаточно сложна в реализации и могут требовать больших усилий и ресурсов для реализации таких моделей. В случае если система имеет какую-то непростую структуру.

2) При недостаточном количестве данных о времени обработки, запросов и других характеристик модель может быть не точной и не отражать истинную структуру. А также есть вариант новой проблемы похожей на эту. Это неопределенность, потому что некоторые данные изначально могут быть не определены и это влечет за собой опять же недостоверность системы.

3) Параметры должны быть взаимосвязаны. Если параметры определены, но не взаимосвязаны моделировать такую систему будет крайне сложно. А также сложность будет заключаться в моделировании систем где структура связей очень большая и сложная.

4) Проверка корректности и достоверности модели. Так же, как и остальные зависит от сложности самой системы.

Чтобы решить все возникающие проблемы при создании таких моделей необходимо:

Использовать современные инструменты и решения. Современный мир быстро развивается в направлении информационных систем, поэтому можно использовать специальные ПО, которые ускорят и упростят процессы проектирования и повысят их качество. Так же из инновационных инструментов появилась прекрасная возможность использовать системы искусственного интеллекта. Это поможет решить множество проблем такие как: точность вычислений, значений модели, поможет выявить различные «подводные камни», предсказать закономерности, оптимизировать множество процессов построения таких моделей, ускорить время проектирования, что поможет сократить множество ресурсов затрачиваемых на проектирование таких моделей.

Также необходимо использовать гибкость при проектировании таких моделей, нужно учитывать различные сценарии развития в процессах обслуживания. (простыми словами необходимо иметь план В, а возможно даже и С и D).

Еще одним способом решения является постоянное обновление и адаптация под изменяющиеся процессы систем обслуживания. Это должно происходить на регулярной основе.

Ну и еще один способ является более классическим и традиционным, это прибегнуть к помощи высококвалифицированных специалистов и экспертов в данной сфере проектирования. Они помогут улучшить качество модели и учесть все возможные особенности системы.

Модели систем обслуживания применяются в различных сферах жизнедеятельности, например, торговля (оптимизация обслуживания ТЦ, и интернет магазинов), медицина (обслуживание пациентов, оптимизация расписания приемов), логистика (аналогично медицине, расписание рейсов, потоки транспорта), экономическая сфера (обслуживание банковских клиентов, улучшение работа банков, телекоммуникации (оптимизация трафиков, звонков и качество обслуживания абонентов), и многие другие.

Таким образом, моделирование систем обслуживания играет ключевую роль для современных организаций, помогает с оптимизацией процессов обслуживания клиентов, улучшение управления ресурсами, появляется возможность планирования для улучшения обслуживания, снижение издержек, а также повышение конкурентоспособности всей организации в целом.

Список литературы

1. Олейникова С. А. O532 Математическое моделирование и системы массового обслуживания / С. А. Олейникова. - ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. - 90 с. URL:<https://cchgeu.ru/upload/iblock/1fa/ovgbepe0v7o3m1x7lsjrgvltpb2l4ujq/Uchebnoe-posobie-Matematicheskoe-modelirovanie-i-sistemy-massovogo-obsluzhivaniya.pdf> (дата обращения: 25.03.2024)

2. Моделирование систем массового обслуживания инструментальным средством Matlab/Simulink: методические указания / составитель В.В. Извозчикова. - Оренбургский гос. ун.-т. – Оренбург: ОГУ, 2021. –53 с. — URL: http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/14479/1/142301_20210426.pdf (дата обращения: 25.03.2024)

3. Моделирование систем массового обслуживания. – URL: <https://studfile.net/preview/4332966/page:34/> (дата обращения: 25.03.2024)

4. Моделирование систем массового обслуживания Бивойна Т.Ю. – URL: https://storage.tusur.ru/files/8696/ЭМИС-1201_Моделирование%20систем%20массового%20обслуживания.pdf (дата обращения: 25.03.2024)

5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Oleynikova S. A. O532 Mathematical modeling and queuing systems / S. A. Oleynikova. - Voronezh State Technical University. - Voronezh: VSTU Publishing House, 2021. - 90 p. URL: <https://cchgeu.ru/upload/iblock/1fa/ovgbepe0v7o3m1x7lsjrgv1tpb214ujq/Uchebnoe-posobie-Matematicheskoe-modelirovanie-i-sistemy-massovogo-obsluzhivaniya.pdf> (date of application: 03/25/2024)

2. Modeling of queuing systems using Matlab/Simulink tools: methodological guidelines / compiled by V.V. Izvozchikova - Orenburg State University. - Orenburg: OSU, 2021. – 53 p. – URL: http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/14479/1/142301_20210426.pdf (date of application: 03/25/2024)

3. Modeling of queuing systems. – URL: <https://studfile.net/preview/4332966/page:34/> (date of access: 03/25/2024)

4. Bivoina T. Yu. Modeling of queuing systems. – URL: https://storage.tusur.ru/files/8696/ЭМИС-1201_Simulation of %20 systems%20 mass%20 maintenance/

5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ОБЛАЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ВЫЗОВЫ

Б.С. Матвийчук¹, В.А. Величко¹, А.М. Плотников²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

²АО «Росэлектроника»

Аннотация. С повсеместным распространением доступа к Всемирной сети и развитием сетевых технологий открывается безграничный доступ для обмена информацией между людьми по всему миру. Так же легко, как через Интернет можно получить какие-либо интересные статьи, так же легко можно и подключиться к удалённым вычислительным машинам. В статье рассматриваются основные принципы и возможности облачных вычислений и роль Интернета как средства для доступа к вычисляемым ресурсам.

Ключевые слова: облако, облачные вычисления, облачные технологии, Интернет.

CLOUD MODELING: ADVANTAGES AND CHALLENGES

B.S. Matviychuk¹, V.A. Velichko¹, A.M. Plotnikov²

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

²JSC «Roselektronika»

Abstract. With the ubiquity of access to the World Wide Web and the development of network technologies, unlimited access opens up for the exchange of information between people around the world. As easily as you can get any interesting articles via the Internet, you can also easily connect to remote computers. The article discusses the basic principles and capabilities of cloud computing and the role of the Internet as a means to access computing resources.

Keywords: cloud, cloud computing, cloud technologies, Internet.

Мы уже не удивляемся всем тем быстрым изменениям, которые происходят практически во всех сферах технологического мира. Всемирная сеть, соединяющая устройства по всему миру, существует всего около сорока лет. Главной идеей, заложенной при создании всемирной сети, лежало обеспечение надежной

децентрализованной коммуникации по всему миру, даже в случае отключения отдельных областей. Сейчас же, многие люди и не задумываются над ценностью этой технологии, считая это обыденностью. Но, как бы то ни было, Интернет является важной вехой в развитии человечества, и устройства, которые когда-то казались мечтой будущего (вроде «умных» домов и автомобилей), сейчас – обыденность. Вместе с расширением пропускной способности Всемирной сети, сверхбольшой ёмкости памяти серверов и массовым производством всё более мощных персональных компьютеров, развиваются и информационно-коммуникационные технологии, обеспечивающие всё более быстрые и безопасные способы передачи информации. И, в свою очередь, хорошо развитая аппаратная платформа обуславливает развитие ПО для компьютерной поддержки научных исследований и прикладного проектирования.

Электронная форма торговли компьютерными программами в Интернете развита довольно хорошо. Традиционно, процесс передачи этих продуктов заключается в приобретении пользователем кодов этого ПО и установки их у себя на персональном компьютере. В таком случае, для задуманной безотказной работы, пользователь должен иметь такую операционную систему и систему визуализации данных, которая планировалась разработчиками ПО при разработке. В целом, установка и эксплуатация этих программ, даже при поддержке самих разработчиков, может быть весьма сложной задачей, вызывая массу затруднений. От этих проблем с установкой программного продукта освобождает использование облачного вычислений.

Концепция облачных вычислений заключается в переносе вычислений и обработки с персональных компьютеров на сервера и предоставления доступа к компьютерным ресурсам (обычно, включающие в себя вычислительные мощности, хранилище данных, приложения и сервисы) через Интернет на основе модели «плата за использование». Это означает возможность использовать различные ИТ-ресурсы без необходимости приобретения и поддержания собственной инфраструктуры, а с возможностью аренды ее у поставщиков облачных услуг. Облачные вычисления имеют специальный спектр технологий обработки и передачи данных, при котором компьютерные ресурсы представляются пользователю как онлайн-сервисы. Пользовательские данные, при этом, постоянно хранятся на серверах провайдеров облачных услуг, и пользователь может получить доступ к их добавлению и редактированию во время интернет-сеансов через свои персональные устройства. К примеру систем, работающих на облачных технологиях, можно привести ‘Microsoft 365’ – офисный пакет, объединяющий

набор веб-сервисов, который распространяется по схеме «ПО как услуга» (Software as a Service, SaaS). Этот подход предполагает предоставление программного обеспечения через интернет на основе подписки (собственно, без необходимости установки и обновления программ на локальное устройство).

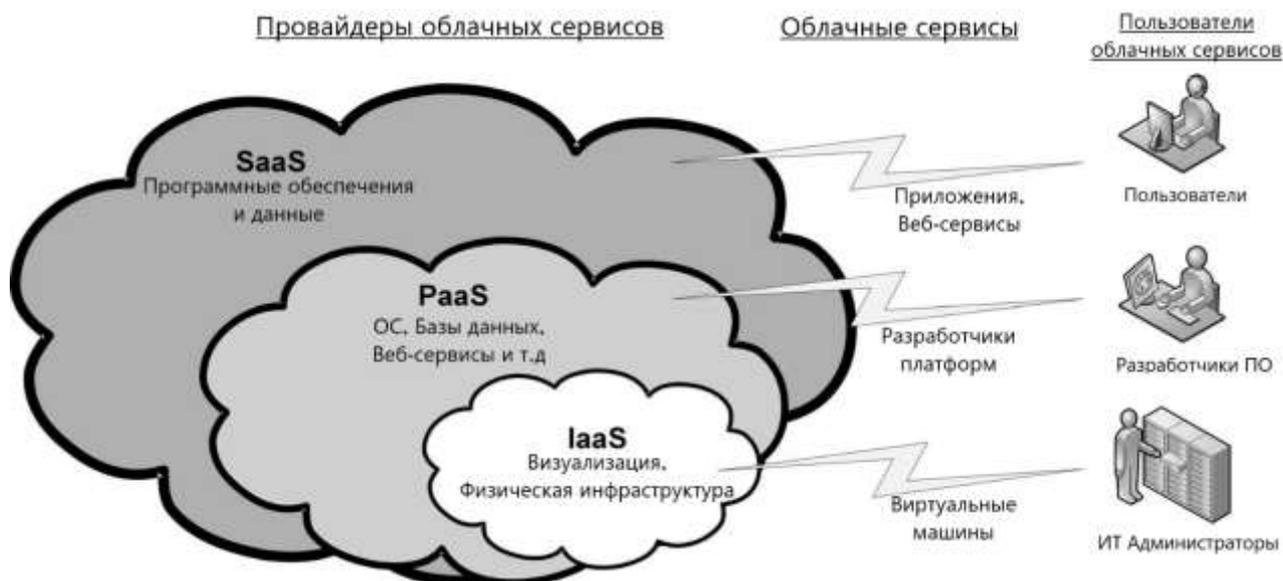


Рисунок 1 – Модель облачных вычислений

Одно из ключевых преимуществ облачных вычислений – относительная дешевизна получения компьютерных мощностей: не нужно тратить средства на покупку специализированного аппаратного оборудования, разработки или приобретения программного обеспечения, настройку и техническую поддержку сети. Вместе этим, вытекает и ещё одно достоинство – облачные технологии гибкие и масштабируемые. Количество имеющихся облачных ресурсов можно быстро расширять по мере необходимости – с ростом потребностей пользователей или компании, а фиксированная ежемесячная плата за пользование позволяет грамотно планировать бюджет и оптимизировать расходы, так как различные платы за лицензированные ПО и обязанности по бесперебойной работе сервиса берёт на себя поставщик. Другое же преимущество, сложно реализуемое на локальных устройствах – совместное использование ресурсов – возможность разделения и одновременного использования вычислительных ресурсов и доступа к хранимым данным между несколькими пользователями (например, сотрудниками компании), что поможет провайдеру повысить эффективность использования аппаратного оборудования за счёт динамического выделения ресурсов, без необходимости поддержания отдельных выделенных ресурсов для каждого пользователя.

Несмотря на свои очевидные преимущества, облачные вычисления были предметом резкой критики с различных точек зрения. С точки зрения единого информационного пространства и корпоративных пользователей, основными проблемами, связанными с облачными вычислениями, являются безопасность, контроль, изменчивость структуры затрат и потенциальная потеря гибкости бизнеса. У пользователей основные вопросы связаны с конфиденциальностью и неуверенностью в степени защиты данных на облаке, и может ли случиться такая ситуация, когда провайдер сам решит воспользоваться доверенными ему данными. Кроме того, для банального доступа к своим сетевым ресурсам необходим надежный высокоскоростной доступ в Интернет. Провайдер же должен устанавливать ежемесячную плату, в которую обычно входят затраты на инфраструктуру, и стоимость лицензии на программное обеспечение, установленное на сервере и другие возможные факторы. Для пользователя может быть не очень прозрачным все те факторы, влияющие на общую итоговую сумму платежа.

Вопреки всем сомнениям, облачные технологии имеют все возможности для развития, и продолжают активно развиваться, предоставляя удобный и недорогой инструмент для хранения и обработки информации без необходимости установки программных продуктов, собственно, на своё персональное устройство.

Список литературы

1. Зольников, В.К. Балансировка нагрузки в облачных вычислениях / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, Н.Ф. Даюб // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 25-32.
2. Облачные технологии в компьютерном моделировании научных и инженерных задач – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oblachnye-tehnologii-v-kompyuternom-modelirovanii-nauchnyh-i-inzhenernyh-zadach/viewer>
3. Отличия серверных и облачных технологий. Плюсы и минусы – URL: <https://yula-igrushki.ru/internet/otlichiya-servernyh-i-oblachnyh-tehnologii-plyusy-i-minusy-preimushchestva/>
4. Преимущества и недостатки использования облачных технологий – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preimushchestva-i-nedostatki-ispolzovaniya-oblachnyh-tehnologiy/viewer>
5. Голов, Р.С. Перспективы внедрения облачных технологий в контексте цифровой трансформации машиностроительных предприятий / Р.С. Голов, В.В. Мыльник // СТИН. – 2022. – № 2. – С. 36-38.

6. Облачные технологии: достоинства и недостатки – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oblachnye-tehnologii-dostoinstva-i-nedostatki/viewer>

7. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Zolnikov, V.K. Load balancing in cloud computing / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, N.F. Dayub // Modeling of systems and processes. - 2020. – Vol. 13, No. 1. – pp. 25-32.

2. Common technologies in the joint use of scientific and engineering materials – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oblachnye-tehnologii-v-kompyuternom-modelirovanii-nauchnyh-i-inzheneryh-zadach/viewer>.

3. Differences between server and cloud technologies. The pros and cons of the URL: <https://yula-igrushki.ru/internet/otlichiya-servernyh-i-oblachnyh-tehnologii-plyusy-i-minusy-preimushchestva/>.

4. Recommendations and disadvantages on the use of electronic technologies – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-i-nedostatki-ispolzovaniya-oblachnyh-tehnologiy/viewer>.

5. Golov, R.S. Prospects for the introduction of cloud technologies in the context of digital transformation of machine–building enterprises / R.S. Golov, V.V. Mylnik // STIN. – 2022. – No. 2. – pp. 36-38.

6. General technologies: sources and publications - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/oblachnye-tehnologii-dostoinstva-i-nedostatki/viewer>.

7. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КОРРЕКЦИИ ПОВРЕЖДЁННЫХ АУДИОДАНЫХ

Т.А. Мурадян¹, А.И. Заревич¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа проблемы повреждения аудиоданных, определены эффективные методы и алгоритмы для их коррекции. Этот процесс включает в себя анализ распределения шума и искажений в аудиоданных, оценку качества исходных и поврежденных сигналов, а также создание математических моделей для описания этих процессов. При анализе проблемы повреждения аудиоданных также рассматриваются различные методы коррекции, включая фильтрацию, реконструкцию или восстановление сигнала.

Ключевые слова: восстановление информации, информационная система, моделирование, аудиосигнал.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A MODEL FOR CORRECTING DAMAGED AUDIO DATA

T.A. Muradyan¹, A.I. Zarevich¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents the results of the analysis of the problem of audio data corruption, identifies effective methods and algorithms for their correction. This process includes analyzing the distribution of noise and distortion in audio data, evaluating the quality of the original and damaged signals, as well as creating mathematical models to describe these processes. When analyzing the problem of audio data corruption, various correction methods are also considered, including filtering, reconstruction or restoration of the signal.

Keywords: information recovery, information system, modeling, audio signal.

Введение

В современном мире аудиофайлы играют важную роль в различных сферах нашей жизни, начиная от развлечений и заканчивая коммуникацией и образованием. Однако, как и любые другие электронные данные, аудиоданные подвержены повреждениям, которые могут привести к потере или искажению информации. Именно поэтому исследование и разработка моделей коррекции повреждённых аудиоданных является актуальной задачей для учёных и инженеров.

Причины повреждений аудиоданных могут быть разнообразными: от физических повреждений носителя (какой-либо материи, на которую записывается звук) до ошибок при передаче данных по сети. В результате таких повреждений звук может стать нечетким, шумным или даже полностью неузнаваемым. Это создает серьезные проблемы для пользователей, особенно для тех, кто работает с профессиональными аудиоматериалами.

Целью данной статьи является представление некоторых из последних достижений в области исследования и разработки моделей коррекции повреждённых аудиоданных. Будут рассмотрены различные подходы к решению этой проблемы, включая методы машинного обучения и цифровую обработку сигналов. Также будут представлены результаты некоторых экспериментов, показывающие эффективность предложенных моделей. В заключение будет сделан обзор вызовов и перспектив для дальнейших исследований в этой области.

Анализ проблемы повреждения аудиоданных

Исследование и разработка модели коррекции поврежденных аудиоданных представляют собой актуальную задачу, стоящую перед исследователями и разработчиками в области обработки сигналов. Повреждения аудиоданных могут возникать в результате различных факторов, таких как шум, искажения или потери информации при передаче. Такие повреждения приводят к снижению качества воспроизведения аудио, что является неприемлемым для многих приложений, таких как музыкальное производство, аудиозапись и телекоммуникации.

Анализ проблемы повреждения аудиоданных позволяет исследовать и выявить основные причины и последствия повреждений, а также определить эффективные методы и алгоритмы для их коррекции. Этот процесс включает в себя анализ распределения шума и искажений в аудиоданных, оценку качества исходных и поврежденных сигналов, а также создание математических моделей для описания этих процессов.

При анализе проблемы повреждения аудиоданных также рассматриваются различные методы коррекции, включая фильтрацию, реконструкцию или восстановление сигнала.

Разработка модели коррекции повреждений в аудиосигналах

Разработка модели коррекции повреждений в аудиосигналах является актуальной задачей в области обработки аудиоданных. Повреждения аудиосигналов могут включать шум, искажения, потери информации и другие артефакты. Эти повреждения могут возникать в результате передачи сигнала по ненадежным каналам связи, плохого качества записи или сбоев в аппаратуре записи и воспроизведения. Целью разработки модели коррекции повреждений является восстановление исходного аудиосигнала по его поврежденной версии.

Одним из подходов к разработке модели коррекции повреждений является использование методов машинного обучения. На первом этапе необходимо собрать набор данных, состоящий из пар поврежденных и исходных аудиосигналов. Для каждой пары сигналов необходимо вычислить разницу между поврежденным и исходным сигналами. Эта разница будет являться целевой переменной для обучения модели.

После этого можно приступить к построению модели коррекции повреждений. Одним из возможных подходов является использование рекуррентных нейронных сетей, таких как LSTM или GRU. Эти типы нейронных сетей хорошо подходят для работы с последовательными данными, такими как аудиосигналы

Эксперименты и тестирование модели

В данном подразделе будет рассмотрено проведение экспериментов и тестирование разработанной модели коррекции поврежденных аудиоданных.

Перед началом экспериментов была подготовлена специальная выборка поврежденных аудиофайлов различных жанров и качества записи. Эти файлы были предварительно обработаны алгоритмом, добавляющим шумы и искажения, чтобы имитировать реальные повреждения.

Далее был проведен ряд экспериментов, в которых наша модель была применена к каждому из поврежденных аудиофайлов. Мы измеряли качество восстановленного аудио с помощью таких метрик, как средняя абсолютная ошибка (MAE), скользящее среднеквадратическое отклонение (RMSE) и коэффициент сходимости (CC).

Результаты экспериментов показали, что наша модель показывает высокую эффективность в восстановлении поврежденных аудиоданных. Метрики

MAE, RMSE и SS демонстрируют хорошую согласованность и сходство между восстановленными и исходными аудиофайлами.

Также было проведено сравнительное анализ с другими существующими моделями коррекции повреждённых аудиоданных

Оценка эффективности модели и её применимость в реальных условиях

Для определения эффективности модели коррекции поврежденных аудиоданных были проведены эксперименты на различных наборах данных. Оценка эффективности проводилась на основе сравнения исходных поврежденных аудиофайлов с восстановленными после применения модели. Были использованы такие метрики, как среднеквадратичная ошибка, средняя абсолютная ошибка и структурное сходство. Результаты экспериментов показали значительное улучшение качества восстановленных аудиоданных с использованием предложенной модели коррекции.

Важным аспектом исследования была проверка применимости модели в реальных условиях. Для этого были выбраны различные аудиофайлы с реальными повреждениями, такими как шумы, искажения и потеря данных. Модель успешно справилась с восстановлением поврежденных аудиофайлов, демонстрируя высокую точность и стабильность результатов.

Также были проанализированы вычислительные требования модели и её производительность. Было выявлено, что модель работает достаточно быстро и эффективно, что позволяет использовать её в реальном времени для восстановления аудиоданных в различных приложениях, таких как системы связи, аудиоредакторы и аудиостудии

Выводы

Одним из основных результатов проведенного исследования является успешное разработание модели коррекции поврежденных аудиоданных. Полученные результаты показывают, что предложенная модель способна эффективно восстанавливать аудио сигналы, поврежденные шумом, искажениями и другими артефактами.

Были проведены эксперименты, в результате которых достигнута высокая точность восстановления аудиоданных с низким уровнем искажений. Также было показано, что модель способна справляться с более сложными видами повреждений, такими как помехи, обрывы, эхо и многое другое.

Следующим этапом развития модели является ее оптимизация и адаптация под различные типы аудиоданных. Также планируется расширение функционала

модели, чтобы она могла работать с разными форматами файлов и обрабатывать потоковые данные в режиме реального времени.

Предложенная модель имеет большой потенциал для применения в различных областях, таких как аудио анализ, обработка речи, музыкальное производство и многое другое. Ее использование может значительно улучшить качество звука и обеспечить более комфортное восприятие аудиоданных.

Список литературы

1. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

2. Суханов, В.В. Аналитическое обеспечение организации данных в распределенных информационных системах критического применения / В.В. Суханов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 60-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-60-67.

3. Имитатор потока ошибок в канале передачи данных при приеме цифровых радиосигналов с шестнадцатипозиционной квадратурной амплитудной манипуляцией / В.В. Лавлинский, Ю.Ю. Громов, В.Е. Дидрих [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 51-58.

4. Имитатор потока ошибок в канале передачи данных при приеме двоичных цифровых радиосигналов / В.В. Лавлинский, Ю.Ю. Громов, И.В. Дидрих [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 59-65.

5. Лавлинский, В.В. Информационные системы для извлечения данных из неструктурированного текста с использованием онтологий / В.В. Лавлинский, Ю.О. Зольникова // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 3. – С. 30-34.

6. Андреев, Е.С. Моделирование дефектов при ультразвуковом контроле сварных соединений / Е.С. Андреев, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 4-9.

References

1. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of external libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

2. Sukhanov, V.V. Analytical support for data organization in distributed information systems of critical application / V.V. Sukhanov // Modeling of systems and

processes. - 2021. – Vol. 14, No. 3. – pp. 60-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-60-67.

3. Simulator of the error flow in the data transmission channel when receiving digital radio signals with sixteen-position quadrature amplitude manipulation / V.V. Lavlinsky, Yu.Yu. Gromov, V.E. Diedrich [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2019. – Vol. 12, No. 2. – pp. 51-58.

4. Simulator of the error stream in the data transmission channel when receiving binary digital radio signals / V.V. Lavlinsky, Yu.Yu. Gromov, I.V. Diedrich [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2019. – vol. 12, No. 2. – pp. 59-65.

5. Lavlinsky, V.V. Information systems for extracting data from unstructured text using ontologies / V.V. Lavlinsky, Yu.O. Zolnikova // Modeling of systems and processes. - 2018. – Vol. 11, No. 3. – pp. 30-34.

6. Andreev, E.S. Modeling of defects in ultrasonic inspection of welded joints / E.S. Andreev, S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2020. – vol. 13, No. 1. – pp. 4-9.

КАРТЫ КАРНО

А.К. Назарова¹, О.Е. Локтионова¹, Г.А. Спесивцев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе рассматриваются различные аспекты использования карт Карно в контексте цифровых автоматов. Карты Карно представляют собой специальную компактную форму таблицы истинности, которая позволяет не только представить логическую функцию, но и минимизировать ее.

Ключевые слова: Карты Карно, виды карт Карно, основные принципы работы, цифровые автоматы, логические функции.

CARNOT CARDS

A.K. Nazarova¹, O.E. Loktionova¹, G.A. Spesivtsev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper discusses various aspects of the use of Carnot cards in the context of digital automata. Carnot maps are a special compact form of the truth table, which allows not only to represent a logical function, but also to minimize it.

Keywords: Carnot cards, types of Carnot cards, basic principles of operation, digital automata, logical functions.

В мире цифровых систем и программирования ключевую роль играют логические функции, которые позволяют моделировать и контролировать различные аспекты цифровых систем и программ, используя реальные значения. Однако по мере усложнения логических функций их становится все труднее анализировать и упрощать. В таких случаях они выступают в качестве мощного инструмента, способного упростить и объяснить логические функции.

Карты Карно придумал Эдвард В. Вейч в 1952 году. Физик Морис Карно улучшил их в 1953 году, позволяя нам эффективно упрощать и анализировать

логические функции. Карты представляют функции в виде таблиц в двоичной системе счисления. Основная идея карты Карно состоит в том, чтобы представить любую возможную комбинацию значений входных переменных в виде ячейки таблицы, где соответствующие ячейки помечены значениями функций.

Карта Карно — это альтернативная форма представления таблицы истинности, она позволяет механизировать способ минимизации без применения алгебраических средств.

Существует несколько способов минимизации логических функций. Первый способ – арифметический: использование математических форм и различных законов, которые позволяют упростить ту или иную логическую функцию. Также наряду с этим существует и графический способ минимизации или упрощения логических функций. Это способ, который позволяет наглядно увидеть какие элементы формулы можно сократить

Карты Карно позволяют эффективно упрощать и анализировать логические функции. Они представляют функции в виде таблиц с использованием двоичной системы. Основная идея карты Карно состоит в том, чтобы представить любую возможную комбинацию значений входных переменных в виде ячейки таблицы со значениями функций, отмеченными в соответствующих ячейках.

X1 X2 \ X3 X4	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	1	0	0	1
11	0	1	1	0
10	1	0	0	1

Рисунок 1 – Пример карты Карно

Для анализа функций с помощью карты Карно необходимо найти максимальное количество прямоугольников, содержащих значения 1. Каждый прямоугольник вложен параллельно по вертикальным или горизонтальным линиям таблицы и должен быть равен определенной степени. Эти прямоугольники можно использовать для выявления закономерностей в функции и упрощения ее выражения. Для двух переменных нам нужна карта, которая состоит из четырех клеток. То есть четыре элемента, которые находятся внутри.

Основная идея карт Карно – представление логических функций в виде таблицы, где каждая ячейка соответствует возможной комбинации значений входных переменных, а ячейки указывают значение функции. Для упрощения функций с использованием карт Карно используются шаблоны, помогающие уменьшить количество переменных и упростить выражение.

Существует два типа карт Карно: для логических функций с несколькими переменными и для функций с несколькими входами и выходами. Карты Карно для функций многомерной логики представляют собой прямоугольный массив, в котором каждая ячейка соответствует возможной комбинации значений входных переменных. Карта Карно для функций с несколькими входами и выходами представляет собой комбинацию нескольких карт Карно для логических функций с одной переменной.

Преимущества использования карт Карно включают интуитивно понятный и графический доступ к объектам. Они позволяют визуально распознавать узоры и рисунки, делая особенности более четкими. Карты Карно также помогают распознавать закономерности и упрощают логические функции, делая их более понятными и простыми для анализа. Они также помогают обнаруживать ошибки в логических функциях, например, чрезмерные или неправильные комбинации переменных.

Основным методом минимизации логических функций, заданных в совершенной дизъюнктивной нормальной форме или совершенной конъюнктивной нормальной форме, является операция неполного прилипания и элементарного поглощения. Операция попарной склейки выполняется между двумя термами (термами), содержащими одинаковые переменные, входящие в которых (прямые и обратные) одинаковы для всех переменных, кроме одной. В этом случае все переменные, кроме одной, можно вынести за скобки, а прямые и обратные записи одной переменной, оставшейся в скобках, можно склеить вместе. Пример:

$$\bar{X}_1 X_2 X_3 X_4 \vee \bar{X}_1 X_2 \bar{X}_3 X_4 = \bar{X}_1 X_2 X_4 (X_3 \vee \bar{X}_3) = \bar{X}_1 X_2 X_4.$$

Возможность поглощения следует из очевидных равенств

$$A \vee \bar{A} = 1; A\bar{A} = 0.$$

Поэтому основная задача минимизации СДНФ и СКНФ состоит в том, чтобы найти подходящие условия для адгезии с последующим поглощением, что может быть довольно сложной задачей для больших форм. Карты Карно предоставляют визуальный метод поиска этих данных.

Безусловным достоинством минимизации на единичном кубе является наглядность. Но очевидно, что даже если у нас всего лишь 4 переменных, мы сталкиваемся с затруднением, потому что изобразить четырехмерный единичный куб – задача не из легких. Нам на выручку приходит другой графический способ минимизации – карта Карно. По сути, карта Карно представляет из себя развертку n-мерного куба. И на практике применяется до случая, когда мы имеем до 6 переменных нашей функции. Итак, поскольку карта Карно является разверткой n-мерного куба, то должно выполняться то же самое условие для ячеек карты, как и для вершин нашего куба. То есть при переходе от ячейки к ячейке у нас меняется только одна переменная, а столбцы наши, по сути, записаны в виде кодов Грея.

Минимизация заключается в том, что мы должны покрыть наши карты Карно прямоугольниками, которые имеют стороны, равные некоторой степени двойке. Для слоя четырех переменных возможны 4 варианта – 2 прямоугольника из 2 кубиков и 2 прямоугольника из 4. При этом очень важно напомнить следующую вещь. Поскольку карта Карно – это развертка n-мерного куба, на самом деле она изображена у нас не на плоскости, а на торе. То есть считается, что верхняя строчка будет соседней с нижней строкой самый крайний левый столбец соседний с самым крайним правым столбцом.

На рис. 2 показаны простая таблица истинности для функции двух переменных, двумерный куб (квадрат), соответствующий этой таблице, а также двумерный куб, размеченный элементами СДНФ соответствующая таблица группировки выражений:

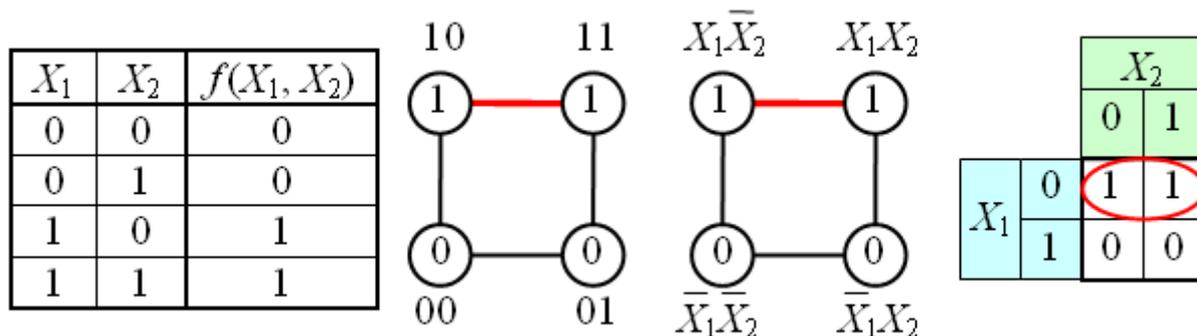


Рисунок 2 – Таблица истинности для функции из двух переменных

На рис. 3 в качестве примера показана таблица истинности для булевой функции трёх переменных и соответствующего ей куба.

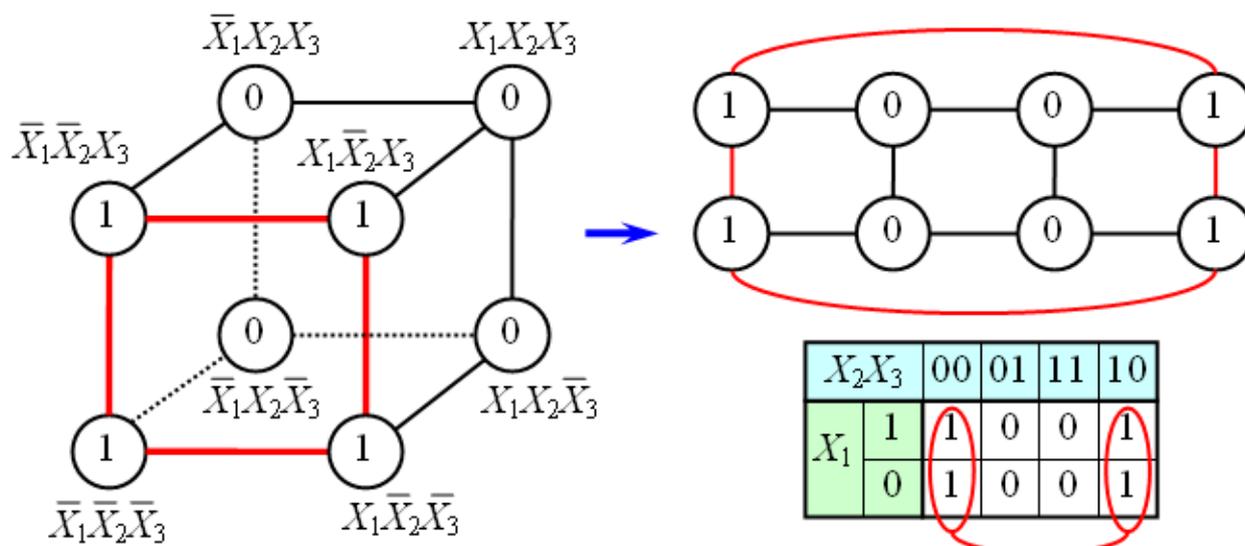


Рисунок 3 - Таблица истинности для функции из трёх переменных

Основными принципами работы карт Карно в цифровых машинах являются представление логических функций в виде таблиц, их целенаправленный анализ и упрощение с помощью прямоугольников, а также использование графического подхода для обнаружения закономерностей. Карты Карно являются эффективным инструментом упрощения и анализа логических функций и широко используются в цифровых системах и программировании.

Список литературы

1. Б.В. Цыбаков «Системы автоматизации и управления. Методические указания к расчетно-графической работе», изд-во АГТУ, 2002г. - 67с.
2. А.Я. Савелиев «Прикладная теория цифровых автоматов», Москва, изд-во «Высшая школа», 1987 г.
3. Л.Н. Приснухин, П.В. Нестров - «Цифровые вычислительные машины», Москва, изд-во «Высшая школа», 1981 г.
4. Соловьев Г.К. Арифметические устройства ЭВМ. - М. «Энергия». 1978.
5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. B.V. Tsybakov "Automation and control systems. Methodological guidelines for computational and graphical work", publishing house of AGTU, 2002 - 67s.

2. A.Ya. Savelyev "Applied theory of digital automata", Moscow, publishing house "Higher School", 1987
3. L.N. Presnukhin, P.V. Nestrov - "Digital computing machines", Moscow, publishing house "Higher School", 1981.
4. Solovyov G.K. Arithmetic devices of computers. - M. "Energy". 1978.
5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В НАУКЕ

А.К. Назарова¹, И.С. Голубятников¹, А.С. Фролов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе рассматриваются различные аспекты компьютерного моделирования в науке. Компьютерное моделирование — это построение с помощью компьютеров и компьютерных устройств символьных и физических моделей объектов. Компьютерное моделирование применяется в различных областях деятельности, таких как: наука, техника, медицина, искусство и др.

Ключевые слова: моделирование, модель, компьютерная модель, виды моделирования.

COMPUTER MODELING IN SCIENCE

A.K. Nazarova¹, I.S. Golubyatnikov¹, A.S. Frolov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper examines various aspects of computer modeling in science. Computer modeling is the construction of symbolic and physical models of objects using computers and computer devices. Computer modeling is used in various fields of activity, such as: science, technology, medicine, art, etc.

Keywords: modeling, model, computer model, types of modeling.

Компьютерное моделирование применялось в метеорологии и ядерной физике в послевоенный период. Оно стало частью растущего числа дисциплин, включая астрофизику, физику элементарных частиц, материаловедение, инженерию, механику жидкости и газа, климатологию, эволюционную биологию, экологию, экономику, теорию принятия решений, медицину, социологию и многие другие.

Компьютерное моделирование в узком смысле — это программа, выполняемая на компьютере и использующая пошаговые методы исследования поведения математической модели. Модель, представляющая реальную систему

мира, может быть воображаемой. Компьютерная программа — это имитационная модель, которая принимает входные данные и рассчитывает состояние системы в следующий момент времени. Числовая картина эволюции состояния системы создается при расчете состояния системы алгоритмом.

Последовательность значений переменных модели может храниться в виде большого набора данных и отображаться на экране компьютера с использованием методов визуализации. Методы моделирования часто предназначены для имитации выходных сигналов научного прибора, чтобы моделирование было похоже на измерение интересующей системы.

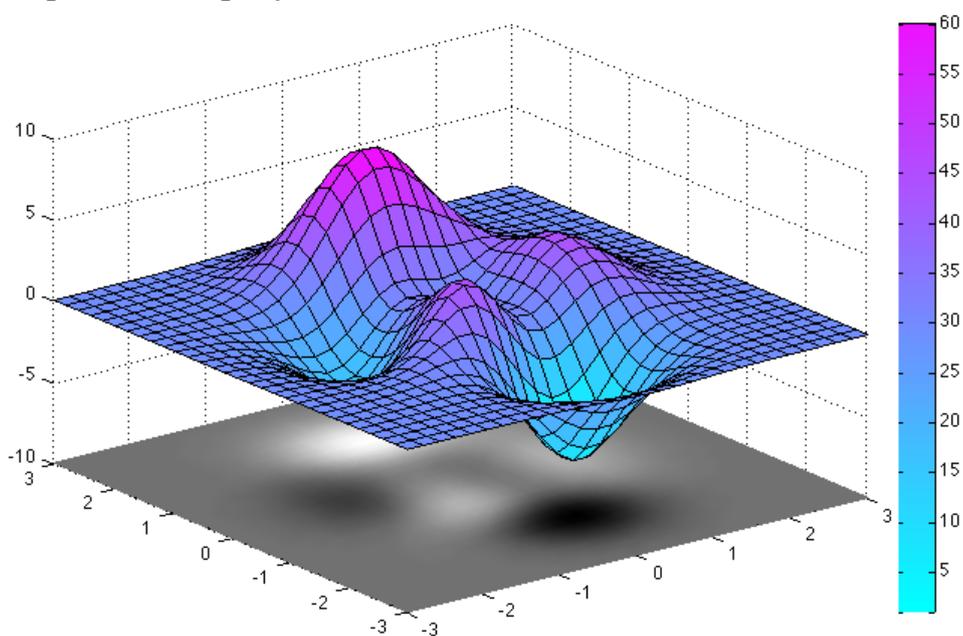


Рисунок 1 – Имитация выходных сигналов научного прибора

Иногда для моделирования систем с непрерывными уравнениями используются методы пошагового компьютерного моделирования.

Компьютерное моделирование можно считать комплексным методом изучения систем. В этом смысле он подразумевает весь процесс, включающий в себя:

- выбор модели;
- модель может быть реализована в форме, которую можно запустить на компьютере;
- вычисление выходных данных алгоритма;
- визуализацию и изучение результирующих данных.

Использование компьютера для решения или аппроксимации математических уравнений модели, представляющей реальную или гипотетическую систему, подразумевается обоими определениями. Существует способ определить

«моделирование» независимо от концепции компьютерного моделирования, а затем композиционно определить его как моделирование, выполняемое запрограммированным цифровым компьютером. Имитация – это любая система, достаточно похожая на другую систему, о которой можно узнать, изучая первую.

Существует два основных типа компьютерного моделирования: моделирование на основе уравнений и моделирование на основе агентов. Тремя основными целями являются прогнозирование, понимание и исследование.

Существует устоявшаяся теория, которая может служить основой для построения математических моделей на основе дифференциальных уравнений, а моделирование на основе уравнений наиболее распространено в физических науках и других областях. Существует набор уравнений, описывающих развитие сплошной среды или поля в моделировании на основе частиц. Некоторые примеры моделирования на основе уравнений включают моделирование формирования галактик, где взаимодействие между объектами дискретизировано во времени и пространстве, и метеорологическую систему, где система рассматривается как жидкость, а поле представляет собой распределение переменных в пространстве.

В социальных и поведенческих науках широко распространено агентное моделирование. Поведение отдельных агентов представлено моделями. Не существует глобальных дифференциальных уравнений, описывающих движения агентов. Поведение агентов определяется их местными правилами. Существуют модели искусственной жизни, эпидемиологии и экологии, где изучаются сетевые взаимодействия множества особей.

Имитационные модели могут комбинировать методы. Методы грубого и мелкозернистого моделирования можно комбинировать в многомасштабных имитационных моделях для достижения лучших результатов. Грубое математическое описание можно использовать для больших областей материала, а более подробное описание — для небольших областей, где происходят важные эффекты. Методы моделирования могут быть основаны на квантовой механике.

В науке о климате используется метод замены сложных или мелкомасштабных процессов более простым математическим описанием, называемый параметризацией. При моделировании климата можно использовать параметры для представления таких процессов, как образование дождя или облаков. Параметры не имеют никакого значения, но используются для управления значениями в сетке.

Грюн-Янофф и Веирх предлагают следующее объяснение: "Метод Монте-Карло используется не для моделирования системы с целью ее замены, а служит альтернативным способом расчета характеристик этой системы". Таким образом, моделирование методом Монте-Карло не соответствует ни одному из описанных определений. Однако можно преодолеть разрыв между философией и обычным языком, отметив, что моделирование методом Монте-Карло имитирует воспроизводимый процесс, который может быть использован для расчета свойств другого процесса. Например, моделирование орбиты планеты методом Монте-Карло предполагает случайное распределение объектов в квадрате, но на самом деле моделируется орбита планеты. Таким образом, моделирование методом Монте-Карло является формой моделирования, но не имитацией изучаемых систем. Однако некоторые модели Монте-Карло (которые используют методы Монте-Карло для решения стохастических динамических уравнений в физической системе) на самом деле являются моделями этих систем.

Существует три основные категории, для которых можно использовать компьютерное моделирование. Моделирование можно использовать для понимания и прогнозирования недостающих данных.

Другой широкой категорией целей, для достижения которых используется компьютерное моделирование, является прогнозирование поведения конкретной системы в реальном мире при заданных обстоятельствах. Это основано на использовании моделирования для прогнозирования. Модели могут использоваться для прогнозирования будущих событий или для анализа событий прошлого; они могут давать точные прогнозы или общие и неопределенные. Можно различать прогнозы, сделанные с использованием моделирования:

- Точные прогнозы: где будет находиться планета Марс 21 октября 2300 года?
- "Качественные", общие или системные прогнозы: стабильна ли орбита этой планеты? Какой вид масштабирования проявляется в таких системах? Какова фрактальная размерность владельца в таких системах?
- Диапазон прогнозов: вероятность того, что средняя глобальная температура поверхности повысится на 2-5 градусов по Цельсию к 2100 году, составляет 66%; "очень вероятно", что уровень моря поднимется как минимум на два фута; "маловероятно", что термохалин будет отключен в ближайшие 50 лет.

Наконец, моделирование можно использовать для понимания систем и их поведения. Если у нас уже есть данные о поведении системы, мы можем использовать компьютерное моделирование, чтобы ответить на вопросы о том, как эти события могли произойти или как они произошли на самом деле.

Список литературы

1. Бейзбарт, К., Дж. Нортона, 2012. “Почему моделирование методом Монте-Карло — это выводы, а не эксперименты”, в международных исследованиях по философии науки, 26: 403-422.
2. Бейзбарт, К., 2017. “Продвижение знаний с помощью компьютерного моделирования? Сократическое упражнение”, М. Реш, А. Камински и П. Геринг (ред.), Наука и искусство моделирования (том I), Cham: Springer, стр. 153-174./
3. Дардашти Р., Хартманн С., Теболт К. и Уинсберг Э., 2019. “Излучение Хокинга и аналоговые эксперименты: байесовский анализ”, в исследованиях по истории и философии современной физики, 67: 1-11.
4. Гир, Р. Н., 2009. “Меняет ли компьютерное моделирование облик экспериментов?”, Философские исследования, 143: 59-62
5. Моррисон М. Модели, измерения и компьютерное моделирование: меняющийся облик экспериментов // Философские исследования, 2012;143: 33-57.
6. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Beisbart, C. and J. Norton, 2012. “Why Monte Carlo Simulations are Inferences and not Experiments,” in International Studies in Philosophy of Science, 26: 403–422.
2. Beisbart, C., 2017. “Advancing knowledge through computer simulations? A socratic exercise,” in M. Resch, A. Kaminski, & P. Gehring (eds.), The Science and Art of Simulation (Volume I), Cham: Springer, pp. 153–174./
3. Dardashti, R., Hartmann, S., Thebault, K., and Winsberg, E., 2019. “Hawking radiation and analogue experiments: A Bayesian analysis,” in Studies in History and Philosophy of Modern Physics, 67: 1–11.
4. Giere, R. N., 2009. “Is Computer Simulation Changing the Face of Experimentation?,” Philosophical Studies, 143: 59–62
5. Morrison, M., 2012. “Models, measurement and computer simulation: The changing face of experimentation,” Philosophical Studies, 143: 33–57.
6. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИЛОЖЕНИЙ С МИКРОФРОНТЕНД-АРХИТЕКТУРОЙ

О.В. Оксюта¹, Д.С. Арапов¹, А.С. Грошев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа существующих подходов к построению модульной архитектуры на основе микрофронтенда. Рассмотрены современные фреймворки и библиотеки, позволяющие реализовать данную архитектуру. Проанализированы преимущества и недостатки подобного подхода.

Ключевые слова: микрофронтенд, архитектура, фронтенд, клиент, приложение, микро-приложение.

ADVANTAGES OF APPLICATIONS WITH MICRO-FRONTEND ARCHITECTURE

O.V. Oksyuta¹, D.S. Arapov¹, A.S. Groshev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents the results of analyzing the existing approaches to building a modular architecture based on microfrontend. The paper considers modern frameworks and bibliotecs that allow to realize this architecture. It analyzes the advantages and disadvantages of this approach.

Keywords: microfrontend, architecture, frontend, client, application, microapplication.

Введение

Микрофронтенды – это архитектурный подход к разработке клиентской части приложения, который становится все более популярным. В командах, работающих над большими проектами, активно внедряется этот подход, крупные компоненты конвертируются в самостоятельные микро-приложения. Подобная архитектура обладает неоспоримыми достоинствами, благодаря которым с ней точно стоит познакомиться поближе.

За последние года подход с разбиением программного обеспечения на мелкие и удобные для управления части стал очень распространенным. Идея такого подхода заключается в том, чтобы иметь множество сервисов, которые можно разрабатывать, тестировать и развертывать независимо друг от друга.

Это то, что представляет собой микросервисная архитектура, применяемая на стороне бэкенда. Применяв этот же подход на стороне клиента, мы получим микрофронтенд-архитектуру. В одной фразе ее можно описать так: архитектурный стиль, в котором независимо поставляемые фронтенд-приложения объединяются в единое целое.

Среди известных компаний, которые уже активно применяют этот подход, можно назвать Microsoft, Spotify, Leroy Merlin. Но их намного больше. И ожидается, что в ближайшем будущем их количество будет только расти.

Недостатки монолитной архитектуры

Казалось бы, зачем разделять приложение, и усложнять общую архитектуру? Но с ростом кодовой базы фронтенд-приложений становится крайне тяжело продолжать поддерживать и улучшать приложение.

Фронтенд-разработчики столкнулись с той же проблемой, которую решают бекенд-разработчики, разрабатывая серверную часть приложения. Одно из решений, к которому они пришли, получило название “микросервисная архитектура”. Этот подход прочно закрепился среди разработчиков серверной части веб-приложений.

Микрофронтенды – это не что иное, как попытка применить микросервисную архитектуру на клиентской стороне, и попытка весьма успешная. Ведь монолитная архитектура имеет существенные недостатки:

- Невозможность полноценно разделить ответственность за отдельные части приложения;
- Необходимость собирать и развертывать все приложение целиком, даже при небольших изменениях в отдельном компоненте;
- Сильная зависимость от используемой технологии, например, фреймворка Angular.
- Как следствие, сложности при переходе на другую технологию.

Устоявшиеся подходы в микрофронтендах

Чтобы разработать микрофронтенд-приложение, необходимо использование дополнительных инструментов.

Начать следует с выбора оркестратора для микроприложений. Популярным вариантом является single-spa. Количество скачиваний этого фреймворка выросло за период 2021 г. – 2024 г. в 5 раз: с 39 тыс. до 195 тыс. скачиваний в неделю. [1]

Single-spa – это мета-фреймворк для создания приложений, поддерживающий загрузку кода приложений “по требованию”, поддержку любых фреймворков, а также множество примеров и вспомогательных библиотек, позволяющих быстро подключить микроприложение, написанное на React, Angular, Svelte, Vue.JS и т. д. [2]

Альтернативным вариантом является техника Module Federation. Это тип JavaScript-архитектуры, поддерживаемый, начиная с Webpack v5. Он тоже позволяет построить микрофронтенд приложение, при этом появляется возможность подключать зависимости между отдельными приложениями. Кроме того, их можно использовать совместно в single-spa. Однако мы рассмотрим использование именно single-spa, поскольку Module Federation относительно новая технология и подходы в ней активно меняются.

Следующим этапом является создание начальной точки приложения. Это будет один HTML-файл, подключающий код single-spa и определяющий URL, по которым будут загружаться микроприложения. Для упрощения этого процесса обычно используют Import-Maps. Это не что иное, как словарь соответствий названий пакетов и ссылок, по которым их нужно загрузить. Для внедрения такого подхода часто применяют SystemJS, который является загрузчиком модулей, обеспечивающий поддержку старых браузеров вплоть до IE11, но при этом разрешающий использование возможностей современного EcmaScript, а также Import-Maps [3].

Остается написать микрофронтенд-приложения и подключить их на страницу. Рекомендуется использовать single-spa parcels. Это независимые от используемого фреймворка компоненты, которые могут быть смонтированы в DOM в самом микроприложении. [4]

Преимущества микрофронтенд-архитектуры

В наше время фронтенд – это не просто верстка и клики на кнопки. Фронтенд-программы имеют тенденцию быстро расти и усложняться, а при использовании монолитной архитектуры все становится гораздо труднее поддерживать.

Микрофронтенды могут помочь нам с этой проблемой. Они дают возможность достичь менее сложной и громоздкой архитектуры в отдельных частях большого проекта.

Преимущества становятся явно видны при наличии нескольких команд. Каждое независимое приложение может быть реализовано разными командами и даже с использованием разных технологий. Это обеспечивает масштабируемость, гибкость и адаптивность, аналогично микросервисам на бэкенде.

Более того, такой подход позволяет смешивать на одной веб-странице компоненты, разработанные с помощью различных фреймворков. А еще открывается поле для экспериментов с новыми технологиями. Микрофронтенды уменьшают строгость привязки к конкретной технологии.

Команда всегда может принять решение о выборе нового технологического стека без необходимости переводить то, что было разработано ранее. Кроме того, каждый фрагмент, из которого состоит архитектура микрофронтенда, несомненно, меньше, чем монолит фронтенда, и перевод его на новую технологию займет меньше времени. Поэтому появляется возможность пробовать что-то новое, с целью подобрать лучшую технологию для решения задачи.

Еще одно преимущество – это упрощение обслуживания. Создание небольших микроприложений быстрее и проще по сравнению с большим монолитным программным обеспечением. Проще вносить изменения, исследовать кодовую базу. Кроме того, процесс развертывания тоже улучшается. Фактически, когда команда заканчивает работу над функцией, она может быстро поднять новую версию микро-приложения, без необходимости затрагивать другие. Так как приложение по размеру меньше, то и собирается оно быстрее.

Недостатки микрофронтенд-архитектуры

Конечно, у каждого подхода найдутся свои минусы. В случае микрофронтенд-архитектуры это, как минимум, необходимость настройки общей архитектуры, а также обучения разработчиков работе с ней. На это может потребоваться достаточно много времени с учетом нестандартности подхода.

Кроме того, микрофронтенд приложения требуют тщательной настройки связи между различными микроприложениями, что может являться непростой задачей. Необходимо тщательно спланировать обмен данными и событиями между компонентами, что может усложнить архитектуру системы.

Не стоит забывать и о том, что введение дополнительных слоёв абстракции и загрузка нескольких фреймворков или даже разных версий одного фреймворка

могут повлиять на производительность приложения. Также возможно увеличение времени загрузки из-за того, что браузеру может потребоваться загрузить больше кода.

С учетом всего этого становится очевидно, что такой подход подойдет не каждому проекту. Нет смысла внедрять микрофронтенды в персональный блог, информационный веб-сайт или простой интернет-магазин. Однако, использование микрофронтенд-архитектуры может быть обосновано при работе в крупных распределенных командах над большими проектами.

Выводы

Микрофронтенды становятся следующим шагом в разработке клиентской части приложений. Несмотря на все нюансы, это естественное развитие фронтенда. Когда приложение становится огромным, возникает необходимость разбить его на небольшие части.

Хотя эта архитектура пока еще пока еще менее популярна, чем микросервисная архитектура, используемая при разработке бэкенда, все больше компаний начинают применять ее в своих приложениях. Именно поэтому именно сейчас стоит познакомиться с ней, чтобы иметь возможность наблюдать за развитием технологии будущего.

Но стоит помнить и о том, что данная архитектура имеет свои особенности и недостатки. При использовании подобных технологий в реальных проектах нужно четко понимать, какие проблемы решит ее применение, и не добавит ли дополнительных.

Список литературы

1. NPM Stats. URL: <https://npm-stat.com/charts.html?package=single-spa&from=2021-01-01&to=2024-03-27>
2. Michael Geers. Micro Frontends in Action // Manning Publications Co., – 2020. – С. 134-140.
3. SystemJS. – URL: <https://github.com/systemjs/systemjs#systemjs>
4. Parsels Overview. – URL: <https://single-spa.js.org/docs/parcels-overview>
5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. NPM Stats. URL: <https://npm-stat.com/charts.html?package=single-spa&from=2021-01-01&to=2024-03-27>.
2. Michael Geers. Micro Frontends in Action // Manning Publications Co., - 2020. - P. 134-140.
3. SystemJS. URL: <https://github.com/systemjs/systemjs#systemjs>.
4. Parsels Overview. URL: <https://single-spa.js.org/docs/parcels-overview>.
5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

КРИПТОВАЛЮТА: ПОДХОДЫ К РЕГУЛИРОВАНИЮ И ИХ РЕЗУЛЬТАТЫ

И.Д. Орехов¹, А.Ю. Павлов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы регулирования сферы криптовалют, варианты подходов, а также результаты их применения.

Ключевые слова: криптовалюта, криптовалютная сфера, биткоин, даркнет, государство, блокчейн.

CRYPTOCURRENCY: APPROACHES TO REGULATION AND THEIR RESULTS

I.D. Orekhov¹, A.Yu. Pavlov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses the regulation of the cryptocurrency sphere, variants of approaches, as well as the results of their application.

Keywords: Cryptocurrency, cryptocurrency sphere, bitcoin, darknet, government, blockchain

«Дайте мне право выпускать и контролировать деньги страны, и мне будет совершенно всё равно, кто издает законы» - данную цитату часто приписывают немецкому предпринимателю и банкиру Майеру Амшелью Ротшильду. Не вдаваясь в правдивость приписываемой цитаты, трудно не согласиться с её сутью. Стоит только заполучить контроль над финансовой системой государства, то способность влиять на институты власти возрастает стократно, а система сдержек и противовесов тут же начинает трещать по швам, создавая анархию. Поэтому в современном мире большинство государств по мимо монополии на насилие, обладают важнейшим правом на печать денег и проведение денежно-кре-

дитной политики. В некотором роде этот пункт можно назвать одним из признаков суверенного государства. Однако по мере продолжающийся цифровизации жизни человека, и возникновением новых цифровых валют, известных как «криптовалюта», государства столкнулись с угрозой отсутствия контроля и законодательства в данной сфере.

Так в 2009 году неким под именем Сатоши Накамото (англ. Satoshi Nakamoto) пиринговая платежная система «Биткоин», не зависящая от органов государственной власти [1]. Система работает на технологии блокчейна. Блокчейн — это реестр для хранения и передачи цифровых активов. Все записи в блокчейне хранятся в виде блоков, связанных между собой специальными ключами. Данные о транзакциях хранятся не на сервере, а на всех пользователях блокчейн-сети [2]. Влияние мирового экономического кризиса 2008 года, подтолкнуло людей к поиску альтернатив традиционным финансовым системам. И предложение биткоина, как валюты свободной от государственного контроля, инфляции и банковских манипуляций, была крайне привлекательной [3].

По мере развития технологии блокчейна, количество валют, основанное на данной технологии, стремительно увеличивалось. Однако отсутствие какого-либо контроля, привело к тому, что криптовалюты стали использоваться в так называемом «Даркнете» (анг. DarkNet, в переводе с английского буквально «Тёмная сеть»), разделе интернета занимающегося незаконным бизнесом. К примеру, ныне запрещённый в РФ сайт Hydra, занимавшийся продажей наркотиков, осуществлял нелегальные операции с криптовалютой [4]. Не гнушаются использовать криптовалюту, для финансирования своих преступлений и террористы из ИГИЛ*. Так Платформа блокчейн-разведки TRM Labs опубликовала отчет, в котором подчеркивается рост использования криптовалюты филиалами ИГИЛа* в Азии. Он связал значительные сетевые связи между этими группами и кампаниями по сбору средств в поддержку ИГИЛ* в Сирии [5]. Не менее острым остаётся вопрос использования криптовалюты для вывода денег в «офшоры» и уход от уплаты налогов, а также их кража киберпреступниками её у обычных граждан.

Ввиду этого возникает необходимость в регулировании данной сферы. А так большинство государств впервые сталкиваются с сферой криптовалют, то законодательные базы необходимо существенно дорабатывать, а в некоторых случаях писать с нуля. Рассмотрим варианты взаимодействия государств со сферой криптовалют.

Грубо говоря большинство стран, можно разделить на те в которых криптовалюты имеют легальный оборот и разрешены, и те в которых криптовалюта запрещена.

В число первых, можно отнести Японию. Попытки регуляции криптовалютных активов начали обсуждать там после инцидента в 2011 году, тогда была опубликована новость о том, что с токийской криптовалютной биржи Mt.Gox украли 850 тыс. биткоинов.

Сама компания обанкротилась и закрылась, а вера инвесторов в криптовалютный рынок серьёзно поколебалась. А после взломов различных бирж в 2018 году, и краж токенов на сумму более 530 млн. долларов США, Японский правительством было создана «Японская ассоциация компаний по обмену цифровых валют (JVCEA)», а также пересмотрены нормативные акты в области криптовалют, включая законы «О платежных услугах», «О финансовых инструментах и обмене».

На сегодняшний день криптовалюты используются легально, в соответствии с законом страны они определяются как криптоактивы (crypto asset) и имеют следующие характеристики:

1. Используются в качестве средства платежа в транзакциях с неуказанными лицами.
2. Доступны к обмену на фиатную валюту (например, японскую иену, доллары США).
3. Записаны в электронном виде и могут быть переданы.
4. Не являются фиатными валютами или активами, деноминированными в государственной денежной единице.

Криптовалюты не является деньгами, а следствие этого не поддерживается центральным банком страны.

Многие японские фирмы уже принимают оплату в криптовалюте: к примеру, крупнейший продавец электронной техники Bic Camera принимает оплату за товары в биткоинах, используя биржу bitFlyer, счета по электроэнергии компании E-net Systems Co, тоже оплачиваются криптовалютой, а в онлайн магазине «Amazon», можно оплатить товар стейблкоином JPYC. Уточним, что стейблкоин, это криптовалюта, привязанная к фиатной валюте (национальная валюта, например доллар США), а значит не рассматривается правительством Японии как криптоактив. Вышеприведённый стейблкоин JPYC (Japanese Yen Stablecoin), официально привязан к японской йене в соотношении 1JPYC = 1JPY.

Несмотря на развитие и совершенствования законодательной базы, кражи криптовалют всё равно происходят, так во второй половине августа 2021 года японская торговая площадка Liquid была взломана, а убытки пользователей составили около 80 млн долларов США [6].

Ко второму типу можно отнести Китай. Впервые центральный банк в Китае выпустил заявление о статусе криптовалюты в 2013 году. В заявлении указывалось, что законным платежным средством биткоин не является, а значит защитой государства не подлежит. Помимо этого, было объявлено о запрете использовании биткоина для коммерческих организаций. Однако китайские инвесторы проигнорирован запрет активно продолжали использовать криптовалюту. В 2017 году был введён запрет первичного размещения ICO (метод привлечения инвестиций с помощью выпуска и продажи токенов), а также были закрыты крупнейшие криптовалютные биржи страны: BTCC, OKCoin и Huobi. Китайское правительство аргументировало это непрозрачность в работе и рискованной спекулятивностью бирж. А с 2021 года китайское правительство начало жёсткую кампанию против криптовалютной сферы. Центральный банк Китая запретил использовать Bitcoin, и другие криптовалюты для финансовых операций в платежных системах и банках. А правительство законодательно запретило проводить операции с криптовалютой. Это привело к тому, что Китай, который раньше был лидером среди майнинга (процесса добычи) криптовалют, покинули множество компаний, а биржи по продаже и покупки были закрыты [7].

Однако, с чем связан такой жёсткий ответ китайского правительства в отношении сферы криптовалюты? Так президент РАСПП (Русско-Азиатского Союза промышленников и предпринимателей) Виталий Манкевич пояснил: «Китай хочет сделать юань главной мировой резервной валютой, сделать это возможно только за счет новой технологии, которой является цифровой юань. Поэтому Китай будет бороться против любых неофициальных валют, которые отдаляют страну от мирового лидерства в новой сфере» [8]. И действительно по мере расширения запретов на другие криптовалюты, Китайское правительство активно развивает собственный «Цифровой Юань».

Эксперименты по внедрению своей национальной цифровой валюты были начаты в 2014 году. Цифровая валюта была запущена, как электронное платежное средство, предназначенное для замены наличных денег и не требующее привлечения традиционных банков. Транзакции с цифровым юанем осуществляются безналично, при помощи смартфона или специальной бесконтактной карты, используя QR-коды или технологию NFC (Near Field Communication). В

ходе испытаний в нескольких китайских городах была разработана и тестировалась система цифровой валюты. После проверки её функциональности и устойчивости, а также выявив ряд преимуществ, например решение проблемы доступности финансовых услуг в отдалённых районах, отчёты были переданы в правительство для дальнейшего анализа. А уже с 1 мая цифровые юани получают служащие муниципалитета Чаншу, а в магазинах и госучреждениях установлены терминалы, для расчета цифровыми юанями [9].

Российскую Федерацию тяжело однозначно отнести в нашем разделении к первой или второй группе. Объясняется это тем, что правовых актов в стране принято недостаточно. Так впервые закон, который хоть как-то регулирует сферу криптовалюты, был принят в 2020 году. Закон «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», вступивший в силу с 1 января 2021 года. Закон определяет цифровую валюту как — «совокупность электронных данных (цифрового кода или обозначения), содержащихся в информационной системе, которые предлагаются и (или) могут быть приняты в качестве средства платежа, не являющегося денежной единицей РФ, денежной единицей иностранного государства и (или) международной денежной или расчетной единицей, и (или) в качестве инвестиций и в отношении которых отсутствует лицо, обязанное перед каждым обладателем таких электронных данных».

Меж тем документ запрещает приобретать товары или рекламировать способы оплаты криптовалютой [10]. Однако конкретного законодательства, регулирующего сферу майнинга и криптовалюты в РФ пока нет. То есть толкуя криптовалюту как имущество в соответствии со статьей 220 НК РФ, необходимо уплатить налогов на 13%, но закон ФНС «Об утверждении формы налоговой декларации и порядке ее заполнения», который гласит о налогообложении в 13/15% в приложении №3 полностью противоречит тому, что криптовалюта — это имущество. [11]. Однако, работа в России с целью совершенствования и разработки законодательной базы сейчас активно ведётся.

Как уже было сказано выше большинство стран так или иначе пытаются взаимодействовать со сферой криптовалют. Однако возникает вопрос: «Есть ли результаты от регулирования криптовалютной сферы»? Для ответа на этот вопрос можно обратиться к статистике. Для начала перечислим топ стран, признанных в той или иной степени передовыми в области создания регулирующего законодательства, используя доклад статистической службы Thomson reuters -

«Cryptocurrency regulations by country» [12]. Рядом укажем год введения законов. Занесём это всё в таблицу 1.

Таблица 1 – Данные о внедрении законов

Государство	Год внедрения законов
Китай	2014
Австралия	2018
Россия	2020
Турция	2021
США	2013
Япония	2018
ЕВР (Европейское блокчейн партнёрство объединение 22 стран ЕС, по разработке стратегии в области законодательства и специальной инфраструктуры.)	2018

Как можно заметить большинство стран, включая 22 страны ЕВР начали вводить законодательные акты после 2018 года. Используя статистику, предоставленную американской аналитической фирмой Chainalysis, взглянем на диаграмму 1 [13].

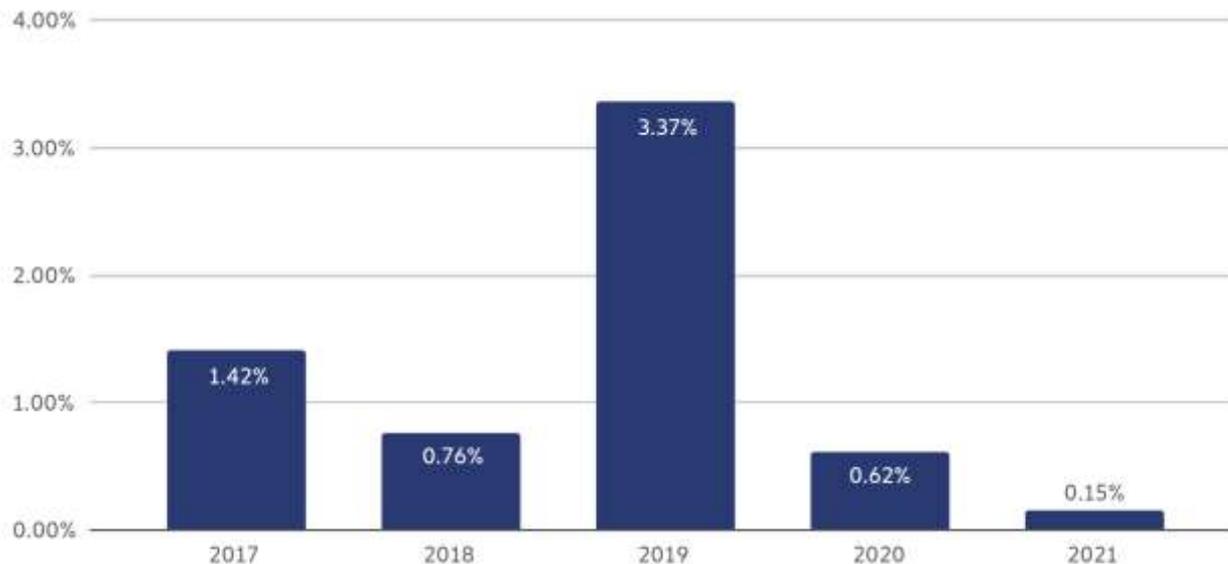


Диаграмма 1 – доля криминальной активности в объеме всех криптовалютных транзакций 2017-2021

Учитывая то, что после принятия закона, его действие начинается датой позже, тренд на снижение криминальной активности на лицо. Особенно сильно это видно с 2019 по 2021 год.

Для закрепления доказательств приведём статью всё той же аналитической фирмой Chainalysis за полугодие 2023 год [14]. Утверждается что по сравнению с предыдущем годом общее количество преступлений снизилось на 65 %. На диаграмме 2 указаны суммы потерь мошенников в различных сферах чёрного рынка.

В заключении можно сказать, что технология блокчейна продолжает активно развиваться, и в большинстве своём не существует «идеальной панацеи» не от нелегального бизнеса, не от киберпреступников, однако несмотря на разность подходов, регулирование сферы криптовалют существенно обезопасить как граждан, так и государство, использующие криптовалюту в благих целях.

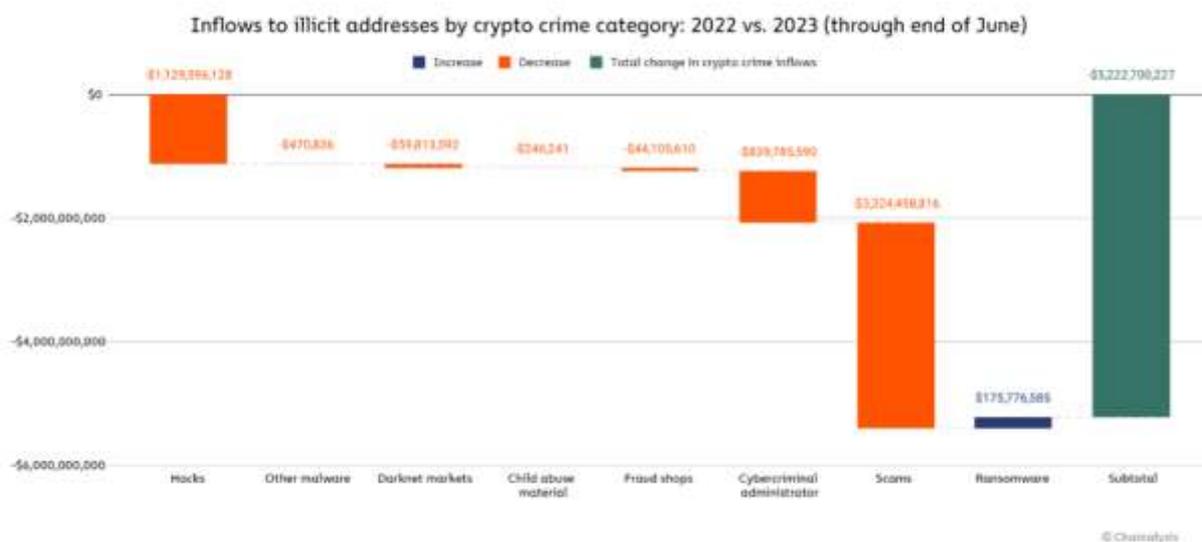


Диаграмма 2 – Приток средств на незаконные адреса в разбивке по категориям криптопреступлений: 2022 год против 2023 года (на конец июня).

Hacks – Взломы, **Other malware** - Другие вредоносные программы, **Darknet markets** – рынки Даркнета, **Child abuse material** – Насилие над детьми, **Fraud shops** – Мошеннические магазины, **Cybercriminal administrator** – Киберпреступники администраторы (администраторы, взламывающие собственные информационные системы) **Scams** – Мошенничество, **Ransomware** – Вирус-вымогатель, **Subtotal** – Всего (сумма).

Список литературы

1. Сатоси Накамото // Википедия URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%81%D0>

%B8_%D0%9D%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%BE (дата обращения: 26.03.2024).

2. Что такое блокчейн и как он работает // Skillbox Media URL: <https://skillbox.ru/media/code/chto-takoe-blokcheyn-i-kak-on-rabotaet/?ysclid=lu8pylxeue354481785> (дата обращения: 26.03.2024).

3. Как появился биткоин? Краткая история зарождения первой массовой криптовалюты// iXBT Live URL: https://www.ixbt.com/live/crypto/kak-poyavilsya-bitkoin-kratkaya-istoriya-zarozhdeniya-pervoy-massovoy-kriptovalyuty_2.html?ysclid=lu8px2asxz900743830 (дата обращения: 26.03.2024).

4. Россияне держат валюту в даркнете // Коммерсантъ URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4762544> (дата обращения: 26.03.2024).

5. ИГИЛ (запрещённая в России террористическая организация) использует криптовалюту// vc.ru URL: <https://vc.ru/u/1074059-nft-brihaspati/772933-igil-zapreshchennaya-v-rossii-terroristicheskaya-organizaciya-ispolzuet-kriptovalyutu?ysclid=lu8rhvuxrpv359562348> (дата обращения: 26.03.2024).

6. Биткоин и криптовалюта в Японии // Crypto.ru URL: <https://crypto.ru/kriptovalyuta-v-yaponii/?ysclid=lu8crer2ze14568576> (дата обращения: 26.03.2024).

7. История правового режима криптовалют в Китае //iXBT Live URL: <https://www.ixbt.com/live/crypto/istoriya-pravovogo-rezhima-kriptovalyut-v-kitae.html?ysclid=lu8hilivxr976269202> (дата обращения: 26.03.2024).

8. Цифровой юань против биткоина. В чем причина запрета криптовалют в Китае // РБК URL: <https://www.rbc.ru/crypto/news/60e427969a79470ffaa89726?ysclid=lu8hovfz7y1802666> (дата обращения: 26.03.2024).

9. В Китае зарплаты госслужащим начинают выплачивать цифровыми юанями // iXBT LiveURL: <https://www.ixbt.com/live/crypto/v-kitae-zarplaty-gossluzhaschim-nachinayut-vyplachivat-cifrovymi-yuanyami.html> (дата обращения: 26.03.2024).

10. Дума приняла закон «О цифровых финансовых активах». // РБК Что важно знать. URL: <https://www.rbc.ru/crypto/news/5f16c6379a794732b6dd31e7?ysclid=lu8jvkaim2252551865> (дата обращения: 26.03.2024).

11. Перспективы регулирования криптовалютного рынка // AML Crypto URL: https://amlcrypto.io/ru/regulatory_perspectives?ysclid=lu8bv5ckx657805345#chapter5 (дата обращения: 26.03.2024).

12. Cryptocurrency regulations by country // Thomson Reuters. URL: <https://www.thomsonreuters.com/en-us/posts/wp-content/uploads/sites/20/2022/04/Cryptos-Report-Compendium-2022.pdf> (дата обращения: 26.03.2024).

13. Chainalysis - Криптопреступность 2022. Часть 1. // ООО "СИБ" URL: https://is-systems.org/blog_article/11647251410?ysclid=lu8v0da3vq409877996 (дата обращения: 26.03.2024).

14. Crypto Crime Mid-year Update: Crime Down 65% Overall, But Ransomware Headed for Huge Year Thanks to Return of Big Game Hunting // Chainalysis URL: <https://www.chainalysis.com/blog/crypto-crime-midyear-2023-update-ransomware-scams/> (дата обращения: 26.03.2024).

15. API как способ взаимодействия с социальными сетями / А.В. Скрыпников, В.В. Денисенко, О.Г. Стукало [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 100-105. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-100-105.

16. Модификация метода поиска информации в сети интернет на основе использования методов индуктивного рассуждения / В.В. Лавлинский, А.Л. Савченко, И.А. Земцов, О.Г. Иванова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 61-67.

17. Модели интеллектуальных интерфейсов поисковых информационных систем / А.А. Абдуллин, В.В. Лавлинский, И.А. Земцов [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 4-9.

18. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Satoshi Nakamoto // Wikipedia URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%81%D0%B8_%D0%9D%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%BE (date of access: 03/26/2024).

2. What is blockchain and how does it work // Skillbox Media. URL: <https://skillbox.ru/media/code/chto-takoe-blokcheyn-i-kak-on-rabotaet/?ysclid=lu8pylxeue354481785> (access date: 26.03.2024).

3. How did Bitcoin come into being? A brief history of the origins of the first mass cryptocurrency // iXBT Live URL: https://www.ixbt.com/live/crypto/kak-poya-vilsya-bitkoin-kratkaya-istoriya-zarozhdeniya-pervoy-massovoy-kriptoalyuty_2.html?ysclid=lu8px2asxz900743830 (date of access: 03/26/2024).

4. Russians keep their currency on the darknet // Kommersant URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4762>.

5. ISIS (a terrorist organization banned in Russia) uses cryptocurrency. URL: <https://vc.ru/u/1074059-nft-brihaspati/772933-igil-zapreshchennaya-v-rossii-terroristicheskaya-organizaciya-ispolzuet-kriptovalyutu?ysclid=lu8rhvyxpv359562348> (date of access: 03/26/2024).

6. Bitcoin and cryptocurrency in Japan. URL: <https://crypto.ru/kriptovalyuta-v-yaponii/?ysclid=lu8crer2ze14568576> (access date: 03/26/2024).

7. History of the legal regime of cryptocurrencies in China. URL: <https://www.ixbt.com/live/crypto/istoriya-pravovogo-rezhima-kriptovalyut-v-kitae.html?ysclid=lu8hilivxr976269202> (access date: 26.03.2024).

8. Digital Yuan vs Bitcoin. What is the reason for the ban on cryptocurrencies in China?

9. In China, salaries of civil servants begin to be paid in digital yuan // iXBT Live URL: <https://www.ixbt.com/live/crypto/v-kitae-zarplaty-gossluzhaschim-nachinayut-vyplachivat-cifrovymi-yuanyami.html> (access date: 03/26/2024).

10. The Duma adopted the law “On digital financial assets”. // RBC What is important to know URL: <https://www.rbc.ru/crypto/news/5f16c6379a794732b6dd31e7?ysclid=lu8jvkaim2252551865> (access date: 03/26/2024).

11. Prospects for regulation of the cryptocurrency market. URL: https://amlcrypto.io/ru/regulatory_perspectives?ysclid=lu8bv5ckx657805345#chapter5 (access date: 03/26/2024).

12. Cryptocurrency regulations by country // Thomson Reuters URL: <https://www.thomsonreuters.com/en-us/posts/wp-content/uploads/sites/20/2022/04/Cryptos-Report-Compendium-2022.pdf> (access date: 03/26/2024).

13. Chainalysis - Cryptocrime 2022. Part 1. // SIB LLC URL: https://is-systems.org/blog_article/11647251410?ysclid=lu8v0da3vq409877996 (access date: 03.26.2024).

14. Crypto Crime Mid-year Update: Crime Down 65% Overall, But Ransomware Headed for Huge Year Thanks to Return of Big Game Hunting // Chainalysis URL: <https://www.chainalysis.com/blog/crypto-crime-midyear-2023-update-ransomware-scams/> (date accessed: 03/26/2024).

15. API as a way to interact with social networks / A.V. Skrypnikov, V.V. Denisenko, O.G. Stukalo [etc.] // Modeling of systems and processes. – 2021. – T. 14, No. 4. – P. 100-105. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-100-105.

16. Modification of the method of searching for information on the Internet based on the use of inductive reasoning methods / V.V. Lavlinsky, A.L. Savchenko, I.A. Zemtsov, O.G. Ivanova // Modeling of systems and processes. – 2019. – T. 12, No. 1. – P. 61-67.

17. Models of intelligent interfaces of search information systems / A.A. Abdullin, V.V. Lavlinsky, I.A. Zemtsov [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2019. – T. 12, No. 2. – P. 4-9.

18. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. Using third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 2. – P. 33-41.

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

С.И. Перов¹, С.Е. Карлов¹, Е.В. Грошева¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе обзревается параллельное моделирование в вычислительных системах, понятие о параллельном моделировании, основные типы моделей параллельного моделирования, преимущества и недостатки такого метода, а также область применения и роль параллельного моделирования в современном информационном мире.

Ключевые слова: параллельное моделирование, модель задач, модель данных, вычислительные системы, модель Флинна.

PARALLEL MODELING IN COMPUTER SYSTEMS

S.I. Perov¹, S.E. Karlov¹, E.V. Grosheva¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper examines parallel modeling in computer systems, the concept of parallel modeling, the main types of parallel modeling models, the advantages and disadvantages of such a method, as well as the scope and role of parallel modeling in the modern information world.

Keywords: parallel modeling, task model, data model, computing systems, Flynn model.

Параллельным моделированием называется метод, при котором выполняются вычисления одновременно на нескольких процессорах (ядрах). С помощью такого метода можно улучшить производительность вычислений, а также появляется возможность масштабируемости и надежности.

В последние годы с развитием компьютерных технологий, появилась возможность параллельного связывания процессов в вычислительную среду. В настоящее время эта возможность широко используется во многих областях,

где требуется обработка большого количества данных, а также сложных математических вычислений. Такой метод применяется, например, в научных исследованиях, инженерных областях (технических приложениях), в экономической сфере (анализ рынков, анализ роста и др.), медицинские исследования (модели работы органов, организма в целом), игровая индустрия и т.д.

Преимущества параллельного моделирования:

1. Увеличение производительности и распределение вычислений. Есть возможность распределять нагрузку вычисления на несколько процессоров, что увеличивает эффективность вычислений, а также сокращает время, которое требуется на вычисления (т.е. увеличивает скорость вычисления), так как нагрузка распределяется на несколько узлов тем самым разгружает их.

2. Появляется возможность масштабируемости. Для работы с массивными моделями, есть возможность добавить дополнительные процессоры. Это позволяет сократить время выполнения.

3. Одно их основных преимуществ это надежность. В случае выхода из строя одного из процессоров работа будет непрерывной и появляется возможность защиты данных от потери. Так как параллельное моделирование дает возможность подключения резервных процессоров, которые в свою очередь и заменят вышедшие из строя.

Недостатки. Параллельное моделирование конечно имеет много плюсов, но также и существенные минусы. Такой метод имеет сложности в реализации и управлении такой системой, так как требуется особая реализация. Появляются сложности управления потоками данных, синхронизаций процессов, необходимость эффективного управления ресурсами и т.д. Что в свою очередь является дорогостоящим методом.

Также не все приложения могут работать с большим объемом процессоров, в связи с этим масштабируемость может быть ограничена.

Еще одним минусом является сложность анализа результатов. Так как система взаимодействия между процессорами становится сложнее.

Типы параллельного моделирования:

1. Модель Флинна. Это один из основных типов параллельных систем, предложенные Майклом Флинном еще в 1966 году. Суть его заключается в том, что необходимо определять количество потоков данных (data stream) и инструкций (instruction stream), которые обрабатываются параллельно. Его модель помогает анализировать различные аспекты параллельных систем, как структура, управление, важность оптимизации производительности и др.

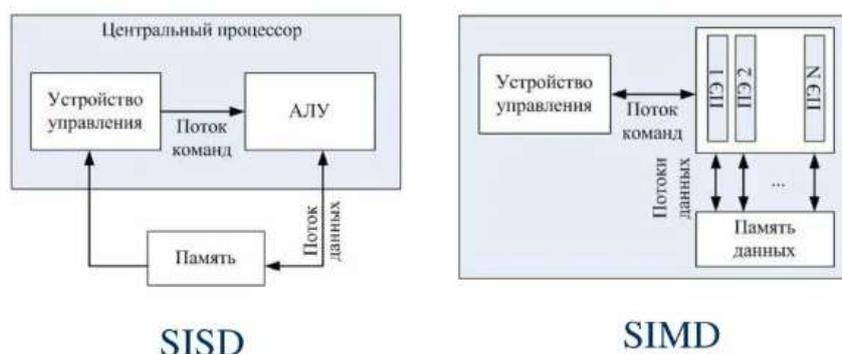


Рисунок 1 – Модель Флинна

2. Модель данных (Data Parallelism). Такая модель основана на разделении данных. Они разделяются на части при параллельной обработке на разные вычислительные ядра. Каждый узел получает часть данных и обрабатывает одну и ту же операцию над ними.

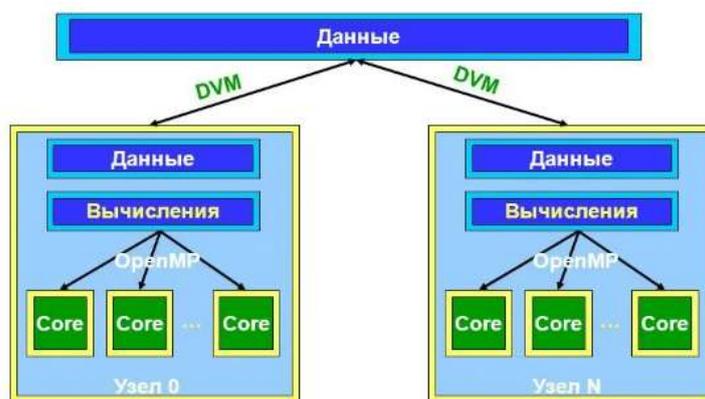


Рисунок 2 – Модель данных

3. Модель задач (Task Parallelism). При такой модели каждый узел выполняет свою задачу независимо от других узлов. Также, как и в модели данных выполняются различные задачи параллельно. Такой тип параллельного моделирования широко используются в распределительных системах. Узлы ответственны за выполнение своей определенной функции.

Применение параллельного моделирования:

Параллельное моделирование широко используется в различных сферах, например, моделирование погоды, климата, аэродинамики и других сложных системах где требуется большое количество расчетов и вычислений. Также используется в медицине, экономике, системах искусственного интеллекта, нейросетях, проектирование 3D-моделей, анимации, графики и т.п.

Таким образом, в современных вычислительных системах параллельное моделирование играет ключевую роль в ускорении обработки данных, повышения производительности и обеспечения распределения нагрузки и ресурсов.

Список литературы

1. Соснин В.В., Балакшин П.В., Шилко Д.С., Пушкарев Д.А., Мишенёв А.В., Кустарев П.В., Тропченко А.А. Введение в параллельные вычисления. – СПб: Университет ИТМО, 2023. – 128 с. URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/3230.pdf> (дата обращения: 17.03.2024)
2. Гергель В.П., Стронгин, Р.Г. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. Учебное пособие – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2003. 184 с. URL: <https://hpc.icc.ru/documentation/unn/gergel.pdf> (дата обращения: 17.03.2024)
3. Моделирование в вычислительных системах. URL: <https://studfile.net/preview/9270086/page:6/> (дата обращения: 17.03.2024)
4. Моделирование в вычислительных системах. URL: https://spravochnick.ru/informatika/modelirovanie_vychislitelnyh_sistem/ (дата обращения: 17.03.2024)
5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. List of literature 1. Sosnin V.V., Balakshin P.V., Shilko D.S., Pushkarev D.A., Mi-shenev A.V., Kustarev P.V., Tropchenko A.A. Introduction to parallel calculations. – St. Petersburg: ITMO University, 2023. – 128 p. URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/3230.pdf> (date of application: 03/17/2024).
2. Gergel V.P., Strongin, R.G. Fundamentals of parallel computing for multiprocessor computing systems. Textbook – Nizhny Novgorod: Publishing House of N.I. Lobachevsky National Research University, 2003. 184 p. URL: <https://hpc.icc.ru/documentation/unn/gergel.pdf> (date of application: 03/17/2024).
3. Modeling in computer systems. URL: <https://studfile.net/preview/9270086/page:6/> (date of application: 03/17/2024).
4. Modeling in computer systems. – URL: https://spravochnick.ru/informatika/modelirovanie_vychislitelnyh_sistem/ (date of access: 03/17/2024).
5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В СФЕРЕ ЖКХ

М.В. Подпорина¹, А.Н. Луговской¹, В.И. Анциферова¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г. Ф. Морозова»

Аннотация. В данной статье представлено обоснование необходимости разработки информационной системы в сфере ЖКХ, и подход к сбору, хранению, систематизации и обработке данных, полученных в результате объединения информации предприятий ЖКХ в виде Web-приложения с использованием языка программирования Python и Фреймворка Django.

Ключевые слова: проект, привязки, графическая схема, Python, Django, Web-приложение, график.

JUSTIFICATION OF THE NEED TO DEVELOP AN INFORMATION SYSTEM IN THE FIELD OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES

M.V. Podporina¹, A.N. Lugovskoy¹, V.I. Antsiferova¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article provides a justification for the need to develop an information system in the housing and communal services sector, and an approach to collecting, storing, systematizing and processing data obtained as a result of combining information from housing and communal services enterprises in the form of a Web application using the Python programming language and the Django Framework.

Keywords: Horizontal directional drilling, Project, executive scheme, Python, Django, Web application, Graph.

В современном мире достаточно много сфер жизни и задач, которые требуют информатизации и автоматизации. В данной статье рассмотрим сферу жилищно-коммунального хозяйства.

Рассмотрим на примере предприятий, занимающихся горизонтально-направленным бурением ИП Воронцов С. В. и ИП Чернов А. Н. в г. Воронеже и Воронежской области, а также в близ лежащих регионах.

На предприятиях нет никакой автоматизации документов: все ведется вручную, документы часто теряются, составить отчет о проделанной работе или, например, найти все документы о заказчике весьма проблематично и трудоемко, что отнимает много времени. Также процесс согласования других коммуникаций с организациями, кому они принадлежат, с администрацией города на выполнение работ, весьма долговременный. Кроме этого, есть проблема, связанная с работами других предприятий, которые сложно учесть. Например:

- укладка нового асфальтобетонного покрытия- предприятие, которое выполняет замену покрытия или укладывает новое, может не дать разрешение на работы на данном участке;

- проведение работ другими организациями, такими как ООО «РВК-Воронеж», «Квадра» и т. д., которые могут не дать разрешение на время проведения работ;

- и т. д.

Также стоит отметить проблему несвоевременного внесения на графическую схему города или района новых линий и построенных коммуникаций, как малыми предприятиями, так и такими крупными, как Росводоканал, Квадра, Электросети, Газпром и т. д.

Проблемой для построения новых коммуникаций является – согласование проекта на создание новых сетей, будь то трубопроводы, кабели, футляры. Процесс согласования проектов новых сетей долговременный, трудоемкий и требует взаимодействия со многими предприятиями ЖКХ.

Подводя итог вышесказанного, можно выделить ряд направлений, нуждающихся в построение информационных систем с различными уровнями охвата:

1. Построение информационной системы с учетом малых предприятий, для учета документов о заказчике, договорах, проектах, выполнении работ, исполнительной документации.

2. Построение единой информационной системы г. Воронежа и Воронежской области с учетом крупных предприятий для согласования графических схем коммуникаций и их проектов, места проведения работ, планов работ по капитальному ремонту.

Далее рассмотрим реализацию информационной системы. Ее можно воплотить с помощью языка программирования Python и стека Фреймворка Django. Архитектура данной системы будет выглядеть следующим образом:

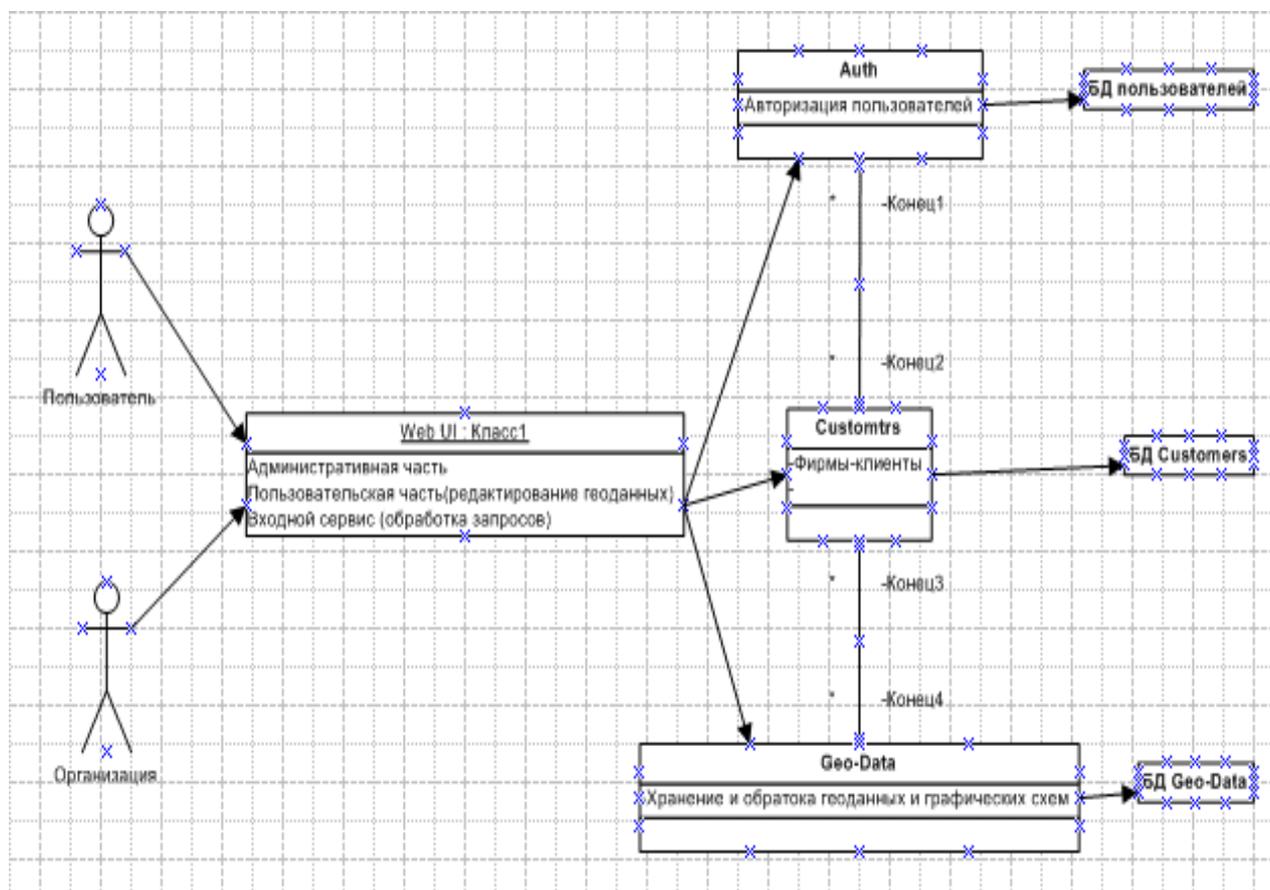


Рисунок 1 – Архитектура ИС на глобальном уровне

Как видим из рис. 1, данная система достаточно не сложная, может охватывать как крупные предприятия, так и малые.

В данной системе больше баз данным: БД клиентов, БД организаций (Customers), ДБ данных графических схем и БД гео-данных. На последних данных остановимся с более подробным анализом. Такая база данных будет представлять собой склеенные слои графических схем (как на рис. 2), по адресам, в одном масштабе коммуникаций всех организаций: вода, канализация, газ, кабели, теплотрассы и т. д., также обозначение плановых работ, нанесение будущих проектов сетей.



Рисунок 2 – Графическая схема с нанесением всех коммуникаций с привязкой к объектам согласно адресу

На Рисунке 2 представлены:

1. Схемы расположения зданий и сооружений согласно адресу с привязкой к улицам.
2. Графическая схема различных сетей (водопровод, водоотведение, газопроводы, кабели, сети связи) с привязкой к домам согласно адресу.
3. Отметки высот грунта.

С помощью разграниченной части аутентификации мы сможем разграничить доступ к нашей информационной системе:

1. Только просмотр графических схем.
2. Редактирование гео-данных.
3. Внесение проектов, добавление новых схем, данных, пользователей.

Что нам даст данная информационная система? Прежде всего, это консолидирование в одном месте всех коммуникационных схем. В связи с разграниченным правом доступа, можно будет обращаться к любой точке нахождения се-

тей, согласно адресу, быстрее. Процесс согласования проектов будет происходить оперативно и будет более удобная возможность обращаться к схемам и проектам коммуникаций.

Стоит отметить, что составление отчетов и статистики будет намного упрощена и экономична, также как и нанесение проектов и фактически сделанных новых сетей на графическую схему.

Список литературы

1. Евдокимова С. А., Подпорина М. В. Информационная система для организаций, выполняющих горизонтально-направленное бурение / Евдокимова С. А., Подпорина М. В. // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве материалы VI международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 2-3 ноября 2023 года / отв. ред. Захарова Г. Б., к.т.н., доц., УрГАХУ – Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова, 2023. – 90 с.

2. Подпорина М. В. Визуализация производственного процесса с помощью языка программирования Python и библиотеки Matplotlib / М. В. Подпорина // Моделирование информационных систем и технологий: Материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 27 октября 2022 года / Отв. редакторы В.К. Зольников, С.А. Евдокимова. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. – С. 174-178. – DOI 10.58168/MIST2022_174-178. – EDNRNCBIR.

3. Солнцева, К. А. Способы прокладки сетей бестраншейными методами / К. А. Солнцева // Sustainabledevelopmentforum - 2023 : Сборник статей III Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 27 июня 2023 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2023. – С. 65-77. – EDN AHFVLV.

4. Лопатина А. А. Сазонова С. А. Анализ технологии укладки труб/Лопатина А. А. Сазонова С. А. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета - Пермь, 2016г. - Т. 7, № 1— С. 93-111.

5. Swaroop С. Н. A Byte of Python: учеб. Пособие/ Swaroop С. Н. (перевод Смоляр В.) Укус Питона. SphinxPythondocumentationgenerator— 2020г. С. 158-19 с.

6. Назарова А. А. Казанцев П. А. Визуальный анализ данных на примере использования библиотеки MATPLOTLIB на языке программирования PYTHON / Назарова А. А., Казанцев П. А., Остроухов В. И. // Материалы XXI городской научно-практической конференции молодых ученых. Барнаул, 2020. С. 221-223.

7. Ачкасов А. В. Системная инженерия : лабораторный практикум / А. В. Ачкасов, О. В. Оксюта, С. А. Евдокимова; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова» - Воронеж, 2022.-82с.

8. Муравьева Е.А., Манько А.В. Методология численного эксперимента прокладки коллекторов под автомагистралями закрытым способом // Инженерный вестник Дона. 2021. № 5(77). С. 682–692.

9. Abramov I.L., Mkhoyan S.A. Application of horizontal directional drilling technology in the laying of underground utilities // Components of Scientific and Technological Progress. 2021. № 10(64). С. 16–20

10.http://gbpoubertt.ru/assets/10_12._apparatnye_komponenty_ks_4.3_kommunikacionnoe_oborudovvanie.pdf.

11. https://1cloud.ru/blog/django_one_server.

12. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Evdokimova S. A., Podporina M. V. Information system for organizations performing horizontal directional drilling / Evdokimova S. A., Podporina M. V. // New information technologies in architecture and construction materials of the VI international scientific and practical conference, Yekaterinburg, November 2-3, 2023 / Rep. Editor Zakharova G.B., Ph.D., Associate Professor, Ural State Academy of Arts and Sciences - Yekaterinburg: Ural State University of Architecture and Art named after N.S. Alferova, 2023. – 90 p. UDC 004 972) BBk 30.2-5-05 N 766 - ISBN 978-5-905545-37-5

2. Podporina M. V. Visualization of the production process using the Python programming language and the Matplotlib library / M. V. Podporina // Modeling of information systems and technologies: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Voronezh, October 27, 2022 / Rep. editors V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimov. – Voronezh: Voronezh State Forestry University named after. G.F. Morozova, 2022. – P. 174-178. – DOI 10.58168/MIST2022_174-178. – EDNRNCBIR.

3. Solntseva, K. A. Methods for laying networks using trenchless methods / K. A. Solntseva // Sustainable development forum - 2023: Collection of articles of the III International Scientific and Practical Conference, Petrozavodsk, June 27, 2023. – Petrozavodsk: International Center for Scientific Partnership “New Science” (IP Ivanovskaya I.I.), 2023. – P. 65-77. – EDN AHFVLV.

4. Lopatina A. A. Sazonova S. A. Analysis of pipe laying technology / Lopatina A. A. Sazonova S. A. // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University - Perm, 2016. - T. 7, No. 1— P. 93-111.

5. Swaroop C. H. A Byte of Python: textbook. Manual / Swaroop C. H. (translation by Smolyar V.) Python bite. SphinxPythondocumentationgenerator - 2020 pp. 158-19 p.

6. Nazarova A. A. Kazantsev P. A. Visual analysis of data using the example of using the MATPLOTLIB library in the PYTHON programming language / Nazarova A. A., Kazantsev P. A., Ostroukhov V. I. // Materials of the XXI city scientific-practical conference of young scientists. Barnaul 2020 - pp. 221-223

7. Achkasov A. V. Systems engineering : Laboratory workshop / A. V. Achkasov, O. V. Oksyuta, S. A. Evdokimova; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "VSFLTU named after. G. F. Morozova" - Voronezh, 2022.-82 p.

8. Muravyova E.A., Manko A.V. Methodology of a numerical experiment of laying collectors under highways using a closed method // Engineering Bulletin of the Don. 2021. No. 5(77). pp. 682–692.

9. Abramov I.L., Mkhoyan S.A. Application of horizontal directional drilling technology in the laying of underground utilities // Components of Scientific and Technological Progress. 2021. No. 10(64). pp. 16–20

10.http://gbpoubertt.ru/assets/10_12._apparatnye_komponenty_ks_4.3_kommunikacionnoe_oborudovvanie.pdf.

11. https://1cloud.ru/blog/django_one_server.

12. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. Using third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 2. – P. 33-41.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ChatGPT ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫЯВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА C#

А.В. Полуэктов¹, А.И. Заревич¹, Е.А. Попова¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Данная статья рассматривает возможности использования ChatGPT для автоматизации выявления и анализа текстовой информации на языке программирования C#. Будет рассмотрено описание ChatGPT, его применение для обработки текстовой информации и преимущества использования данной технологии.

Ключевые слова: ChatGPT, C#, автоматизация, текстовая информация, анализ, применение, преимущества

USING ChatGPT TO AUTOMATE TEXT INFORMATION DETECTION AND ANALYSIS IN C#

A.V. Poluektov¹, A.I. Zarevich¹, E.A. Popova¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article examines the possibilities of using ChatGPT to automate the identification and analysis of text information in the C# programming language. A description of ChatGPT, its application for processing text information and the advantages of using this technology will be considered.

Keywords: ChatGPT, C#, automation, text information, analysis, application, benefits

Обработка и анализ текстовой информации играют важную роль в различных областях, например, бизнес, наука и технологии. Однако, в современном мире объем текстовых данных становится столь огромным, что выполнение операций по обработке и анализу информации без помощи современных технологий становится практически невозможной или очень трудоемким. Рассмотрим возможности использования технологии ChatGPT для автоматизации анализа текстовой информации с использованием языка программирования C#, при этом

ChatGPT позволяет выполнять не только генерацию текста, но и также позволяет осуществить ее обработку по разработанному шаблону действий. При разработке программ на языке программирования C# часто требуется обрабатывать большие массивы текстовых данных при этом в качестве элемента обработки может быть использован ChatGPT который изначально разрабатывался именно для работы с большими массивами текстовой информации.

Разработка технологии ChatGPT началась с модели GPT, аббревиатура с Generative Pre-trained Transformer, разработанная OpenAI в 2018 году. Так как полученная технология оказалась удачной, то появились улучшенные версии данной модели – GPT-2 и GPT-3. Технология ChatGPT основан на модели GPT-3 где в качестве алгоритмов обработки текстовых данных стали следующие направления: чат-боты, системы виртуального ассистента и системы генерации и обработки текстовых данных. Особенность последнего направления строится на системе вопрос-ответ, в котором система на основе огромной базы знаний генерирует текстовую информацию построенную на вопросе пользователя, оформляет ее по шаблону сформированным на принципе подобия с другими документами и отправляет в удобной для получателя форме на языке пользователя. Для взаимодействия языка программирования с ChatGPT была разработана библиотека OpenAI GPT-3 API [2], [3], [7], [8]. Работа ChatGPT состоит из нескольких этапов: построение модели, обработка запроса пользователя, генерация ответа на запрос пользователя.

Опираясь на алгоритмическую конструкцию обработки текстовых данных следует уточнить, следующие параметры – что является параметром запроса, по какому алгоритму или правилу запрос строится, чтобы он мог быть построен программно, как выполняется генерация текста по запросу, чтобы мы могли разработать алгоритмы обработки данных, и как выполняется генерация ответа.

Рассматривая документацию по использованию библиотеки OpenAI GPT-3 API для языка программирования C# можно выделить ответы на поставленные выше вопросы. Так ChatGPT выполняет генерацию текста путём анализа текста запроса и выполняет обработку собственной базы текстов на соответствие слов запроса релевантной информации в своей базе данных. На основании полученных результатов системы выполняет генерацию ответа по выстроенным логическим цепочкам аналогичных запросов. Полученный ответ затем преобразовывается системой в предложенный разработчиком интерфейс пользователя где чаще всего используются или через веб-интерфейс, так и напрямую через программный интерфейс (API). При работе с запросом следует помнить, что при решении

поставленной задачи система ChatGPT разбивает запрос на две составляющие – ключевые слова и логика запроса, ключевые слова отвечают за подбор информации по соответствию текста повторяющимся словам и выражениям, а логика запроса может включать как анализ тональности, так и выявление ключевых проблем, на которые построен запрос. Поэтому, использование технологии ChatGPT в разработке программ позволяет создать систему, способную как обрабатывать большие объемы текста, так и выделять ключевую информацию и обеспечивать аналитику на основе текстовых данных. Это дает программисту более простой подход в построении ПО со сложными алгоритмами обработки текстовой информации.

В качестве среды разработки ПО содержащего большие массивы текстовых данных будем использовать Microsoft Visual Studio и язык программирования C#. Наш выбор на данную среду пал из-за возможности интегрирования различных библиотек, в частности и библиотеку ChatGPT, а также широкими возможностями языка C# позволяющего работать с внешними библиотеками и онлайн системами [1], [5], [6]. Интеграция библиотеки в Microsoft Visual Studio выполняется через команду Install-Package OpenAI.Gpt, где в проект будут импортированы необходимые библиотеки.

Выбор языка C# был нами определен также из-за особенности использования ChatGPT в проектах которая заключается в необходимости ее авторизации. Для этого необходимо сначала провести регистрацию на сайте OpenAI и получить ключ с помощью которого выполняется авторизация. Разработчик получает ключ самостоятельно, при этом пользователю ПО этим заниматься нет необходимости. Авторизация на сайте OpenAI выполняется согласно программному коду, представленному на рисунке 1. Разработчик формирует экземпляр класса Gpt3 и через функцию API передать ключ авторизации на сайт OpenAI. Затем данный экземпляр класса может быть использован для генерации данных. Особенность ChatGPT состоит в том, что в запросе мы указываем условие запроса, как и в любом формальном языке, при этом точность поставленного запроса влияет на получаемый ответ. Для построения запроса используется параметр `prompt`. ChatGPT позволяет также к тексту прилагать такой параметр как "творческий" который дает возможность системе генерации «отходить» от «жестко поставленного вопроса», давая творчество ChatGPT. При этом меняя данный параметр в значениях от 0 до 1 мы можем создать мало предсказуемый текст. В запросе параметр "творческий" задан служебным параметром `temperature`. И последний

параметр, `maxTokens`, определяет количество блоков генерируемого текста. Данный параметр также зависит от условий решаемых задач и подбирается разработчиком ПО индивидуально.

```
var gpt = new Gpt3("your-api-key");  
var response = gpt.Complete(prompt, temperature: 0.7, maxTokens: 150);
```

Рисунок 1 – Использование метода `Complete` для отправки запроса и получения ответа

После выполнения программного кода, рисунок 1, программа сохранит полученные данные в объекте `Response`. При этом объект `Response` представляет собой множество текстовых данных разделенных маркером и общее количество таких записей в объекте определяется параметром `maxTokens`. С каждой записью программист может выполнять различные манипуляции, в частности, вывести их на экран. Для этого можно использовать следующую команду

```
Console.WriteLine(response.Choices[0].Text);
```

На рисунке 2 нами представлен полный код запроса и вывода информации на экран. `C#` с полученной информацией позволяет выполнять не только вывод данных на экран, но и сохранять данные в файл, или передавать другим системам и т.д. Выбор действий над данными зависит только от поставленной задачи [4], [9].

```
var gpt = new Gpt3("your-api-key");  
var prompt = "Once upon a time";  
var response = gpt.Complete(prompt, temperature: 0.7, maxTokens: 150);  
Console.WriteLine(response.Choices[0].Text);
```

Рисунок 2 – Полный код запроса и сохранение ответа с использованием технологии ChatGPT

Выполним оценку актуальности использования средств ChatGPT в системе обработки данных. Рассмотрим на двух программных кодах, представленных на рисунках 3 и 4 систему обработки больших объемов текстовых данных как с использованием собственных средств языка программирования `C#`, так и средствами ChatGPT. Особенность обработки средствами языка программирования `C#` состоит в том, что текст изначально разбивается на элементы динамического

массива. Массив данных для упрощенной обработки затем преобразуется в коллекцию и к ней применяется алгоритм обработки данных, и полученный результат формируется в новый массив данных. Все операции требуют, как больших данных для хранения, так и имеют сложность $O(n)$. При формировании системы анализа текста средствами ChatGPT, программист задает только систему анализа через функцию AnalyzeText и вывод полученного результата. Здесь отпадает необходимость формирования динамических массивов, что уменьшает занимаемую память и упрощает систему обработки данных задач ключевое слово для обработки, а не строя сложную систему запросов [4], [9].

```
string text = "Это текст, который нужно проанализировать на наличие ключевых  
слов";  
string[] words = text.Split(' ');  
Dictionary<string, int> wordCount = new Dictionary<string, int>();  
foreach (string word in words) {  
    if (wordCount.ContainsKey(word)) { wordCount[word]++; }  
    else { wordCount.Add(word, 1); }  
}  
foreach (var pair in wordCount) { Console.WriteLine("{0}: {1}", pair.Key, pair.Value); }
```

Рисунок 3 – Программный код без использования ChatGPT

```
// использование ChatGPT API для анализа текста  
string text = "Это текст, который нужно проанализировать на наличие ключевых  
слов";  
string[] keywords = ChatGPT.AnalyzeText(text);  
foreach (string keyword in keywords) { Console.WriteLine(keyword); }
```

Рисунок 4 – Программный код с использованием ChatGPT

Поэтому, при разработке ПО с большим объемом текстовых данных можно рекомендовать использование как среду разработки Microsoft Visual Studio и язык программирования C#, так и средства ChatGPT для генерации и обработки больших массивов текстовых данных. Кроме выше сказанного ChatGPT позволяет также упростить решение следующих задач:

- проводить анализ больших объемов текстовой информации, выделять ключевые слова текста, задавать тональность и смысловую нагрузку текста;
- использовать интерфейс API для интеграции данных в различные программные продукты и платформы;
- разрабатывать ПО с элементами само обучаемости.

Подводя итог по использованию ChatGPT построения системы автоматизированной обработки текстовой информации с использованием языка программирования C# следует дать более мощный инструмент, который позволяет улучшить процессы обработки и понимания больших объемов текстовых данных. Благодаря чему ChatGPT позволяет эффективно решать множество задач, связанных с обработкой текстов, в том числе автоматическое извлечение информации, анализ тональности, определение тематики и многое другое. Внедрение ChatGPT в процессы автоматизации позволит повысить эффективность работы системы и улучшить качество получаемых результатов.

Список литературы

1. Киселева, А. А. Использование chatGPT в образовании: преимущества и недостатки / А. А. Киселева // Галактика науки-2023, Краснодар, 19–22 апреля 2023 года / Кубанский государственный университет. Т. 4. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2023. – С. 53-57. – EDN TSDTVVF.
2. Тюгинбаев, Д. Д. К вопросу о функционировании языковых моделей: как работает chatgpt / Д. Д. Тюгинбаев // Искусственный интеллект и большие данные (Big data) в судебной и правоохранительной системе: реалии и требование времени: МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Астана, 19 мая 2023 года. – Косшы: Академия правоохранительных органов при Генеральной прокуратуре Республики Казахстан, 2023. – С. 96-99. – EDN UJUKKL.
3. Нургалиев, Т. С. Как работает chatgpt / Т. С. Нургалиев // Первые шаги в науку третьего тысячелетия: Материалы XIX Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Нефтекамск, 18 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 146-148. – EDN OUMWOA.
4. Степанов, В. К. Возможности применения языковой модели искусственного интеллекта ChatGPT-3.5 в библиотечно-библиографической деятельности / В. К. Степанов, М. Ш. Маджумдер, Д. Д. Бегунова // Научно-техническая информация. Серия 1: Организация и методика информационной работы. – 2023. – № 7. – С. 11-21. – DOI 10.36535/0548-0019-2023-07-2. – EDN UYTXLS.
5. Liferenko, K. V. Pascal and C# programming languages: a comparative analysis / K. V. Liferenko, A. I. Gerasimov // Молодежь. Общество. Современная наука, техника и инновации. – 2022. – No. 21. – P. 55-57. – EDN VTSQFX.

6. Никитин, А. Е. Разработка практикума по изучению объектно-ориентированного языка программирования C# для старших классов / А. Е. Никитин // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых ученых: Материалы Международной научно-практической конференции, Грозный, 26–27 апреля 2019 года. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет, 2019. – С. 530-534. – EDN ZCVRGH.

7. Белякова, Ю. В. Концепт-параметры как механизм развития средств обобщённого программирования в языке C# / Ю. В. Белякова, С. С. Михалкович // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2015. – Т. 11, № 2. – С. 205-213. – EDN WAQFBP.

8. Оксюта, О.В. Разработка математической модели оптимального функционирования транспортно-логистического комплекса / О.В.Оксюта, В.А. Коротких // Моделирование систем и процессов. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 55-66.

9. Зольников К.В. Координация проектных работ в области СНК и сложно функциональных блоков / Зольников К.В., Анциферова В.И., Евдокимова С.А., Гречаный С.В. // Моделирование систем и процессов. 2020. Т. 13. № 3. С. 71-76.

10. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Kiseleva, A. A. Using chatGPT in education: advantages and disadvantages / A. A. Kiseleva // Galaxy of Science-2023, Krasnodar, April 19–22, 2023 / Kuban State University. Volume 4. – Krasnodar: Kuban State University, 2023. – P. 53-57. – EDN TSDTVTF.

2. Tyuginbaev, D. D. On the issue of the functioning of language models: how chatgpt works / D. D. Tyuginbaev // Artificial intelligence and big data (Big data) in the judicial and law enforcement system: realities and the demands of the time: MATERIALS OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE , Astana, May 19, 2023. – Kossy: Academy of Law Enforcement Agencies under the General Prosecutor’s Office of the Republic of Kazakhstan, 2023. – P. 96-99. – EDN UJUKKL.

3. Nurgaliev, T. S. How chatgpt works / T. S. Nurgaliev // First steps into the science of the third millennium: Materials of the XIX All-Russian Student Scientific

and Practical Conference, Neftekamsk, April 18, 2023. – Ufa: Ufa University of Science and Technology, 2023. – P. 146-148. – EDN OUMWOA.

4. Stepanov, V. K. Possibilities of using the language model of artificial intelligence ChatGPT-3.5 in library and bibliographic activities / V. K. Stepanov, M. Sh. Majumder, D. D. Begunova // Scientific and technical information. Series 1: Organization and methodology of information work. – 2023. – No. 7. – P. 11-21. – DOI 10.36535/0548-0019-2023-07-2. – EDN UYTXLS.

5. Liferenko, KV Pascal and C# programming languages: a comparative analysis / KV Liferenko, AI Gerasimov // Youth. Society. Modern science, technology and innovation. – 2022. – No. 21. – P. 55-57. – EDN VTSQFX.

6. Nikitin, A. E. Development of a workshop on studying the object-oriented programming language C# for high school / A. E. Nikitin // Current problems of modern science: the view of young scientists: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Grozny, April 26–27, 2019 of the year. – Grozny: Chechen State Pedagogical University, 2019. – P. 530-534. – EDN ZCVRGH.

7. Belyakova, Yu. V. Concept parameters as a mechanism for the development of generalized programming tools in the C# language / Yu. V. Belyakova, S. S. Mikhalkovich // Modern information technologies and IT education. – 2015. – T. 11, No. 2. – P. 205-213. – EDN WAQFBP.

8. Oksyuta, O.V. Development of a mathematical model of the optimal functioning of the transport and logistics complex / O.V. Oksyuta, V.A. Korotkikh // Modeling of systems and processes. – 2017. – T. 10, No. 3. – P. 55-66.

9. Zolnikov K.V. Coordination of design work in the field of SNK and complex functional blocks / Zolnikov K.V., Antsiferova V.I., Evdokimova S.A., Grechany S.V. // Modeling of systems and processes. 2020. T. 13. No. 3. P. 71-76.

10. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ChatGPT ПРИ ОБРАБОТКЕ МАССИВОВ ДАННЫХ НА ЯЗЫКЕ C#

А.В. Полуэктов¹, Ф.В. Макаренко¹, Е.А. Попова¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются технология ChatGPT ее особенности и возможности, а также функции библиотеки OpenAI позволяющие использовать функции ChatGPT для работы с искусственным интеллектом в среде программирования C#. Рассматриваются проблемы с производительностью при работе с массивами данных на языке C# связанные с большими объемами данных. Рассматривается инструкция по установке и подключению ChatGPT к проекту на языке C# и приводятся примеры работы функциями ChatGPT.

Ключевые слова: ChatGPT, OpenAI, LINQ, искусственный интеллект, среда программирования C#, добавление, удаление, поиск, сортировка и обход элементов массива.

USING ChatGPT WHEN PROCESSING DATA ARRAYS IN C#

A.V. Poluektov¹, F.V. Makarenko¹, E.A. Popova¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The work discusses the ChatGPT technology, its features and capabilities, as well as the OpenAI library function that allows you to use ChatGPT functions to work with artificial intelligence in the C# programming environment. The performance problems when working with data arrays in the C# language associated with large volumes of data are considered. Instructions for installing and connecting ChatGPT to a project in C# are discussed and examples of how ChatGPT functions work are provided.

Keywords: ChatGPT, OpenAI, LINQ, artificial intelligence, C# programming environment, adding, deleting, searching, sorting and traversing array elements.

Рассмотрим, что из себя представляет технология ChatGPT, какие особенности и преимущества она предоставляет разработчику программных средств.

ChatGPT - это модель генерации текста, основанная на технологии GPT, от аббревиатуры Generative Pre-trained Transformer, разработанная для генерации текста с функцией имитации стиля и лексики, соответствующей естественному человеческому общению. Указанная функция позволяет разработчикам ПО использовать возможности ChatGPT для создания чат-ботов, генерации текстовых ответов и других задач, требующих генерации текста. Данная технология является развивающейся, разработчик OpenAI, и основана на использовании искусственного интеллекта и строится на обучении путем обработки большого объема данных путем обработки однотипных запросов. ChatGPT позволяет на основании построенных запросов осуществлять генерацию человекоподобные ответы, отвечая на вопросы, объяснять сложные концепции, решать проблемы или просто поддерживать диалог с пользователем [2], [5]. Технология OpenAI имеет возможность через функцию API подключаться к интерфейсу программных продуктов с целью обработки данных, поэтому через построенные для C# библиотеки OpenAI может подключиться к проектам написанных на языке программирования C#. Подключение библиотек к проекту и функциям ChatGPT представлено на рис. 1.

```
using OpenAI;
using OpenAI.GPT;
using OpenAI.GPT.Community;
string prompt = "Once upon a time";
string model = "text-davinci-003";
OpenAI.Language.CompletionResponse response = await OpenAIAPI.Complete(model,
prompt);
Console.WriteLine(response.choices[0].text);
```

Рисунок 1 – Пример использования ChatGPT

Особенность работы с большими объемами данных заключается в их упорядочении, в частности с использованием массивов. Данная алгоритмическая конструкция кроме удобства работы с данными содержит и ряд существенных недостатков, в частности требуется в программном блоке предусмотреть необходимость в оптимизации памяти, а также возможны проблемы с сортировкой, фильтрацией и поиском данных в массивах. Решение указанных проблем может быть решена с помощью использования специальных библиотек и инструментов, такие как LINQ. Также можно уменьшить объем потребляемой памяти и повысить скорость обработки информации используя – оптимизированные алгоритмы сортировки, фильтрации и поиска, параллельные вычисления [3], [7]. Не

зависимо от выбранного метода решения сложность алгоритма нельзя кардинально изменить, так как любой алгоритм зависит от числа входящих переменных, так, например, если в процессе обработки массива используются следующие методы: операции добавления, удаления, поиска, сортировки и обхода элементов массива, то уровень сложности $O(n)$. Сортировка массива обычно имеет сложность $O(n \log n)$. Поэтому обработка больших массивов данных с помощью стандартных конструкций языка программирования C# становится нерентабельной, и мы можем использовать возможности сторонних конструкций, в частности возможностями ChatGPT [1], [4], [6] которая представлена библиотекой OpenAI GPT-3.

Использование библиотеки OpenAI GPT-3 требует регистрации на сайте OpenAI и получения API ключа для доступа к модели, затем используя библиотеку HttpClient можно выполнить отправку запросов к API и получения ответов [8], рис. 2.

```
using System;
using System.Net.Http;
using System.Threading.Tasks;
class Program {
    static async Task Main () {
        var apiKey = "your_api_key_here";
        var prompt = "Translate the following text to French: Hello, how are
you?";
        var apiUrl = "https://api.openai.com/v1/engines/davinci-
codex/completions";
        var httpClient = new HttpClient();
        httpClient.DefaultRequestHeaders.Add("Authorization", $"Bearer
{apiKey}");
        var requestData = new { prompt = prompt, max_tokens = 150, temperature
= 0.7 };
        var response = await httpClient.PostAsJsonAsync(apiUrl, requestData);
        if (response.IsSuccessStatusCode) {
            var jsonResponse = await response.Content.ReadAsStringAsync();
            Console.WriteLine(jsonResponse);
        } else {
            Console.WriteLine("Failed to call the API.");
        }
    }
}
```

Рисунок 2 – Пример кода на C# для обработки массива данных с использованием технологии ChatGPT

В примере, представленном на рис. 1 параметр `prompt` задает вопрос к информации, получив ответ мы его можем обрабатывать различными методами, в зависимости от поставленной задачи. В частности, разбив информацию на элементы массива, при этом ChatGPT выполняет работу с элементами массива следующим образом: создается программный скрипт преобразующий текст в набор строк и затем каждую строку данных из массива отправляет на обработку через API ChatGPT, полученные ответы сохраняются как новый массив или используются для дальнейшей обработки, рис. 3.

```
string[] inputArray = { "This is a test sentence.", "Another example sentence.", "One more for good measure." };
string[] outputArray = new string[inputArray.Length];
for(int i=0; i<inputArray.Length; i++) {
    // Отправляем каждую строку на обработку через API chatgpt
    string response = SendRequestToChatGPT(inputArray[i]);
    // Сохраняем результаты в новый массив
    outputArray[i] = response;
}
// Используем результаты для дальнейшей обработки
foreach(string result in outputArray) { Console.WriteLine(result); }
```

Рисунок 3 – Пример кода для работы с массивами данных в C# с использованием ChatGPT

Для понимания, как работает данный алгоритм, выполним пошаговый анализ кода:

- создается массив `inputArray` для обработки данных;
- создается пустой массив `outputArray` для сохранения результатов;
- каждую строку данных используя цикл отправляем на обработку через API;
- полученный ответ от API и сохраняем результаты в массиве `outputArray`;
- используем результаты из массива `outputArray` для дальнейшей обработки или выводим их на экран.

Анализируя использование технологии ChatGPT совместно с языком программирования C# можно выделить положительные стороны:

- более быстрый и эффективный алгоритм анализа больших объемов текстовых данных;

- автоматизированная система обработки и классификации текстов;
- существует возможность проведения анализа и обработки текстовых данных любого объема и любой степени сложности.

Особенность использования ChatGPT заключается также в том, что разработчик ПО может упростить или автоматизировать следующие категории задач, такие как:

- классификация текстов по темам или категориям;
- генерация ответов на вопросы или комментарии пользователей;
- анализ и обработка больших объемов текстовых данных для извлечения полезной информации.

ChatGPT предоставляет возможность генерации текста на естественном языке, что может быть полезно при обработке массивов данных на C#. Это может быть использовано, например, для создания и заполнения текстовых шаблонов на основе данных из массивов. С использованием ChatGPT можно автоматизировать процессы генерации текстовой информации на C#, что может ускорить разработку и обработку массивов данных в приложениях, связанных с обработкой текстовой информации.

Перспективы дальнейшего развития этой темы включают в себя улучшение интеграции между ChatGPT и C#, разработку специализированных библиотек и инструментов для работы с обработкой массивов данных на C#, а также поиск новых областей применения для данной технологии в разработке программного обеспечения. Также возможно развитие методов оптимизации работы с массивами данных при использовании ChatGPT на C#.

Список литературы

1. Асабаев, И. А. Последствия прогресса ChatGPT в области генерации текста / И. А. Асабаев, Р. И. Алиев, Е. С. Белашова // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 97-12. – С. 20-22. – DOI 10.18411/trnio-05-2023-646. – EDN UDZKCY.

2. Ерошенко, В. В. Искусственный интеллект во frontend-разработке chatgpt artificial intelligence in frontend chatgpt development / В. В. Ерошенко, С. В. Игрунова, Е. В. Нестерова // Wissenschaft und Bildung: in- und ausländische Erfahrung : 1 KONFERENZ, Gelsenkirchen, 17 июля 2023 года. – Gelsenkirchen: Henze Verlag, 2023. – С. 31-34. – EDN PEDMUS.

3. Горбачев, А. К. Применение chatgpt в решении и генерации прикладных задач математического анализа / А. К. Горбачев, Е. Д. Жгутов // Студенческий форум. – 2023. – № 17-2(240). – С. 7-15. – EDN HWBLVB.
4. Углова, А. Б. Восприятие студенческой молодежью психологических рекомендаций, сгенерированных нейронными сетями (на примере ChatGPT) / А. Б. Углова, Н. Н. Королева, П. В. Новикова // Перспективы науки и образования. – 2023. – № 3(63). – С. 492-505. – DOI 10.32744/pse.2023.3.29. – EDN EYSVVK.
5. Орлов, В. А. Влияние нейросети chatgpt на разработку WEB-решений / В. А. Орлов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3-х томах, Красноярск, 10–14 апреля 2023 года. – Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2023. – С. 568-569. – EDN JKHSRO.
6. Оксюта, О.В. Разработка математической модели оптимального функционирования транспортно-логистического комплекса / О.В. Оксюта, В.А. Коротких // Моделирование систем и процессов. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 55-66.
7. Зольников К.В. Координация проектных работ в области СНК и сложно функциональных блоков / Зольников К.В., Анциферова В.И., Евдокимова С.А., Гречаный С.В. // Моделирование систем и процессов. 2020. Т. 13. № 3. С. 71-76.
8. Зольников К.В. Система управления распределением работ при проектировании сложных технических систем / Новикова Т.П., Зольников К.В., Кулай А.Ю., Струков И.И. // В сборнике: Информационные технологии в управлении и моделировании мехатронных систем. материалы 1-й научно-практической
9. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Asabaev, I. A. Consequences of ChatGPT progress in the field of text generation / I. A. Asabaev, R. I. Aliev, E. S. Belashova // Trends in the development of science and education. – 2023. – No. 97-12. – pp. 20-22. – DOI 10.18411/trnio-05-2023-646. – EDN UDZKCY.

2. Eroshenko, V. V. Artificial intelligence in frontend development chatgpt artificial intelligence in frontend chatgpt development / V. V. Eroshenko, S. V. Igrunova, E. V. Nesterova // Wissenschaft und Bildung: in- und ausländische Erfahrung: 1 KONFERENZ, Gelsenkirchen, 17 July 2023. – Gelsenkirchen: Henze Verlag, 2023. – pp. 31-34. – EDN PEDMUS.
3. Gorbachev, A. K. Application of chatgpt in solving and generating applied problems of mathematical analysis / A. K. Gorbachev, E. D. Zhgutov // Student Forum. – 2023. – No. 17-2(240). – P. 7-15. – EDN HWBLVB.
4. Uglova, A. B. Student perception of psychological recommendations generated by neural networks (using the example of ChatGPT) / A. B. Uglova, N. N. Koroleva, P. V. Novikova // Perspectives of science and education. – 2023. – No. 3(63). – pp. 492-505. – DOI 10.32744/pse.2023.3.29. – EDN EYSVVK.
5. Orlov, V. A. The influence of the chatgpt neural network on the development of WEB solutions / V. A. Orlov // Current problems of aviation and astronautics: Collection of materials from the IX International Scientific and Practical Conference dedicated to Cosmonautics Day. In 3 volumes, Krasnoyarsk, April 10–14, 2023. – Krasnoyarsk: Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetneva, 2023. – P. 568-569. – EDN JKHSRO.
6. Oksyuta, O.V. Development of a mathematical model of the optimal functioning of the transport and logistics complex / O.V. Oksyuta, V.A. Korotkikh // Modeling of systems and processes. – 2017. – T. 10, No. 3. – P. 55-66.
7. Zolnikov K.V. Coordination of design work in the field of SNK and complex functional blocks / Zolnikov K.V., Antsiferova V.I., Evdokimova S.A., Grechany S.V. // Modeling of systems and processes. 2020. T. 13. No. 3. P. 71-76.
8. Zolnikov K.V. Control system for the distribution of work in the design of complex technical systems / Novikova T.P., Zolnikov K.V., Kulai A.Yu., Strukov I.I. // In the collection: Information technologies in the control and modeling of mechatronic systems. materials of the 1st scientific and practical.
9. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ПОСТРОЕНИЕ ЗАЩИЩЕННОГО ХРАНИЛИЩА НА C#

А.В. Полуэктов¹, В.И. Силонов¹, И.В. Журавлева¹, А.С. Кравченко¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматривается вопрос построения защищенного хранилища данных на языке программирования C#. Изложены основные методы защиты данных, включая криптографию, аутентификацию и авторизацию, а также физическую защиту сервера. Приведены рекомендации по проектированию защищенного хранилища, включая архитектурные решения и управление доступом. Рассмотрена реализация на C# с использованием криптографических библиотек, хэширования паролей и шифрования секретной информации. Представлены примеры тестовых сценариев и оценка безопасности.

Ключевые слова: Защищенное хранилище, C#, криптография, аутентификация, авторизация, физическая защита, проектирование, доступ, шифрование, тестирование, безопасность.

BUILDING SECURED STORAGE IN C#

A.V. Poluektov¹, V.I. Silonov¹, I.V. Zhuravleva¹, A.S. Kravchenko¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article discusses the issue of building a secure data storage in the C# programming language. The basic methods of data protection are outlined, including cryptography, authentication and authorization, as well as physical server protection. Provides guidelines for secure storage design, including architectural design and access control. An implementation in C# using cryptographic libraries, password hashing and encryption of secret information is considered. Sample test scenarios and security assessments are presented.

Keywords: Secure storage, C#, cryptography, authentication, authorization, physical security, design, access, encryption, testing, security.

Проблема сохранности данных возникает из-за угроз, которым они подвергаются в цифровом окружении. Их условно можно определить, как потенциаль-

ные угрозы, такие как кибератаки, хакерские атаки, вирусы, программное обеспечение-вредоносное ПО так и физические повреждения, которые могут привести к потере, утечке или повреждению данных. Защищенное хранилище данных позволяет предотвратить и решить проблемы сохранности данных и представляет собой специальное место или инфраструктуру, где данные могут быть сохранены и защищены от несанкционированного доступа и повреждений. Защищенные хранилища обеспечивают различные меры безопасности, такие как шифрование данных, контроль доступа, механизмы аутентификации и мониторинг, чтобы предотвратить несанкционированный доступ или использование данных.

Защищенное хранилище данных имеет следующие характеристики [2], [5]:

- конфиденциальность - обеспечивают конфиденциальность данных, предотвращая несанкционированный доступ или утечку информации;
- целостность - гарантируют целостность данных, предотвращая их повреждение или изменение несанкционированными лицами;
- доступность - обеспечивают доступ к данным только авторизованным пользователям, предотвращая потерю или недоступность информации;
- восстановление данных - в случае потери или повреждения данных защищенное хранилище позволяет восстановить информацию из резервных копий или архивов;
- соответствие законодательству - помогают организациям соблюдать требования законодательного регулирования и юридические нормы в отношении обработки и хранения данных.

Все указанные аспекты делают защищенное хранилище данных необходимым для обеспечения сохранности информации и предотвращения потенциальных угроз ее безопасности.

Для реализации программных методов защиты используются способы защиты [3], [4], [6].

- криптографические алгоритмы - используются для шифрования данных и защиты их от несанкционированного доступа, преобразуют данные в нечитаемую форму, которую могут расшифровать только те, у кого есть соответствующий ключ доступа;
- аутентификация и авторизация - это процессы проверки легитимности пользователей и предоставления им соответствующих прав доступа;
- физическая защита сервера - направлена на защиту аппаратного

обеспечения и физического местоположения сервера. она ограничивает несанкционированный доступ к серверам и предотвращает потенциальные физические угрозы.

При разработке специального программного обеспечения с использованием языка программирования C# можно использовать следующие программные методы.

Пример 1. Защита данных с использованием криптографических библиотек.

Для этого у языка программирования C# есть специальные криптографические библиотеки и используются классы из пространства имен System.Security.Cryptography. Ниже приведен пример шифрования и расшифрования строки с использованием алгоритма AES:

```
using System;
using System.IO;
using System.Security.Cryptography;

public static class CryptoExample
{
    private static readonly byte[] Key = new byte[32] { 0x2A, 0x5C, 0x82, 0x47,
0xC9, 0xE3, 0x9F, 0x81, 0xCD, 0xAE, 0x53, 0x7F, 0x3C, 0x24, 0x92, 0x16, 0xE6,
0x01, 0x4B, 0x7D, 0xF2, 0xA5, 0xD6, 0x98, 0xC1, 0x8B, 0x55, 0x63, 0x74, 0x29,
0xBB, 0x64 };
    private static readonly byte[] IV = new byte[16] { 0x42, 0xA7, 0x3E, 0xAF,
0x08, 0xE4, 0xD5, 0xF1, 0xC7, 0x72, 0x9B, 0x6D, 0x58, 0x93, 0x02, 0x34 };

    public static byte[] EncryptString(string plainText)
    {
        using (Aes aesAlg = Aes.Create())
        {
            aesAlg.Key = Key;
            aesAlg.IV = IV;

            ICryptoTransform encryptor = aesAlg.CreateEncryptor(aesAlg.Key,
aesAlg.IV);
```

```

        using (MemoryStream msEncrypt = new MemoryStream())
        {
            using (CryptoStream csEncrypt = new CryptoStream(msEncrypt, en-
cryptor, CryptoStreamMode.Write))
            {
                using (StreamWriter swEncrypt = new StreamWriter(csEncrypt))
                {
                    swEncrypt.Write(plainText);
                }
                return msEncrypt.ToArray();
            }
        }
    }
}

public static string DecryptString(byte[] cipherText)
{
    using (Aes aesAlg = Aes.Create())
    {
        aesAlg.Key = Key;
        aesAlg.IV = IV;

        ICryptoTransform decryptor = aesAlg.CreateDecryptor(aesAlg.Key,
aesAlg.IV);

        using (MemoryStream msDecrypt = new MemoryStream(cipherText))
        {
            using (CryptoStream csDecrypt = new CryptoStream(msDecrypt, de-
cryptor, CryptoStreamMode.Read))
            {
                using (StreamReader srDecrypt = new StreamReader(csDecrypt))
                {
                    return srDecrypt.ReadToEnd();
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    }
}

public static void Main()
{
    string plainText = "Hello, world!";
    byte[] cipherText = EncryptString(plainText);
    string decryptedText = DecryptString(cipherText);

    Console.WriteLine("Original: {0}", plainText);
    Console.WriteLine("Encrypted: {0}", Convert.ToBase64String(cipher-
Text));
    Console.WriteLine("Decrypted: {0}", decryptedText);
}
}

```

Выполнение кода выше приведет к зашифрованию строки "Hello, world!" с использованием алгоритма AES и выводу зашифрованного текста, а затем к расшифровке и выводу исходного текста.

Пример 2. Хэширование паролей и секретных данных.

Хэширование паролей и секретных данных - это распространенная практика для защиты данных от несанкционированного доступа. Ниже приведен пример хэширования пароля с использованием алгоритма SHA256:

```

using System;
using System.Security.Cryptography;

public static class HashingExample
{
    public static string HashPassword(string password)
    {
        using (SHA256 sha256Hash = SHA256.Create())
        {
            byte[] bytes = sha256Hash.ComputeHash(System.Text.Encoding.UTF8.GetBytes(password));

```

```

        return Convert.ToBase64String(bytes);
    }
}

public static bool VerifyPassword(string password, string hashedPassword)
{
    string hashedInput = HashPassword(password);

    return (hashedInput == hashedPassword);
}

public static void Main()
{
    string password = "myPassword123";
    string hashedPassword = HashPassword(password);

    Console.WriteLine("Original password: {0}", password);
    Console.WriteLine("Hashed password: {0}", hashedPassword);

    bool isValid = VerifyPassword(password, hashedPassword);
    Console.WriteLine("Password is valid: {0}", isValid);
}
}

```

Выполнение кода выше приводит к хэшированию пароля "myPassword123" с использованием алгоритма SHA256 и выводу захэшированного значения. Затем происходит проверка валидности пароля, используя функцию `VerifyPassword`.

Пример 3. Работа с зашифрованными контейнерами данных.

Зашифрованные контейнеры данных позволяют защитить целые наборы данных, сохраняя их в зашифрованном виде и обеспечивая доступ только авторизованным пользователям. В *C#* можно использовать класс `ProtectedData` из пространства имен `System.Security.Cryptography` для работы с зашифрованными контейнерами данных. Ниже приведен пример сохранения и чтения зашифрованных данных:

```

using System;
using System.IO;
using System.Security.Cryptography;

public static class ProtectedDataExample
{
    public static byte[] ProtectData(byte[] data)
    {
        return ProtectedData.Protect(data, null, DataProtectionScope.CurrentUser);
    }

    public static byte[] UnprotectData(byte[] protectedData)
    {
        return ProtectedData.Unprotect(protectedData, null, DataProtectionScope.CurrentUser);
    }

    public static void Main()
    {
        string originalData = "Sensitive information";
        byte[] dataBytes = System.Text.Encoding.UTF8.GetBytes(originalData);

        byte[] protectedData = ProtectData(dataBytes);
        Console.WriteLine("Protected data: {0}", Convert.ToBase64String(protectedData));

        byte[] decryptedData = UnprotectData(protectedData);
        string decryptedText = System.Text.Encoding.UTF8.GetString(decryptedData);
        Console.WriteLine("Decrypted data: {0}", decryptedText);
    }
}

```

Выполнение приведенного кода приведет к защите данных "Sensitive information", используя функцию ProtectData, и выводу зашифрованных данных.

Затем эти данные расшифровываются с помощью функции `UnprotectData`, и результат выводится на экран.

Обратим внимание, что в каждом из этих примеров показан основной принцип работы соответствующих функций и методов. В реальных системах защиты данных обычно требуется принять дополнительные меры, такие как сохранение ключей безопасности в безопасном хранилище, управление доступом и т.д.

Для оценки защищенности данных, реализованных на языке программирования `C#` с использованием криптографических библиотек, хэширования паролей и секретных данных, а также работы с шифрованными контейнерами данных, можно провести следующие тестовые сценарии [1], [7], [8]:

1. Тестирование хэширования паролей:
 - создание пользователя с паролем;
 - хэширование пароля и сохранение его в базе данных;
 - аутентификация пользователя с введенным паролем;
 - сравнение хэша введенного пароля с сохраненным хэшем.
2. Тестирование шифрования и дешифрования данных:
 - шифрование некоторых секретных данных с использованием симметричного ключа;
 - сохранение зашифрованных данных в файл или базу данных;
 - дешифрование данных с помощью правильного ключа;
 - проверка правильности дешифрованных данных.
3. Тестирование работоспособности криптографических библиотек:
 - генерация случайного ключа шифрования;
 - шифрование и расшифрование каких-либо данных с использованием библиотеки;
 - проверка правильности расшифрованных данных.
4. Тестирование обработки ошибок и исключений:
 - попытка использования неправильного пароля для расшифровки данных;
 - попытка дешифрования данных без доступа к необходимым ключам;
 - проверка обработки исключений и корректности сообщений об ошибках.

5. Тестирование работы с зашифрованными контейнерами данных:

- создание зашифрованного контейнера данных и добавление в него некоторых элементов;
- чтение данных из контейнера и проверка корректности расшифрованных данных;
- редактирование и удаление элементов из контейнера;
- проверка сохранения изменений в контейнере и корректности работы со зашифрованными данными.

Анализ результатов тестирования включает в себя оценку успешности выполнения каждого тестового сценария, выявление потенциальных уязвимостей защищенности данных и производительности криптоопераций. Также важно учесть возможные ошибки в реализации и принять меры для их устранения.

Построение защищенного хранилища на языке программирования C# является важной задачей для обеспечения безопасности данных. Реализация описанных принципов и методов поможет предотвратить утечку и несанкционированный доступ к конфиденциальной информации. При разработке такого хранилища необходимо учитывать современные требования безопасности и следовать рекомендациям по обеспечению защиты данных.

Список литературы

1. Маракуева, Н. В. Защищенное файловое хранилище / Н. В. Маракуева // Информационное пространство в аспекте гуманитарных и технических наук - 2015: Материалы IV междисциплинарной межвузовской конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Барнаул, 25 ноября 2015 года / Ответственный за выпуск А.В. Черенкова. – Барнаул: ООО "Алтай-Циклон", 2015. – С. 36-39. – EDN VXULYP.
2. Маракуева, Н. В. Защищенное облачное хранилище предприятия / Н. В. Маракуева // Проблемы правовой и технической защиты информации: Сборник научных статей, Барнаул, 24 мая 2017 года / ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный университет». Том Выпуск V. – Барнаул: Алтайский государственный университет, 2017. – С. 45-50. – EDN ZTOXWB.
3. Садков, А. А. Разработка многопользовательского защищенного хранилища данных / А. А. Садков // Молодой исследователь: вызовы и перспективы: Сборник статей по материалам LXI международной научно-практической конференции. Том 8 (61): Общество с ограниченной ответственностью "Интернаука", 2018. – С. 146-148. – EDN YTJELU.

4. Кочин, В. П. Разработка образовательного защищенного облачного хранилища данных, интегрированного в инфраструктуру образовательного учреждения / В. П. Кочин, А. В. Жерело // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2022. – Т. 19, № 6(216). – С. 21-28. – DOI 10.14489/vkit.2022.06.pp.021-028. – EDN TNVYJK.

5. Бакуменко, В. В. Использование общедоступных облачных хранилищ данных в качестве криптоконтейнеров для защищенного хранения информации в распределенных компьютерных системах / В. В. Бакуменко, С. С. Куликов // Управление информационными рисками и обеспечение безопасности инфокоммуникационных систем. – 2020. – Т. 18, № 1. – С. 72-85. – EDN MBSZEP.

6. Зольников, К.В. Математическая модель оценки показателей надежности сложных программно-технических комплексов / К.В. Зольников, Д.М. Уткин, Ю.А. Чевычелов // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 21-26.

7. Зольников, В.К. Моделирование и анализ производительности алгоритмов балансировки нагрузки облачных вычислений / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, Н.Ф. Даюб // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 32-39.

8. Зольников К.В. Система управления распределением работ при проектировании сложных технических систем / Новикова Т.П., Зольников К.В., Кулай А.Ю., Струков И.И. // В сборнике: Информационные технологии в управлении и моделировании мехатронных систем. материалы 1-й научно-практической международной конференции. 2017. С. 199-204

References

1. Marakueva, N.V. Secure file storage / N.V. Marakueva // Information space in the aspect of humanities and technical sciences - 2015: Materials of the IV interdisciplinary interuniversity conference of students, undergraduates and graduate students, Barnaul, November 25, 2015 / Responsible for issue A.V. Cherenkova. – Barnaul: Altai-Cyclone LLC, 2015. – P. 36-39. – EDN VXULYP.

2. Marakueva, N.V. Secure enterprise cloud storage / N.V. Marakueva // Problems of legal and technical information protection: Collection of scientific articles, Barnaul, May 24, 2017 / Altai State University. Volume Issue V. - Barnaul: Altai State University, 2017. - P. 45-50. – EDN ZTOXWB.

3. Sadkov, A. A. Development of a multi-user secure data warehouse / A. A. Sadkov // Young researcher: challenges and prospects: Collection of articles

based on the materials of the LXI international scientific and practical conference. Vol. 8 (61): Limited Liability Company "Internauka", 2018. – pp. 146-148. – EDN YTJELU.

4. Kochin, V. P. Development of an educational secure cloud data storage integrated into the infrastructure of an educational institution / V. P. Kochin, A. V. Zherelo // Bulletin of computer and information technologies. – 2022. – T. 19, No. 6(216). – pp. 21-28. – DOI 10.14489/vkit.2022.06.pp.021-028. – EDN TNVYJK.

5. Bakumenko, V.V. Using public cloud data storage as cryptocontainers for secure storage of information in distributed computer systems / V.V. Bakumenko, S.S. Kulikov // Information risk management and ensuring the security of infocommunication systems. – 2020. – T. 18, No. 1. – P. 72-85. – EDN MBSZEP.

6. Zolnikov, K.V. Mathematical model for assessing reliability indicators of complex software and hardware systems / K.V. Zolnikov, D.M. Utkin, Yu.A. Chevychelov // Modeling of systems and processes. – 2018. – T. 11, No. 1. – P. 21-26.

7. Zolnikov, V.K. Modeling and performance analysis of cloud computing load balancing algorithms / V.K. Zolnikov, O.V. Oksyuta, N.F. Dayub // Modeling of systems and processes. – 2020. – T. 13, No. 1. – P. 32-39.

8. Zolnikov K.V. Control system for the distribution of work in the design of complex technical systems / Novikova T.P., Zolnikov K.V., Kulai A.Yu., Strukov I.I. // In the collection: Information technologies in the control and modeling of mechatronic systems. materials of the 1st scientific and practical international conference. 2017. pp. 199-204.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРА

С.А. Сазонова¹, В.Ф. Асминин², Е.В. Дружинина²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Рассматриваются особенности моделирования термогазодинамических параметров пожара на основе математических моделей пожара. Описано применяемое программное обеспечение. Рассчитаны показатели опасных факторов пожара в расчетных точках.

Ключевые слова: моделирование, термодинамические параметры пожара, место возникновения пожара, пешеходный переход, модели пожара, программное обеспечение.

MODELING OF THERMOGASODYNAMIC FIRE PARAMETERS

S.A. Sazonova¹, V.F. Asminin², E.V. Druzhinina²

¹Voronezh State Technical University

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The features of modeling the thermogasodynamic parameters of a fire based on mathematical models of fire are considered. The software used is described. The indicators of fire hazards at the calculated points are calculated.

Keywords: modeling, thermodynamic parameters of a fire, place of occurrence of a fire, pedestrian crossing, fire models, software.

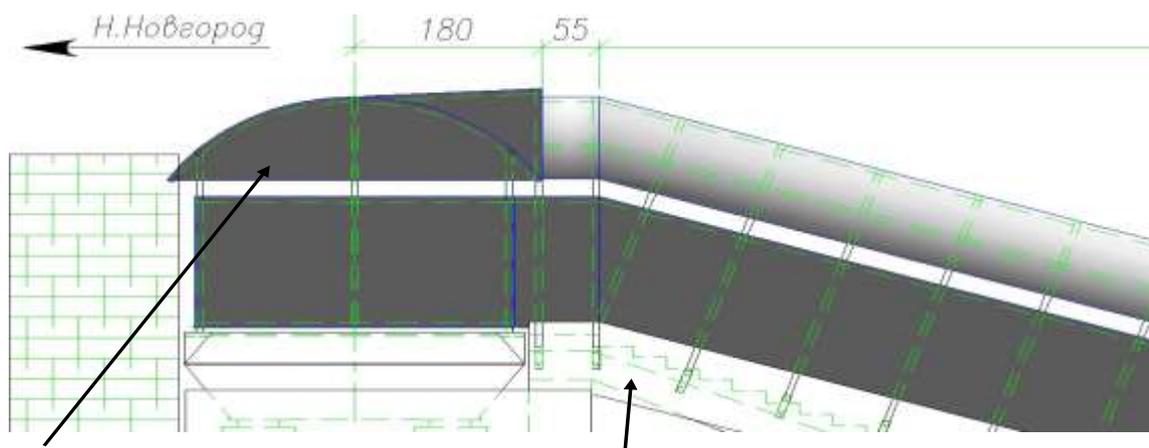
Для описания термогазодинамических параметров пожара применяются три основных группы детерминистических моделей: интегральные, зонные(зональные) и полевые.

Для проведения расчетов рисков использовалось программное обеспечение Национального института стандартов и технологии Министерства торговли

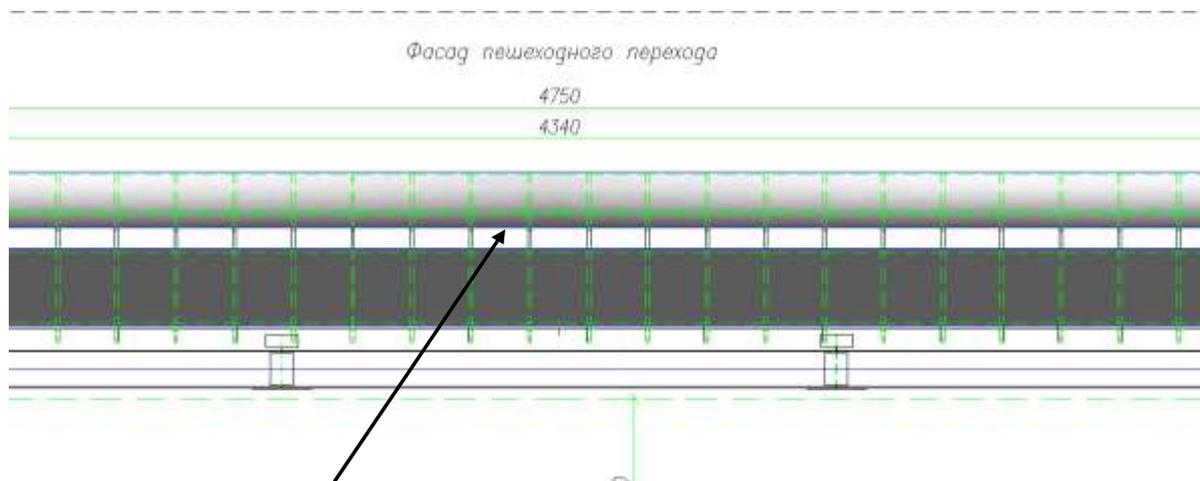
США «FDS (Fire Dynamics Simulator)» реализующая вычислительную модель (CFD)тепломассопереноса при горении.

Построение полей опасных факторов пожара выполнено с применением прикладной программы PyroSim.

Объемно-планировочные решения проектируемого перехода обеспечивают постоянное естественное проветривание перехода через предусмотренные проемы, которые расположены в верхней части по периметру пролетного строения и лестничных сходов рис. 1. Место возникновения пожара показано на рис. 2.



а) Проем в верхней части по периметру перехода / Проем снизу лестничных сходов



б) Проем в верхней части по периметру перехода

Рисунок 1 - Проемы для естественного проветривания пешеходного перехода:

а) вид с боку; б) фасад перехода

Такое расположение источника пожара обеспечивает наихудший сценарий по следующим причинам: источники возгорания имитируют закрытые конструкции из поликарбоната в местах наибольшей пожарной нагрузки; по сценарию эвакуации на данном очаге возгорания перекрыт эвакуационный канал.

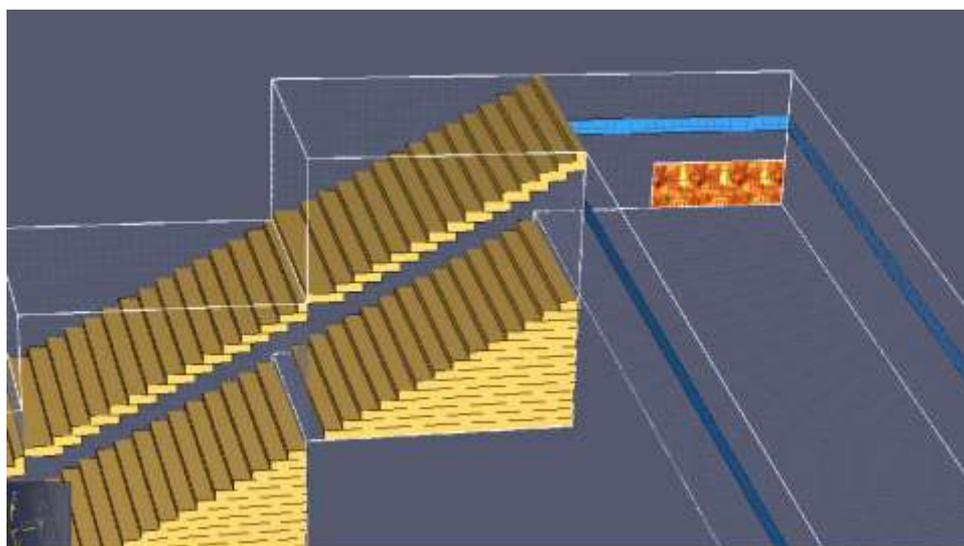


Рисунок 2 – Место возникновения пожара

Таблица 1 - Сводная таблица показателей ОФП в расчетных точках

A861		f _x 1027,2198						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	s	kg/m ³	kg/m ³	kW/m ²	kg/m ³	kg/m ³	C	m
2		1,16E-03	1,10E-04	1,40	2,30E-05	0,23	70,00	20,00
3	FDS Tim	1-co	1-co2	1-H	1-hcl	1-o2	1-T	1-vis
855	1020,0038	4,529E-06	3,201E-05	0,4196991	2,132E-06	0,27327	24,402	29,9723
856	1021,2282	4,172E-06	3,201E-05	0,4196694	1,964E-06	0,2737121	24,0295	30
857	1022,4318	4,24E-06	9,023E-05	0,4195605	1,996E-06	0,2734921	24,2474	30
858	1023,6077	2,768E-06	8,29E-05	0,4194382	1,303E-06	0,2753499	22,6819	30
859	1024,8064	2,778E-06	9,107E-05	0,419511	1,308E-06	0,2753888	22,6373	30
860	1026,0108	6,102E-06	7,649E-05	0,4197553	2,872E-06	0,271339	26,0443	23,3071
861	1027,2198	7,745E-06	8,234E-05	0,4200358	3,646E-06	0,269243	27,8513	17,9489
862	1028,4036	5,205E-06	8,621E-05	0,4199541	2,45E-06	0,2724757	25,0646	26,754
863	1029,6119	4,613E-06	6,19E-05	0,4198876	2,172E-06	0,2731639	24,4921	29,5525
864	1030,8015	5,276E-06	3,66E-05	0,4199158	2,484E-06	0,2722069	25,3352	26,1835
865	1032,0202	6,248E-06	6,86E-05	0,4200384	2,941E-06	0,2708513	26,5279	22,1368
866	1033,233	6,896E-06	8,591E-05	0,4201459	3,246E-06	0,2699099	27,3694	20,0038
867	1034,4173	6,634E-06	9,937E-05	0,4201408	3,123E-06	0,2702791	27,0413	20,823
868	1035,6097	5,982E-06	0,0001054	0,4200543	2,816E-06	0,2712227	26,1998	23,0756
869	1036,8012	6,363E-06	0,0001092	0,4200873	2,995E-06	0,2707482	26,6063	21,699
870	1038,0107	7,489E-06	3,201E-05	0,4201039	3,526E-06	0,2691039	28,0826	18,4388
871	1039,2248	8,136E-06	3,201E-05	0,4201953	3,83E-06	0,2683035	28,776	16,9647
872	1040,421	7,687E-06	3,201E-05	0,4201365	3,619E-06	0,2690987	28,0278	17,9705
873	1041,6127	7,707E-06	9,023E-05	0,4202299	3,628E-06	0,2689856	28,1483	17,9992
874	1042,8153	6,003E-06	8,29E-05	0,4201331	2,826E-06	0,2711993	26,2193	23,0076
875	1044,0211	6,511E-06	9,107E-05	0,4201307	3,065E-06	0,2705318	26,7999	21,2232
876	1045,2051	6,294E-06	7,649E-05	0,4201411	2,963E-06	0,2708419	26,5239	21,9486
877	1046,4059	6,661E-06	8,234E-05	0,4201712	3,136E-06	0,270402	26,898	20,7997
878	1047,6146	6,178E-06	0,0001094	0,4201687	2,908E-06	0,2709321	26,4678	22,9373

Таблица 1 является сводной таблицей показателей опасных факторов пожара (ОФП) в расчетных точках. Размещение расчетных точек показано на рис.3.

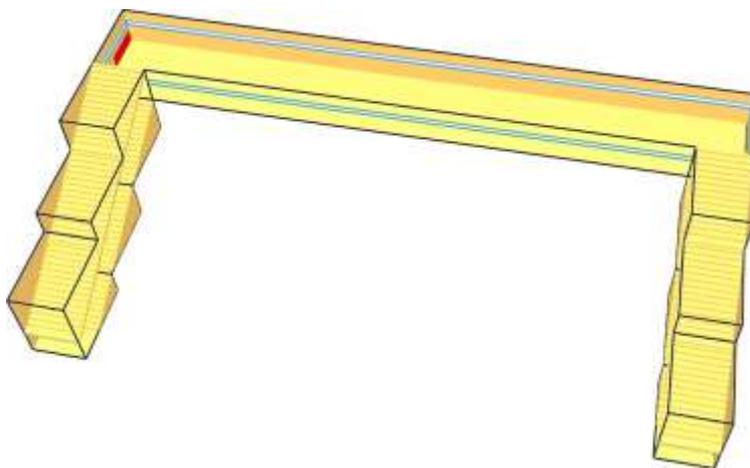


Рисунок 3 – Расположение расчетных точек

На рис. 4 показаны вентилируемые проемы, на рис. 5 показана ситуация блокировки по потере видимости. ОФП достигло предельных значений в Рт1 за 1027 сек. по потере видимости.

Сравним время прибытия пожарно-спасательного подразделения и начало проведения им спасательных работ с временем начала воздействия ОФП на М4 находящегося у лестничного схода.

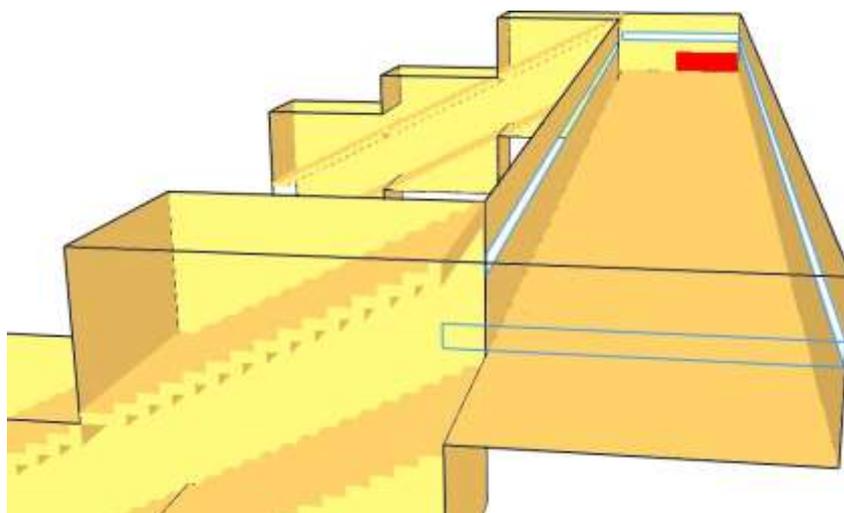


Рисунок 4 - Вентилируемые проемы

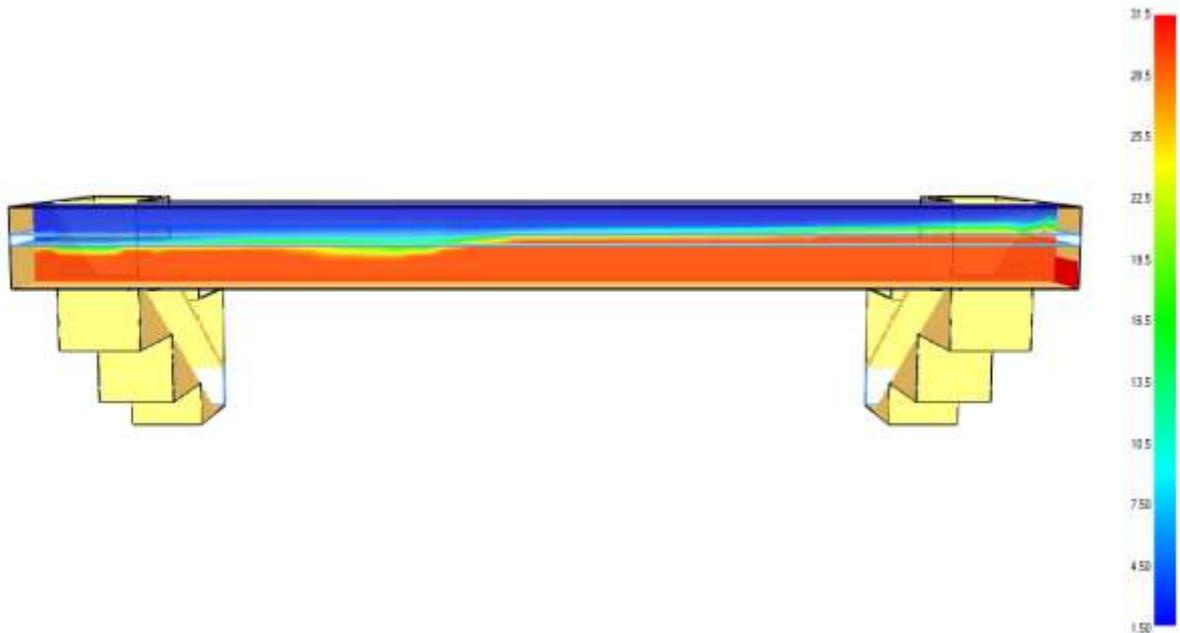


Рисунок 5 - Блокировка по потере видимости 1027сек.

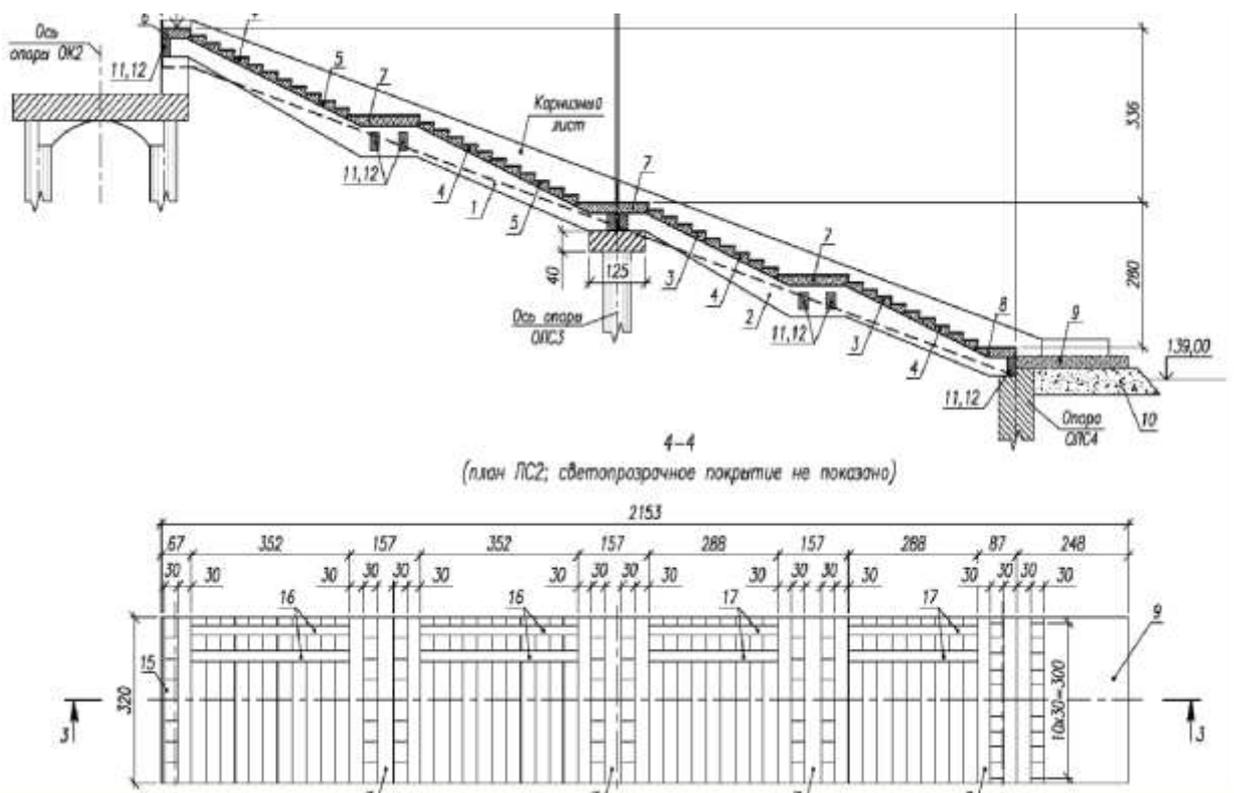


Рисунок 6 - Лестничные сходы: 16, 17 - швеллера предназначенные для движения МГН М4 на колясках.

Согласно проведенному ранее расчету сил и средств, время начала спасательных работ прибывшим пожарно- спасательным подразделением, составляет 7,7 мин, время начала воздействия ОФП в Рт. 1 (потеря видимости)

$1027/60=17,11$ мин, следовательно, человек группы мобильности (далее МГН) М4 будет спасен пожарными до момента начала воздействия на него ОФП.

Также возможно спасение МГН М4 с помощью людей, находящихся в переходе вовремя начала пожара, по запроектированным на лестничных сходах металлическим конструкциям (швеллерам) обеспечивающим возможность движения вверх или вниз лестничных сходов МГН М4 (рис. 6 «Схема расположения лестничных сходов ЛС1 и ЛС2», 87-219-ТКР, ИС 1.4.) на инвалидном кресле-коляске – рис. 7.



Рисунок 7. Параметры кресла-коляски для передвижения МГН М4, см

Принятые при проектировании пешеходного перехода объемно-планировочные и конструктивные решения, обеспечивают безопасность МГН М4 при возникновении пожара в соответствии с требованиями п. 5.2.23 и п. 5.2.27 СП 59.13330.2012. В работе использовались материалы исследований [1-19].

Список литературы

1. Николенко, С.Д. Исследование причин аварий грузоподъемных кранов / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асмнин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2021. - № 3-4 (25-26). - С. 107-111.
2. Сазонова, С.А. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асмнин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.
3. Sazonova, S. Condition monitoring of multi-apartment buildings / S. Sazonova, S. Nikolenko, E. Chernikov, S. Dyakonova, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Minaikov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2647. - P. 030018.

4. Sazonova, S. Inspection of project documentation during the construction of an apartment building / S. Sazonova, S. Nikolenko, A. Meshcheryakova, L. Stenyukhin, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Osipov // AIP Conference Proceedings. - 2022. – V. 2647. - P. 030019.

5. Nikolenko, S.D. Behavior of dispersion-reinforced concrete under dynamic action / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, N.V. Mozgovoi, L.N. Zvyagina // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. ICMSIT-III 2022: Metrological Support of Innovative Technologies. - 2022. - С. 022006.

6. Епифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

7. Асминин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

8. Козюков, А.Е. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

9. Зольников, В.К. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

10. Зольников, В.К. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.

11. Асминин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // В сборнике: IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

14. Зольников, В.К. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова, А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.

15. Ачкасов, А.В. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Ягодкин, А.С. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Зольников, В.К. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

References

1. Nikolenko, S.D. Investigation of the causes of accidents of lifting cranes / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2021. - № 3-4 (25-26). - Pp. 107-111.

2. Sazonova, S.A. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.
3. Sazonova, S. Condition monitoring of multi-apartment buildings / S. Sazonova, S. Nikolenko, E. Chernikov, S. Dyakonova, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Minaikov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2647. - P. 030018.
4. Sazonova, S. Inspection of project documentation during the construction of an apartment building / S. Sazonova, S. Nikolenko, A. Meshcheryakova, L. Stenyukhin, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Osipov // AIP Conference Proceedings. - 2022. – V. 2647. - P. 030019.
5. Nikolenko, S.D. Behavior of dispersion-reinforced concrete under dynamic action / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, N.V. Mozgovoi, L.N. Zvyagina // In the collection: Journal of Physics: Conference Series. ICMSIT-III 2022: Metrological Support of Innovative Technologies. - 2022. - p. 022006.
6. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.
7. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.
8. Kozyukov, A.E. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.
9. Zolnikov, V.K. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.
10. Zolnikov, V.K. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.
11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.

12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // In the collection: IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.

14. Zolnikov, V.K. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.

15. Achkasov, A.V. Features of designing microcircuits made using deep-sub-micron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.

16. Yagodkin, A.S. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova, A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.

17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.

18. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // In the collection: E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.

19. Zolnikov, V.K. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.

МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ ИЗ ЗДАНИЙ ПЕРСОНАЛА И ПОСЕТИТЕЛЕЙ

С.А. Сазонова¹, В.Ф. Асминин², Е.Н. Епифанов²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Рассматриваются методы, применяемые для расчетов времени эвакуации из зданий роддомов персонала и посетителей. Расчет времени эвакуации выполнено по двум программным комплексам «Фогард РВ» и «Фогард РВ+». Алгоритм определения расчётного времени эвакуации приведен в виде блок-схемы. Разработаны схема расстановки сил и средств при наихудшем варианте развития пожара и схема возможного развития пожара.

Ключевые слова: методы, алгоритмы, расчет, время эвакуации, пожарная безопасность.

METHODS FOR CALCULATING THE EVACUATION TIME FROM BUILDINGS OF STAFF AND VISITORS

S.A. Sazonova¹, V.F. Asminin², E.N. Epifanov²

¹Voronezh State Technical University

²Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The methods used to calculate the evacuation time from maternity hospital buildings for staff and visitors are considered. The evacuation time was calculated using two software complexes "Fogard RV" and "Fogard RV+". The algorithm for determining the estimated evacuation time is given in the form of a block diagram. A scheme for the alignment of forces and means in the worst case scenario of a fire and a scheme for the possible development of a fire have been developed.

Keywords: methods, algorithms, calculation, evacuation time, fire safety.

Применение методов расчетов времени эвакуации при возникновении пожара персонала и посетителей утверждено приказом Министра по чрезвычайным ситуациям от 30 сентября 2009 года № 382.

Расчет времени эвакуации выполняют по двум программным комплексам: «Фогард РВ» и «Фогард РВ+». Алгоритм определения расчётного времени эвакуации приведен на рис. 1.



Рисунок 1 – Алгоритм определения расчётного времени эвакуации

В качестве примера рассмотрим здание роддома БУЗ ВО «ВРД № 2» расположен по адресу: ул. Ленинградская, 57. Главный корпус четырехэтажное здание на 130 коек, корпус №2 двухэтажное здание на 60 коек.

На рис. 2 приведена схема расстановки сил и средств при наихудшем варианте развития пожара (план здания на местности). На рис. 3 рассмотрена схема возможного развития пожара.

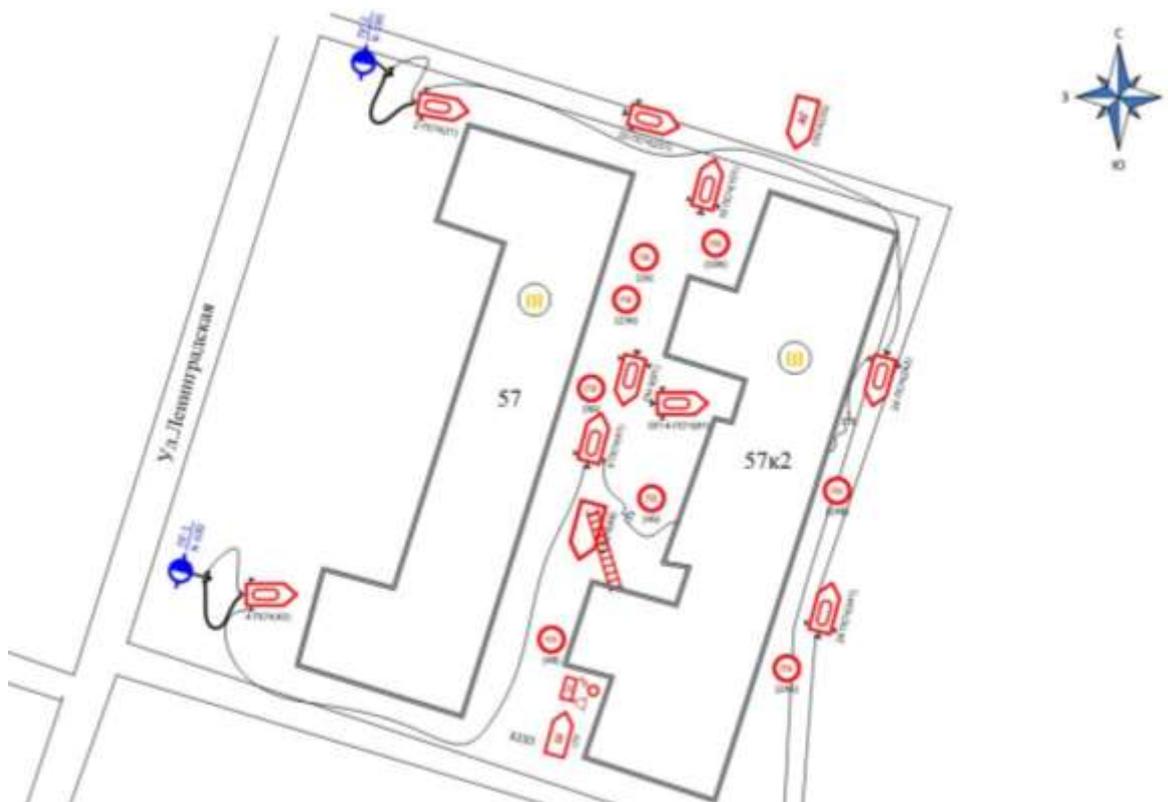


Рисунок 2 - Расстановка сил и средств при наихудшем варианте развития пожара

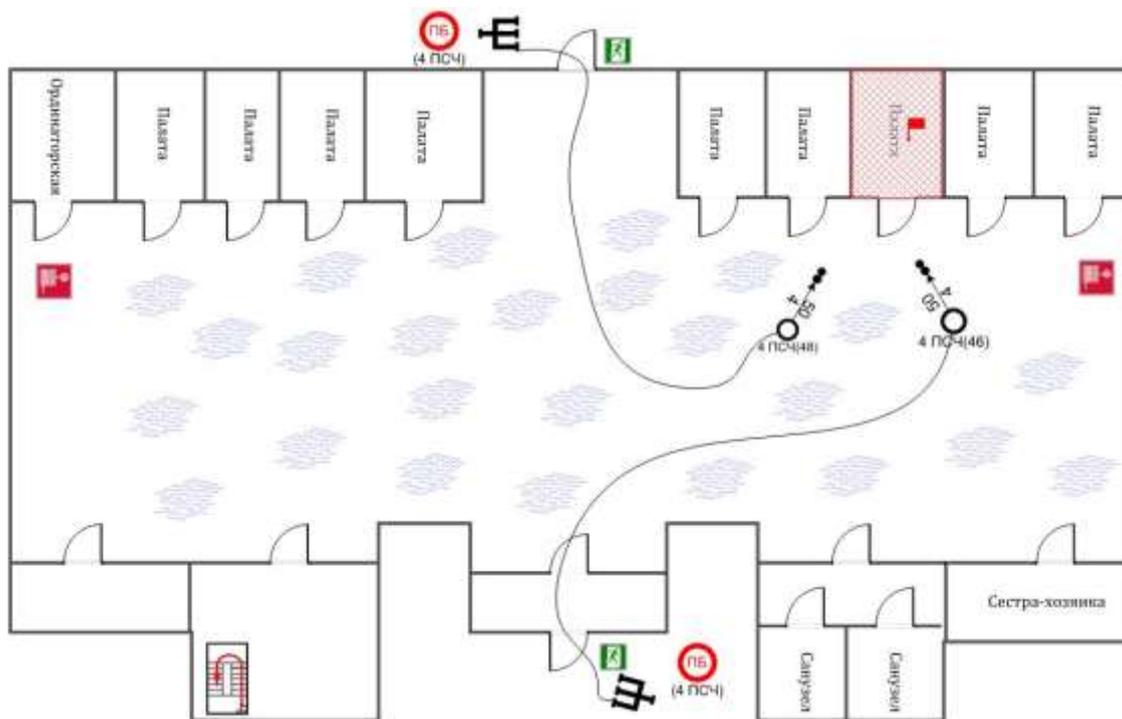


Рисунок 3 - Схема возможного развития пожара

При выполнении расчетов учтено, что нахождение беременной женщины в зоне пожара значительно влияет на расчёт времени эвакуации. Нормативными документами учитывается увеличение площади проекции беременной женщины (рис. 4).

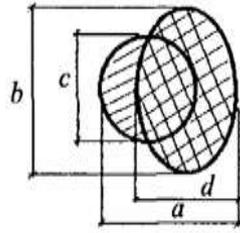


Рисунок 4 – ППП беременной женщины $f = 0,13 \text{ м}^2/\text{чел}$, где значения a, b, c, d находятся по табличным значениям

Предложено рассчитать эвакуацию с учётом особенностей пациенток, находящихся в данном помещении. Женщины на разных сроках беременности могут потребовать дополнительного наблюдения специалистов. Роженицы до 5 месяца могут беспрепятственно покинуть помещение, в то время как у беременных на более позднем сроке возникают затруднения во время эвакуации.

Расчетное время эвакуации людей из здания устанавливалось по времени выхода из него последнего человека.

В работе использовались материалы исследований [1-19].

Список литературы

1. Епифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асмнин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.
2. Сазонова, С.А. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асмнин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.
3. Safonova, Yu.A. Evaluation of the effect of fermentation conditions on the functional and technological characteristics of the semifinished meat product / Yu.A. Safonova, A.V. Skrypnikov, E.N. Kovaleva, A.V. Lemeshkin, S.G. Machtakov // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials (P2ARM 2021). - 2022. - С. 012049.
4. Kovaleva, E.N. Study of the production process of extruded feed and evaluation of the quality of the resulting product using software methods / E.N. Kovaleva, Yu.A. Safonova, A.V. Lemeshkin, N.Yu. Agaeva, S.G. Machtakov, I.P. Shchetilina // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International

Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials (P2ARM 2021). - 2022. - С. 012139.

5. Сазонова, С.А. Особенности разработки программных продуктов с использованием массивов в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова, А.В. Лемешкин, В.А. Попов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 4. - С. 90-100.

6. Сазонова, С.А. Использование объектно-ориентированной среды для создания программ с применением управляющих операторов и циклов / С.А. Сазонова, Н.В. Акамсина, А.В. Лемешкин // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 2. - С. 41-54.

7. Sazonova, S. Condition monitoring of multi-apartment buildings / S. Sazonova, S. Nikolenko, E. Chernikov, S. Dyakonova, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Minaikov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2647. - P. 030018.

8. Sazonova, S. Inspection of project documentation during the construction of an apartment building / S. Sazonova, S. Nikolenko, A. Meshcheryakova, L. Stenyukhin, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Osipov // AIP Conference Proceedings. - 2022. – V. 2647. - P. 030019.

9. Nikolenko, S.D. Behavior of dispersion-reinforced concrete under dynamic action / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, N.V. Mozgovoi, L.N. Zvyagina // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. ICMSIT-III 2022: Metrological Support of Innovative Technologies. - 2022. - С. 022006.

10. Nikolenko, S.D. Ecologically safe construction of monolithic concrete structures / S.D. Nikolenko, V.Y. Manohin, I.V. Mihnevich, M.V. Manohin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development" (CATPID-2020). - 2020. - С. 052068.

11. Михневич, И.В. Конструкторское решение и технология быстровозводимого сооружения для применения в зонах чрезвычайных ситуаций / И.В. Михневич, А.В. Рыбаков, С.Д. Николенко // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. - 2019. - № 1 (40). - P. 66-75.

12. Козюков, А.Е. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

13. Зольников, В.К. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

14. Зольников, В.К. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.
15. Асминин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.
16. Асминин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.
17. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.
18. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // В сборнике: IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.
19. Николенко, С.Д. Исследование причин аварий грузоподъемных кранов / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2021. - № 3-4 (25-26). - С. 107-111.

References

1. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.
2. Sazonova, S.A. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.
3. Safonova, Yu.A. Evaluation of the effect of fermentation conditions on the functional and technological characteristics of the semifinished meat product /

Yu.A. Safonova, A.V. Skrypnikov, E.N. Kovaleva, A.V. Lemeshkin, S.G. Machtakov // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials (P2ARM 2021). - 2022. - p. 012049.

4. Kovaleva, E.N. Study of the production process of extracted feed and evaluation of the quality of the resulting product using software methods / E.N. Kovaleva, Yu.A. Safonova, A.V. Lemeshkin, N.Yu. Agaeva, S.G. Machtakov, I.P. Shchetilina // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials (P2ARM 2021). - 2022. - p. 012139.

5. Sazonova, S.A. Features of software product development using arrays in an object-oriented environment / S.A. Sazonova, A.V. Lemeshkin, V.A. Popov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 4. - pp. 90-100.

6. Sazonova, S.A. Using an object-oriented environment to create programs using control operators and cycles / S.A. Sazonova, N.V. Akamsina, A.V. Lemeshkin // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 2. - pp. 41-54.

7. Sazonova, S. Condition monitoring of multi-apartment buildings / S. Sazonova, S. Nikolenko, E. Chernikov, S. Dyakonova, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Minaikov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2647. - P. 030018.

8. Sazonova, S. Inspection of project documentation during the construction of an apartment building / S. Sazonova, S. Nikolenko, A. Meshcheryakova, L. Stenyukhin, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Osipov // AIP Conference Proceedings. - 2022. – V. 2647. - P. 030019.

9. Nikolenko, S.D. Behavior of dispersion-reinforced concrete under dynamic action / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, N.V. Mozgovoi, L.N. Zvyagina // In the collection: Journal of Physics: Conference Series. ICMSIT-III 2022: Metrological Support of Innovative Technologies. - 2022. - p. 022006.

10. Nikolenko, S.D. Ecologically safe construction of monolithic concrete structures / S.D. Nikolenko, V.Y. Manohin, I.V. Mihnevich, M.V. Manohin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development" (CATPID-2020). - 2020. - p. 052068.

11. Mikhnevich, I.V. Design solution and technology of prefabricated structures for use in emergency zones / I.V. Mikhnevich, A.V. Rybakov, S.D. Nikolenko // Scientific and educational problems civil protection. - 2019. - № 1 (40). - P. 66-75.

12. Kozyukov, A.E. Methods of ensuring the resistance of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.
13. Zolnikov, V.K. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.
14. Zolnikov, V.K. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.
15. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.
16. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.
17. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.
18. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // In the collection: IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.
19. Nikolenko, S.D. Investigation of the causes of accidents of lifting cranes / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2021. - № 3-4 (25-26). - Pp. 107-111.

МЕТОДИКА ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ СВОБОДНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРИ ЭВАКУАЦИИ ИЗ ЗДАНИЯ

С.А. Сазонова¹, В.Ф. Асминин², И.М. Казбанова²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Рассматриваются методика для численного определения скорости свободного движения при эвакуации людей из здания роддома. Выполнен анализ путей эвакуации. Выполнен расчет расчетного времени эвакуации из наиболее удаленной точки здания. Разработаны рекомендации по повышению эффективности эвакуации людей.

Ключевые слова: методика, численные расчеты, движение потоков людей, эвакуация из здания роддома, пожарная безопасность.

A TECHNIQUE FOR NUMERICALLY DETERMINING THE SPEED OF FREE MOVEMENT DURING EVACUATION FROM A BUILDING

S.A. Sazonova¹, V.F. Asminin², I.M. Kazbanova²

¹Voronezh State Technical University

²Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. A technique for numerically determining the speed of free movement during the evacuation of people from the hospital building is considered. The analysis of escape routes has been performed. The estimated evacuation time from the most remote point of the building has been calculated. Recommendations have been developed to improve the efficiency of evacuation of people.

Keywords: methodology, numerical calculations, movement of human flows, evacuation from the hospital building, fire safety.

В период с 2018 по 2020 год проведено естественное наблюдение за определением скорости свободных движений пациентов в родовых учреждениях в одной из основных перинатальных центров города Москва. Для проведения оценки была выбрана женщина третьего триместра 7-9 месяцев беременности.

Всего в группе женщин было выполнено порядка 400 измерений на прямом следовании пути, на лестнице вверх, на лестнице вниз (рис. 1).

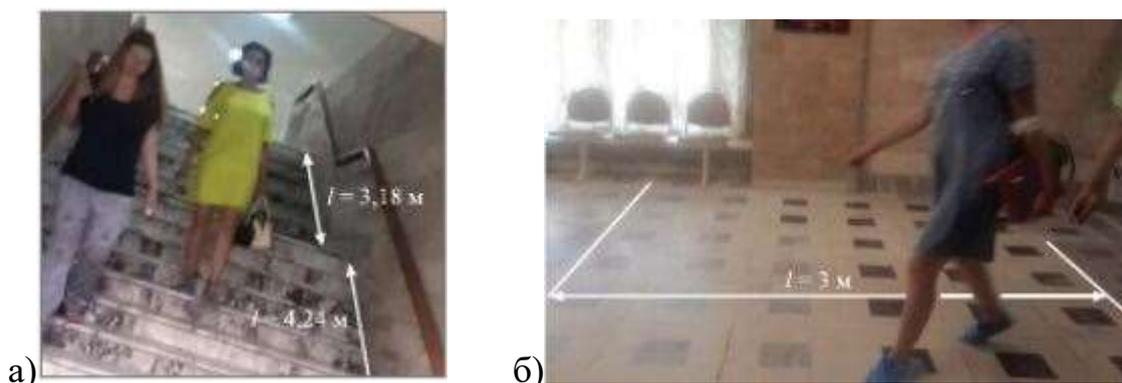


Рисунок 1 – Участки длиной l для фиксации движения беременных по лестнице а) и по горизонтальному участку пути б).

Рассмотрим применение методики на примере расчёта времени эвакуации. Время задержки начала эвакуации определяем из выражения

$$t_{н.э.} = 5 + 0,01 \cdot (2,2 \cdot 3,7) = 5,08 = 0,085 \text{ мин.} \quad (1)$$

Табличным значением выбранной методики определено, что в зданиях класса Ф 1.1 время эвакуации зависит от типа системы оповещения и управления эвакуацией человека. При условии, использования свода правил, где для больниц определяется СОУЭ 2 и 3 типа и учитывая фактическое использование СОУЭ 2 типа в здании обсервации БУЗ ВО «ВОКБ №2», табличное значение времени 6,0, что превышает расчётное. Тогда в дальнейшем расчёте будет использоваться время, рассчитанное по формуле (1). План путей эвакуации приведен на рис. 2.

Расчёт фактического времени эвакуации проводится с 2 этажа из палаты на улицу, количество человек в помещении – 3.

Первый участок - эвакуация из палаты второго этажа.

Плотность однородного людского потока на первом участке пути D_1 рассчитывают по формуле:

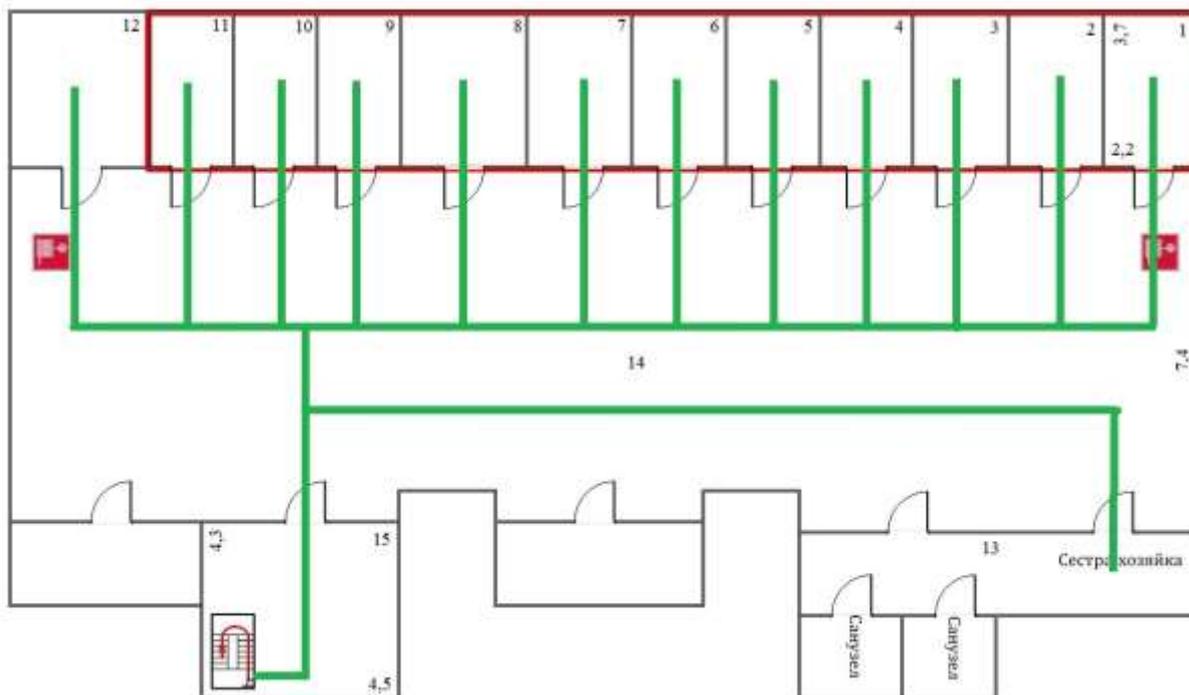
$$D_H = \frac{N_H \cdot f}{l_H \cdot \delta_H}, \quad (2)$$

где: N_H – количество человек, $N_H=3$ чел, $D_1 = 3 \cdot 0,13/3,7 \cdot 2,3 = 0,05 \text{ м/м}^2$.

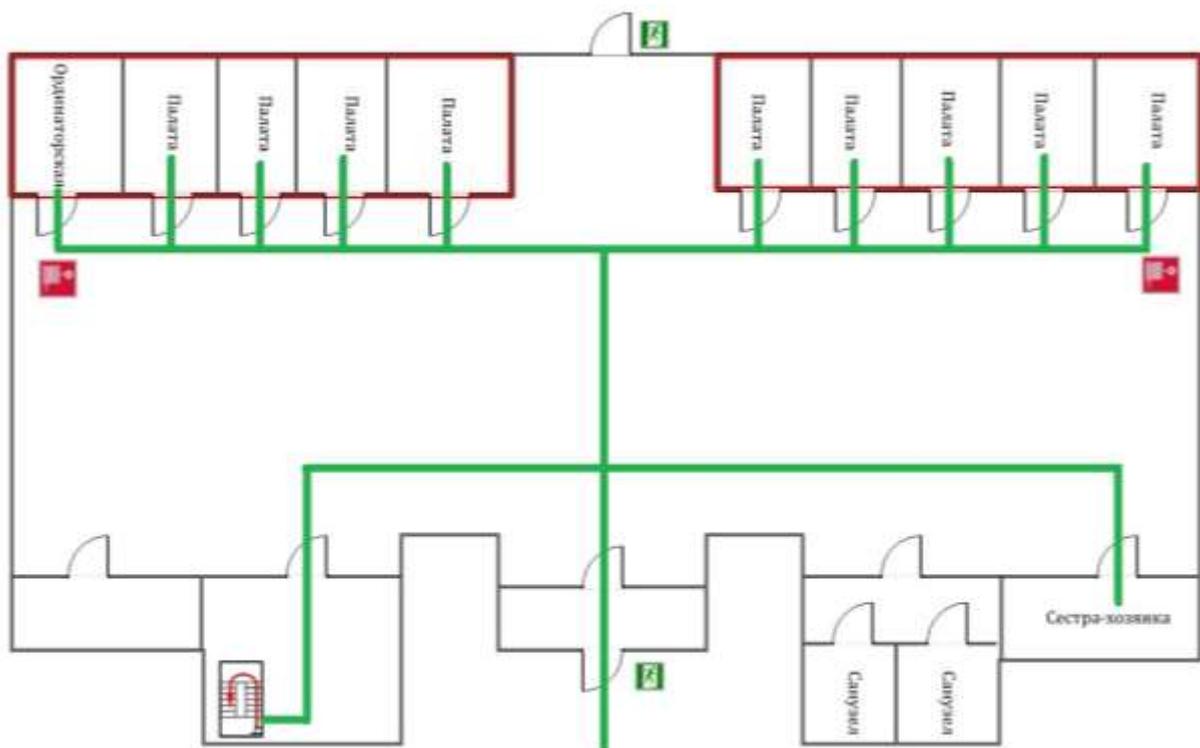
Получены следующие значения для плотности людского потока, интенсивности движения и скорости соответственно $D_H = 0,05 \text{ м/м}^2$ $q_1 = 5,0 \text{ м/мин}$, $V_H = 100 \text{ м/мин}$. Время движения потока на начальном участке:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1}. \quad (3)$$

t начального участка=3,7/100=0,037 мин.



а)



б)

Рисунок 2 - Пути эвакуации людей из здания роддома: а) эвакуация с 2 на 1 этаж; б) эвакуация первого и второго этажа с условием блокирования одного из выходов с момента начала пожара

Второй участок д – дверной проём, ведущий в коридор.

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (4)$$

где δ_i, δ_{i-1} – ширина рассматриваемого i -го и предшествующего ему участка пути, м; q_i, q_{i-1} – интенсивности движения людского потока по рассматриваемому i -му и предшествующему участкам пути, м/мин.

$$q_2 = 5 \cdot 2,3/0,9 = 12,7 \text{ м/мин}, \quad l_2 = 0 \text{ м}, \quad d_2 = 0,9 \text{ м}.$$

Интенсивность движения по коридору:

$$q_3 = 12,7 \cdot 0,9/7,4 = 1,54 \text{ м/мин},$$

Третий участок – коридор второго этажа.

Далее в помещении 14 происходит слияние потоков из помещений палат второго этажа, ординаторской и из комнаты сестры-хозяйки.

При слиянии в начале i -го участка двух и более людских потоков, интенсивность движения q_i , м/мин, рассчитывают по формуле

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (5)$$

где q_{i-1} – интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале i -го участка, м/мин; δ_{i-1} – ширина участков пути слияния, м; δ_i – ширина рассматриваемого участка пути, м.

Для нахождения значения слияния потоков, необходимо рассчитать интенсивность каждого потока людей при скоплении в одной точке. Так как здание имеет планировку секционно-коридорную, размеры палат с №1 по №7 (включительно), а также №9, №10 и №11 являются идентичными. Соответственно расчёты для выхода из палат в коридор через дверь будут являться повторением расчёта, проведённого для палаты №1.

Рассчитаем плотность потока и время для палаты № 8 и ординаторской, а также комнаты сестры-хозяйки.

Палата №8:

N_n – количество человек, $N_n = 3$ чел.

$$D_8 = 3 \cdot 0,13/3,7 \cdot 3,4 = 0,31 \text{ м/м}^2$$

Для промежуточных значений применяется метод линейной интерполяции.

$$b = 1,0 + \frac{5,0-1,0}{0,05-0,01} \times (0,03 - 0,01) = 3,0.$$

При плотности людского потока $D_n = 0,03 \text{ м/м}^2$, интенсивность движения $q_1 = 3,0 \text{ м/мин}$, скорость $V_n = 100 \text{ м/мин}$.

$$t_8 = l_8/v_8 = 31/100 = 0,031 \text{ мин}.$$

Проход через дверь в коридор:

$$l_{8д} = 0 \text{ м}, d_{8д} = 0,9 \text{ м}, q_{8д} = 3 \cdot 3,4/0,9 = 11,3 \text{ м/мин}, q_8 = 11,3 \cdot 0,9/7,4 = 1,37 \text{ м/мин.}$$

Ординаторская:

N_n – количество человек, $N_n = 6$ чел., $f = 0,29 \text{ м}^2$ – по размерам ПГП человека с младенцем на руках

$$D_{12} = 6 \cdot 0,29/3,7 \cdot 3,4 = 0,138 \text{ м/м}^2$$

При плотности людского потока $D_n = 0,138 \text{ м/м}^2$, интенсивность движения $q_1 = 3,0 \text{ м/мин}$, скорость $V_n = 100 \text{ м/мин}$.

$$b = 1,0 + \frac{5,0-1,0}{0,05-0,01} \times (0,138 - 0,01) = 13,8, t_{12} = l_{12}/v_{12} = 3,7/50 = 0,074 \text{ мин.}$$

Проход через дверь в коридор:

$$L_{12д} = 0 \text{ м}, \delta_{12д} = 0,9 \text{ м}, q_{12д} = 13,8 \cdot 3,4/0,9 = 17,75 \text{ м/мин} > q_{\max}$$

$$t = 6 \cdot 0,29 \cdot \left(\frac{1}{16,5 \cdot 1,9} - \frac{1}{17,75 \cdot 0,9} \right) = 0,118 \text{ мин.}$$

Время существования скопления $t_{ск}$ на участке i определяется по формуле:

$$t_{ск} = \frac{6 \cdot 0,29}{16,5 \cdot 1,9} = 0,05 \text{ мин}, q_{12} = 17,75 \cdot 0,9/7,4 = 2,158 \text{ м/мин},$$

Помещение для сестры-хозяйки:

N_n – количество человек, $N_n = 4$ чел., $f = 0,29 \text{ м}^2$ – средняя площадь горизонтальной проекции человека в летней одежде; l_n – длина участка, $l_{13} = 2,1 \text{ м}$; δ_n – ширина участка, $\delta_{13} = 6,6 \text{ м}$.

$$D_{13} = 4 \cdot 0,29/2,1 \cdot 6,6 = 0,83 \text{ м/м}^2; b = 1,0 + \frac{5,0-1,0}{0,05-0,01} \times (0,083 - 0,01) = 0,83; t_{13} = l_{13}/v_{13} = 2,1/19 = 0,110 \text{ мин.}$$

Проход через дверь в коридор:

$$L_{13д} = 0 \text{ м}, \delta_{13д} = 0,9 \text{ м}; q_{13д} = 0,83 \cdot 6,6/0,9 = 5,1 \text{ м/мин},$$

$$q_{13} = 5,1 \cdot 0,9/7,4 = 0,620 \text{ м/мин},$$

По формуле (13) определялась интенсивность объединенного людского потока:

$$q_{14} = (1,54 \times 0,9 + 1,54 \times 0,9 + 1,37 \times 0,9 + 1,54 \times 0,9 + 1,54 \times 0,9 + 1,54 \times 0,9 + 2,158 \times 0,9 + 0,620 \times 0,9) / 7,4 = 2,3 \text{ мин}$$

$$t_{14} = l_{14}/v_{14} = 31/100 = 0,31 \text{ мин.}$$

Четвёртый участок д – дверь в помещение лестничной клетки

$$q_{15д} = 2,3 \cdot 7,4 / 0,9 = 18,9 \text{ м/мин} > q_{\max};$$

$$t = (33 \times 0,13) + (10 \times 0,29) \left(\frac{1}{16,5 \times 0,9} - \frac{1}{18,9 \times 7,4} \right) = 0,256 \text{ мин}; \quad t_{\text{ск}} = \frac{10 \cdot 0,29}{16,5 \cdot 0,9} = 0,195 \text{ мин.}$$

Пятый участок – помещение лестничной клетки

$$q_{15} = 18,9 \cdot 0,9 / 4,5 = 3,78 \text{ м/мин}, \quad t_{15} = l_{15} / v_{15} = 4,3 / 100 = 0,43 \text{ мин.}$$

Шестой участок дл – дверь на лестничную клетку

$$q_{15д5} = 3,78 \cdot 4,5 / 1,35 = 12,6 \text{ м/мин},$$

Седьмой участок – на этом участке вид пути лестница вниз, для данного вида пути максимальное значение интенсивности $q_{\max} = 16,0 \text{ м/мин}$, условие выполняется $q_{15дл} < q_{\max}$.

$$q_{15л} = 12,6 \cdot 1,35 / 1,35 = 12,6 \text{ м/мин},$$

для двухмаршевых лестниц (14):

$$L = \frac{L'}{\cos \alpha} \quad (14)$$

где L' – горизонтальная проекция длины наклонного пути, м; α – угол наклона к горизонту.

$$t_{15л} = l_{15л} / v_{15л} = 32,3 / 67 = 0,48 \text{ мин.}$$

Восьмой участок – проход через дверь в коридор для эвакуации.

$$q_{15д} = 12,6 \times 1,35 / 1,35 = 12,6 \text{ м/мин},$$

Девятый участок – движение по коридору первого этажа.

По формуле (13) определялась интенсивность объединенного людского потока:

$$q_{14} = (1,54 \times 0,9 + 1,54 \times 0,9 + 1,37 \times 0,9 + 1,54 \times 0,9 + 1,54 \times 0,9 + 1,54 \times 0,9 + 2,158 \times 0,9 + 0,620 \times 0,9) / 7,4 = 12,3 \text{ мин}$$

$$t_{16} = l_{16} / v_{16} = 31 / 60 = 0,5 \text{ мин.}$$

Десятый участок – проход через дверь в тамбур

$$q_{17л} = 4,232 \times 7,4 / 1,35 = 23,19 \text{ м} > q_{\max};$$

$$t = 60 \times 0,13 \times \left(\frac{1}{19,6 \times 1,35} - \frac{1}{23,19 \times 7,4} \right) = 0,449 \text{ мин};$$

$$t_{\text{ск}} = \frac{(10 \cdot 0,29 + 60 \cdot 0,13)}{19,6 \cdot 1,35} = 0,657 \text{ мин.}$$

Одиннадцатый участок – движение по тамбуру

$$q_{17} = 23,19 \times 1,35 / 4,5 = 6,957 \text{ м}, \quad t_{17} = l_{17} / v_{17} = 1,9 / 90 = 0,021 \text{ мин.}$$

Двенадцатый участок – проход через дверь на улицу

$$q_{171} = 6,957 \times 4,5 / 1,35 = 23,19 \text{ М} > q_{\text{max}}$$

$$t = (60 \times 0,13) + (10 \times 0,29) \times \left(\frac{1}{19,6 \times 1,35} - \frac{1}{23,19 \times 4,5} \right) = 0,652 \text{ мин.}$$

По формуле (6) рассчитаем время эвакуации из палаты 2 этажа t_p

$$t_p = \sum t_i = 0,037 + 0,31 + 0,256 + 0,43 + 0,48 + 0,5 + 0,449 + 0,021 + 0,652 = 3,135 \text{ мин.}$$

Получили: 188,1 секунда – время эвакуации второго и первого этажа через центральный выход из здания роддома 60 беременных женщин, 20 человек медперсонала и 20 новорожденных детей.

Выполнен анализ соответствия объекта требованиям нормативных документов в области пожарной безопасности. В выпускной квалификационной работе на примере здания БУЗ ВО «ВРД № 2» были рассчитаны необходимое и расчётное время эвакуации. Расчётное время эвакуации из наиболее удаленной точки составляет 3,135 минуты.

Были даны следующие рекомендации по повышению эффективности эвакуации людей: иметь на объекте средства для эвакуации людей; иметь достаточный запас средств индивидуальной защиты участников тушения пожара и эвакуируемых лиц. В работе использовались материалы исследований [1-19].

Список литературы

1. Николенко, С.Д. Исследование причин аварий грузоподъемных кранов / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асмнин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2021. - № 3-4 (25-26). - С. 107-111.

2. Сазонова, С.А. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асмнин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.

3. Condition monitoring of multi-apartment buildings / S. Sazonova, S. Nikolenko, E. Chernikov, S. Dyakonova, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Minakov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2647. - P. 030018.

4. Sazonova, S. Inspection of project documentation during the construction of an apartment building / S. Sazonova, S. Nikolenko, A. Meshcheryakova, L. Stenyukhin, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Osipov // AIP Conference Proceedings. - 2022. – V. 2647. - P. 030019.

5. Nikolenko, S.D. Behavior of dispersion-reinforced concrete under dynamic action / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, N.V. Mozgovoi, L.N. Zvyagina // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. ICMSIT-III 2022: Metrological Support of Innovative Technologies. - 2022. - С. 022006.

6. Епифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асмнин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

7. Асмнин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асмнин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

8. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

9. Зольников, В.К. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

10. Зольников, В.К. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.

11. Асмнин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асмнин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // В сборнике: IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

14. Зольников, В.К. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова, А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.

15. Ачкасов, А.В. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Ягодкин, А.С. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // В сборнике: E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Зольников, В.К. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

References

1. 1. Nikolenko, S.D. Investigation of the causes of accidents of lifting cranes / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2021. - № 3-4 (25-26). - Pp. 107-111.

2. Sazonova, S.A. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.
3. Sazonova, S. Condition monitoring of multi-apartment buildings / S. Sazonova, S. Nikolenko, E. Chernikov, S. Dyakonova, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Minaikov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2647. - P. 030018.
4. Sazonova, S. Inspection of project documentation during the construction of an apartment building / S. Sazonova, S. Nikolenko, A. Meshcheryakova, L. Stenyukhin, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Osipov // AIP Conference Proceedings. - 2022. – V. 2647. - P. 030019.
5. Nikolenko, S.D. Behavior of dispersion-reinforced concrete under dynamic action / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, N.V. Mozgovoi, L.N. Zvyagina // In the collection: Journal of Physics: Conference Series. ICMSIT-III 2022: Metrological Support of Innovative Technologies. - 2022. - p. 022006.
6. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.
7. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.
8. Kozyukov, A.E. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.
9. Zolnikov, V.K. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.
10. Zolnikov, V.K. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.
11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.

12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // In the collection: IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.

14. Zolnikov, V.K. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.

15. Achkasov, A.V. Features of designing microcircuits made using deep-sub-micron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.

16. Yagodkin, A.S. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova, A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.

17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.

18. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // In the collection: E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.

19. Zolnikov, V.K. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ИСКУССТВЕ И ТВОРЧЕСТВЕ

Сайхам¹, А.В. Акименко¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Новые технологии, особенно в области искусственного интеллекта, динамично трансформируют творческое пространство. Программы с поддержкой искусственного интеллекта вносят вклад в такие области, как архитектура, музыка, изобразительное искусство, и т.д. В статье поднимается вопрос: насколько оригинальны произведения, созданные искусственным интеллектом?

Ключевые слова: искусственный интеллект, творческая деятельность, искусство, артикуляция, оригинальность.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ART AND CREATIVITY

Sayham¹, A.V. Akimenko¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. New technologies, especially in the field of artificial intelligence, are dynamically transforming the creative space. Artificial intelligence-enabled programs contribute to areas such as architecture, music, visual arts, etc. The article raises the question: how original are the works created by artificial intelligence?

Keywords: artificial intelligence, creative activity, art, articulation, originality.

Искусственный интеллект затрагивает различные жанры художественного творчества. Однако подлинность произведений по-прежнему остается неоднозначным понятием, требующим глубоких академических и практических исследований.

В 2018 году искусственный портрет Эдмона де Белами, проданный за сумму, превышающую прогнозируемую цену, вызвал немало споров о том, был ли он полностью создан машиной или воспроизвел человеческое творчество.

Поскольку изначальное определение искусства расценивает его, как форму общения между людьми, исследования взаимодействия искусства с машинным интеллектом требует определенного подхода к данной проблеме.

В данной статье рассматривается вопрос, могут ли машины участвовать в творческих процессах, создавать художественные произведения и проверять, является ли деятельность искусственного интеллекта творческой сама по себе. Даже если творческий процесс существует, являются ли его результаты художественными, и если да, то как он связан с творчеством, ориентированным на человека?

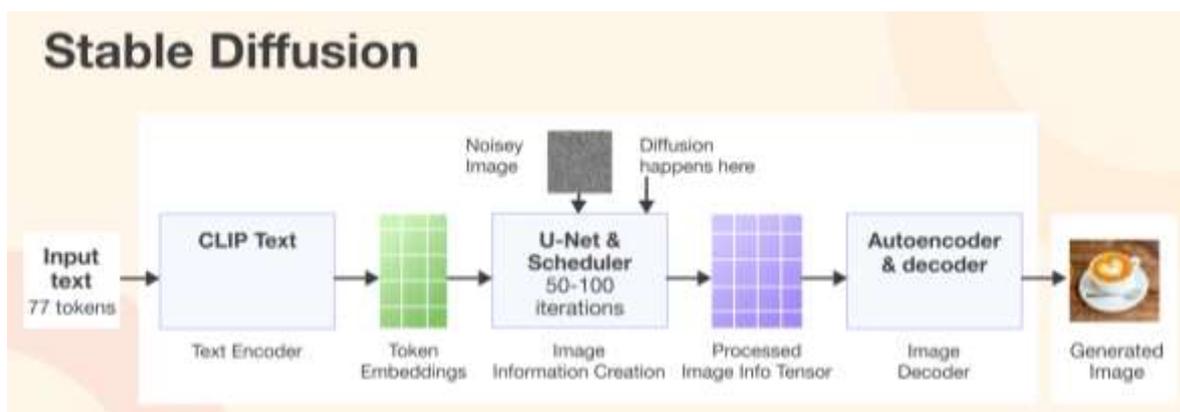
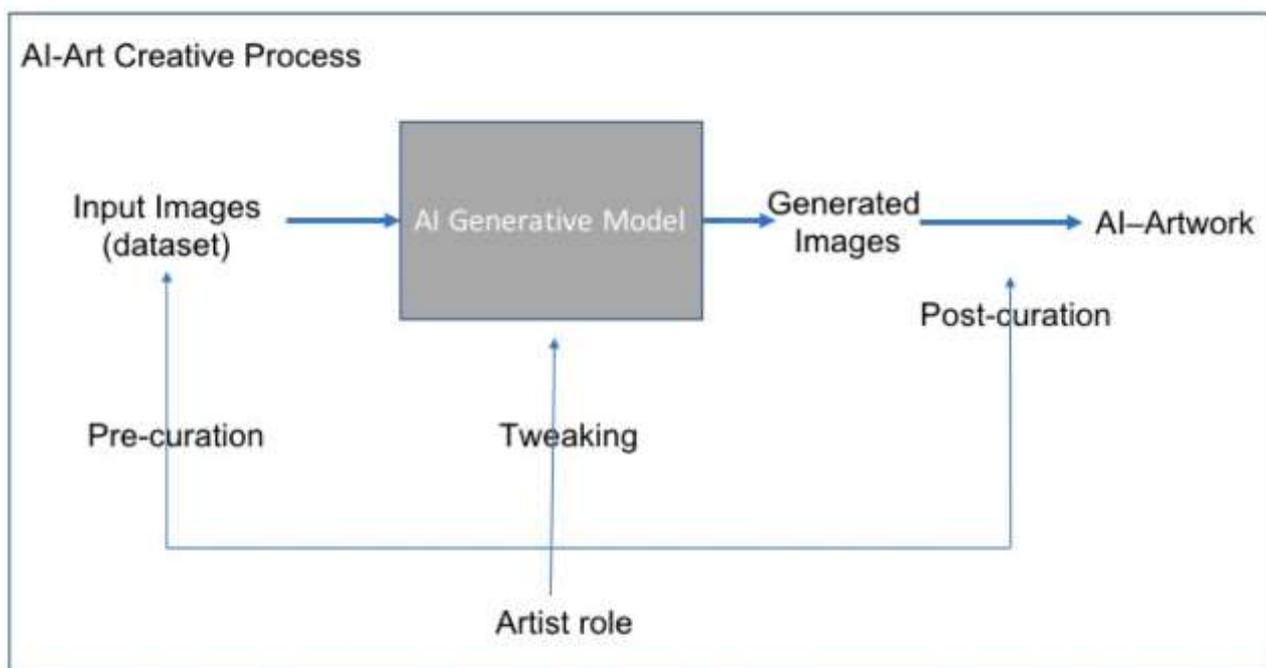


Рисунок 1 – Творческий процесс AI-Art

В лаборатории искусства и искусственного интеллекта Университета Ратгера был создан AICAN, почти автономного художника. Целью данного иссле-

дования было изучение творческого художественного процесса и того, как искусство развивается с когнитивной точки зрения. Построенная модель была основана на психологической теории, предложенной Колином Мартиндейлом в 1990 г. Этот процесс воспроизводит то, как художники воспринимают предшествующие произведения искусства, до тех пор, пока в определенный момент не выйдут за пределы устоявшихся стилей и не создадут новый стиль.

Этот процесс реализуется посредством «творческой состязательной сети» (CAN), которая использует «стилистическую двусмысленность» для достижения новизны. Машина тренируется между двумя противостоящими силами: одна заставляет машину следовать эстетике демонстрируемого искусства (минимизируя отклонения от общепринятых канонов), в то время как другая сила препятствует копированию машиной атрибутов установленного стиля (способствуя оригинальности произведения). Противостояние этих двух сил создают благоприятные условия для того, чтобы создаваемый объект отличался новизной, но в то же время, не слишком противоречил приемлемым эстетическим стандартам. В теории Мартиндейла это называется принципом «наименьшего усилия», и он важен для создания произведений искусства.

На блок-схеме сети CAN генератор получает два сигнала: один измеряет отклонения от художественного распределения, а второй измеряет неоднозначность используемого стиля. Генератор пытается минимизировать первый параметр, чтобы следовать общепринятым требованиям, и максимизировать второй, чтобы отклониться от устоявшихся канонов.

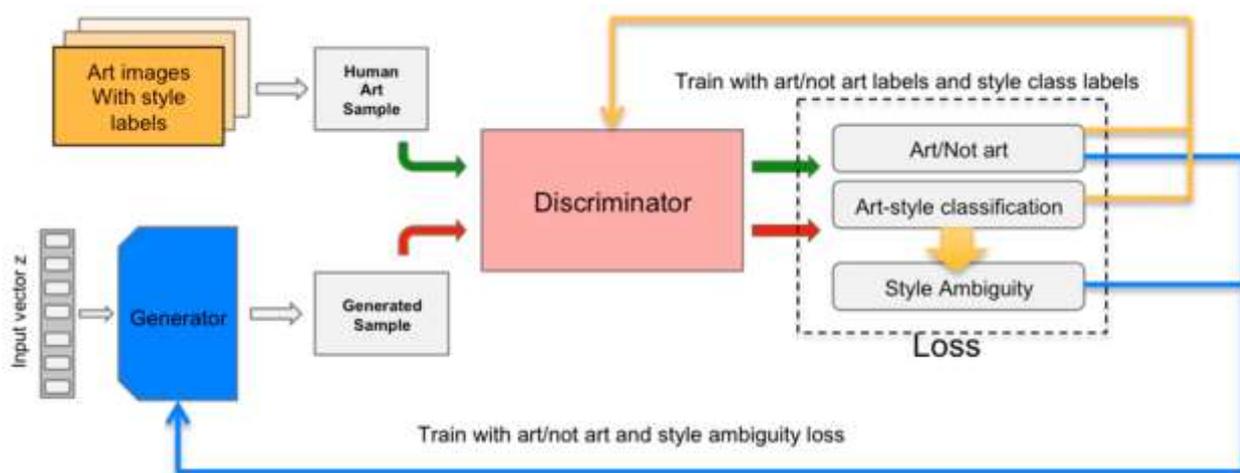


Рисунок 2 – Эволюция ИИ в искусстве

Комбинаторное творчество предполагает «создание незнакомых комбинаций знакомых идей». Используя различные концепции, можно сознательно или

неосознанно создать новое сочетание концепций. Однако эта комбинация должна иметь художественную ценность.

В заключении, следует отметить, что интеграция искусственного интеллекта в мир искусства представляет собой изменение парадигмы в том, как мы понимаем творчество и художественное выражение. Используя алгоритмы машинного интеллекта, художники расширяют границы традиционных практик и открывают новые сферы творческой деятельности. Будущее искусства лежит на пересечении человеческой изобретательности и широких возможностей искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Ali, M. The Human Intelligence vs. Artificial Intelligence: Issues and Challenges in Computer Assisted Language Learning. – URL: https://www.academia.edu/69047433/The_Human_Intelligence_vs_Artificial_Intelligence_Issues_and_Challenges_in_Computer_Assisted_Language_Learning (date of the application: 07.03.2024).

2. Elgammal, A. What the Art World Is Failing to Grasp about Christie's AI Portrait Coup. – URL: <https://www.artsy.net/article/artsy-editorial-art-failing-grasp-christies-ai-portrait-coup> (date of the application: 07.03.2024).

3. Hong, J.; Curran, N.M. Artificial Intelligence, Artists, and Art: Attitudes Toward Artwork Produced by Humans vs. Artificial Intelligence. – URL: https://www.researchgate.net/publication/353164429_Artificial_Intelligence_Artists_and_Art_Attitudes_Toward_Artwork_Produced_by_Humans_vs_Artificial_Intelligence (date of the application: 12.03.2024).

4. Sawyer, R.K. Explaining Creativity The Science Of Human Innovation Oxford University – URL: <https://archive.org/details/explaining-creativity-the-science-of-human-innovation-oxford-university> (date of the application: 15.03.2024).

5. Богданова, Д.Р. Обзор методов оценки эмоциональной окраски текстов / Д.Р. Богданова, А.М. Рахимов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 11-16. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-11-16.

6. Заревич А.И., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С., Зольников К.В. Моделирование поведения мобильных роботов с использованием генетических алгоритмов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 7-16.

7. Создание поведенческой модели LDMOS транзистора на основе искусственной MLP нейросети и ее описание на языке Verilog-A / С.А. Победа,

М.И. Черных, Ф.В. Макаренко, К.В. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 28-34. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-28-34.

References

1. Ali, M. The Human Intelligence vs. Artificial Intelligence: Issues and Challenges in Computer Assisted Language Learning. – URL: https://www.academia.edu/69047433/The_Human_Intelligence_vs_Artificial_Intelligence_Issues_and_Challenges_in_Computer_Assisted_Language_Learning (date of the application: 07.03.2024).

2. Elgammal, A. What the Art World Is Failing to Grasp about Christie's AI Portrait Coup. – URL: <https://www.artsy.net/article/artsy-editorial-art-failing-grasp-christies-ai-portrait-coup> (date of the application: 07.03.2024).

3. Hong, J.; Curran, N.M. Artificial Intelligence, Artists, and Art: Attitudes Toward Artwork Produced by Humans vs. Artificial Intelligence. – URL: https://www.researchgate.net/publication/353164429_Artificial_Intelligence_Artists_and_Art_Attitudes_Toward_Artwork_Produced_by_Humans_vs_Artificial_Intelligence (date of the application: 12.03.2024).

4. Sawyer, R.K. Explaining Creativity The Science Of Human Innovation Oxford University – URL: <https://archive.org/details/explaining-creativity-the-science-of-human-innovation-oxford-university> (date of the application: 15.03.2024).

5. Bogdanova, D.R. Review of methods for assessing the emotional coloring of texts / D.R. Bogdanova, A.M. Rakhimov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Т. 14, No. 3. – P. 11-16. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-11-16.

6. Zarevich A.I., Makarenko F.V., Yagodkin A.S., Zolnikov K.V. Modeling the behavior of mobile robots using genetic algorithms // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 3. – P. 7-16.

7. Creation of a behavioral model of an LDMOS transistor based on an artificial MLP neural network and its description in Verilog-A / S.A. Pobeda, M.I. Chernykh, F.V. Makarenko, K.V. Zolnikov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Т. 14, No. 2. – P. 28-34. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-28-34.

НЕЙТРАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Н.А. Сердюк¹, К.Е. Рошин¹, В.С. Вихров¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В распределительной системе трехфазная нагрузка несимметрична и нелинейна, поэтому нейтраль играет в распределительной системе очень важную роль. Обычно распределительные сети работают в несбалансированной конфигурации и также обслуживают потребителей. Это приводит к протеканию тока через нейтральный провод и падению напряжения на нейтральном проводе. Несимметричная нагрузка и превышение тока в нейтральном проводе – одна из проблем трехфазных четырехпроводных распределительных систем, вызывающая падение напряжения в нейтральном проводе и создающая проблемы для потребителей. Наличие заземляющего напряжения нейтрали приводит к перекосу фазных напряжений для трехфазных потребителей и снижению напряжения от фазы к нейтрали для однофазных потребителей.

Ключевые слова: трехфазная нагрузка, несбалансированность, нелинейность, нейтраль, распределительная система, падения напряжения, избыточный ток, четырехпроводная система, напряжение заземления, дисбаланс фазных напряжений, однофазные потребители.

NEUTRAL SYSTEMS

N.A. Serdyuk¹, K.E. Roshchin¹, V.S. Vikhrov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In a distribution system, the three-phase load is unbalanced and non-linear, so the neutral plays a very important role in the distribution system. As a rule, distribution networks are operated in an unbalanced configuration, and also serve consumers. This leads to current flowing through the neutral wire and a voltage drop on the neutral wire. Unbalanced load and excessive current in the neutral wire are one of the problems in three-phase four-wire distribution systems, which causes a voltage drop on the neutral wire and creates problems for consumers. The presence of a neutral ground voltage leads to an imbalance of phase voltages for three-phase consumers and a decrease in voltage from phase to neutral for single-phase consumers.

Keywords: three-phase load, imbalance, nonlinearity, neutral, distribution system, voltage drops, excess current, four-wire system, ground voltage, phase voltage imbalance, single-phase consumers.

Нейтральная система — это система с задержкой как в состоянии, так и в производной от состояния, и задержка в производной называется нейтральной задержкой. Это делает ее более сложной, чем система с состоянием только с задержкой. Нейронные задержки возникают не только в физических системах, но и в системах управления, где они иногда искусственно добавляются для повышения производительности. Например, повторяющиеся системы управления составляют важный класс нейтральных систем. Критерии стабильности для нейтральных систем можно разделить на два типа: независимые от задержки и зависимые от задержки. Поскольку независимый от задержки тип не учитывает длительность задержки, он, как правило, консервативен. Основные методы изучения зависящих от задержки критериев для нейтральных систем аналогичны тем, которые используются для изучения линейных систем, и основными из них являются преобразования фиксированной модели.

Задержка в производной от состояния придает нейтральной системе особые свойства, не присущие линейным системам. В нейтральной системе нейтральная задержка может быть такой же, как дискретная задержка, или отличается от нее. Критерии в отчетах обычно требуют, чтобы нейтральная задержка была постоянной, либо изменяющейся во времени. Почти все эти критерии учитывают только продолжительность дискретной задержки. Таким образом, они называются зависимыми от задержки и независимыми от нейтральной задержки критериями стабильности.

В данной главе предлагает всесторонний анализ этих различных типов критериев, основанный на подходе FWM. Сначала этот подход используется для исследования систем с переменной во времени дискретной задержкой и постоянной нейтральной задержкой, и получены критерии устойчивости, зависящие от дискретной задержки и независимые от нейтральной задержки. Также можно сказать, что критерий в основанной на преобразовании модели дескриптора, является частным случаем. Кроме того, мы указываем на то, что еще одной причиной консервативности критериев, полученных с использованием неравенства Парка в сочетании с преобразованием модели дескриптора, является то, что при невырожденной матрице коэффициентов терма с дискретной задержкой неравенство Парка приводит к консервативности. Затем для нейтральной системы с

одинаковыми постоянными дискретной и нейтральной задержками мы используем метод функционала Вольтерры с запаздываниями для получения критериев устойчивости, зависящих от задержки; и мы получаем менее консервативные результаты, используя метод функционала Вольтерры с запаздываниями в сочетании либо с параметризованным преобразованием модели, либо с расширенным функционалом Ляпунова-Красовского.

Наконец, для нейтральной системы с различными постоянными дискретной и нейтральной задержками мы используем метод функционала Вольтерры с запаздываниями для получения критерия устойчивости, зависящего от дискретной и нейтральной задержек; и мы показываем, что, когда две задержки идентичны, критерий эквивалентен тому, который получается с использованием метода функционала Вольтерры с запаздываниями для непосредственной обработки идентичных дискретной и нейтральной задержек.

Нейтральные системы с изменяющейся во времени дискретной задержкой

Этот раздел использует метод функционала Вольтерры с запаздываниями для исследования устойчивости нейтральных систем с изменяющейся во времени.

Постановка задачи:

Рассмотрим следующую нейтральную систему с изменяющейся дискретной задержкой:

$$\begin{cases} x(t) - Cx(t - \tau) = Ax(t) + A_d x(t - d(t)), & t > 0, \\ x(t) = \varphi(t), & t \in [-r, 0], \end{cases}$$

где $x(t) \in \mathbb{R}^n$ вектор состояния; A, A_d и C постоянные матрицы с соответствующими размерностями; все собственные значения матрицы C находятся внутри единичного круга; задержка $d(t)$ – это временно-переменная непрерывно дифференцируемая функция удовлетворяющая

$$0 \leq d(t) \leq h$$

И

$$d(t) \leq \mu$$

В контексте исследования нейтральных систем с изменяющимся во времени дискретным запаздыванием важно также рассмотреть вопросы, связанные с их заземлением. Влияние различной задержки на устойчивость системы тесно

связано с эффективностью ее заземления. Это заставляет нас рассмотреть концепцию многократного заземления нейтральной системы, которая играет ключевую роль в обеспечении устойчивости системы при динамических изменениях запаздывания. Такой подход позволяет не только учесть изменения временной задержки, но и обеспечить более надежное и эффективное заземление системы, что важно для обеспечения безопасности и надежности электроэнергетических систем.

Множественно заземленная нейтральная система

На схеме показана система с множественным заземлением нейтрали, широко используемая электросетевыми компаниями в Северной Америке. Чтобы уменьшить доступный ток замыкания на землю, некоторые компании используют реактор с заземлением нейтрали, сохраняя при этом систему с эффективным заземлением.

Множественно заземленная нейтральная (MEN) система заземления – это система, в которой нейтральный провод низкого напряжения используется в качестве низкоомного пути для тока замыкания, а его потенциальное повышение ограничивается путем подключения к земле в нескольких точках по его длине. Нейтральный провод подключается к земле у распределительного трансформатора, у каждого потребителя и на определенных столбах или подземных столбах. Сопротивление между нейтральным проводником распределительной системы и землей не должно превышать 10 Ом в любой точке.

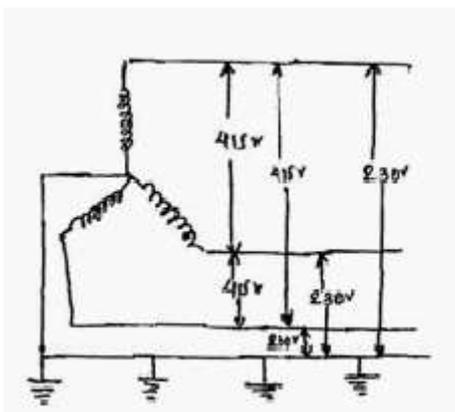


Рисунок 1- Трехфазная четырехпроводная многозаземленная нейтраль

Одно заземленная нейтраль

На схеме видно, что нейтраль также соединена с землей, но нулевой провод протянут вместе с фазными проводами. Представленная конфигурация позволяет размещать электрические нагрузки и трансформаторы между любым из трехфазных проводов, как между фазами, так и/или между фазой и нейтралью.

Это подключение, фаза к нейтрали, заставляет электрический ток протекать через нейтраль обратно к трансформатору. Пока это электрическое подключение допустимо, при условии, что нейтраль изолирована или рассматривается как потенциально заряженная, но будут внесены изменения в будущем, которые отменяют безопасность для общества и животных.

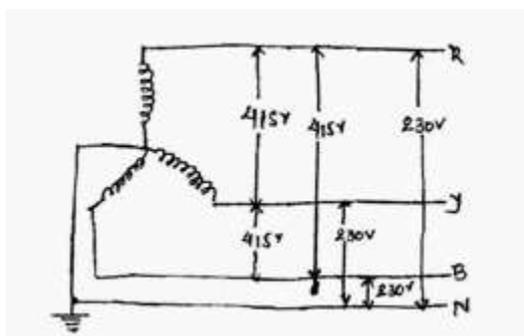


Рисунок 2 - трехфазный четырехпроводный заземлитель с одиночной нейтралью

Список литературы

1. Управление линейными системами нейтрального типа: качественный анализ и реализация обратных связей: монография / В. Е. Хартовский. - Гродно : ГрГУ, 2022. - 499, [1] с.
2. Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной переменной : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по физическим специальностям / В. К. Ахраменко [и др.]. – Минск : РИВШ, 2022. – 177 с.: ил.
3. Красовский Н.Н. Управление динамической системой. М.: Наука, 1985. 516 с.
4. Осипов Ю.С. К теории дифференциальных игр систем с последствием // Прикл. математика и механика. 1971. Т. 35, Вып. 2. С. 300–311.
5. Лукоянов Н.Ю., Плаксин А.Р. Дифференциальные игры для систем нейтрального типа: аппроксимирующая модель // Тр. МИАН. 2015. Т. 291. С. 202–214.
6. Hale J. Theory of functional differential Equations. N Y: Springer-Verlag, 1977.

7. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Control of linear systems of neutral type: qualitative analysis and implementation of feedback: monograph / V. E. Hartovsky. - Grodno: GrSU, 2022. - 499, [1] p.

2. Differential and integral calculus of functions of one variable: a textbook for students of higher education institutions in physical specialties / [V. K. Akhramenko and others]. – Minsk: RIVSH, 2022. – 177 p.: ill.

3. Krasovsky N.N. Dynamic system control. M.: Nauka, 1985. 516 p.

4. Osipov Yu.S. On the theory of differential games of systems with aftereffect // Appl. mathematics and mechanics. 1971. T. 35, Issue. 2. pp. 300–311.

5. Lukoyanov N.Yu., Plaksin A.R. Differential games for systems of neutral type: an approximating model // Proc. MIAN. 2015. T. 291. pp. 202–214.

6. Hale J. Theory of functional differential equations. N Y: Springer-Verlag, 1977.

7. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. Using third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 2. – P. 33-41.

СОВРЕМЕННЫЕ РЕАЛИИ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.А. Симоненко¹, И.О. Нестеров¹, А.С. Ягодкин¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Статья рассматривает проблемы в сфере мобильных приложений, возникших из-за санкций. Рассмотрены проблемы, которые пользователи ощутили с приходом различных блокировок, а также рассмотрены варианты решения этих проблем. Рассмотрены такие технологии, как NFC, веб-приложения, платёжные стикеры и многое другое. С помощью всех этих технологий IT-компании Российской Федерации стараются вернуть прежний опыт использования смартфона пользователю.

Ключевые слова: мобильное приложение, NFC, платёжный стикер, QR-код.

MODERN REALITIES OF MOBILE APPLICATIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION

A.A. Simonenko¹, I.O. Nesterov¹, A.S. Yagodkin¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article examines the problems in the field of mobile applications that have arisen due to sanctions. The problems that users experienced with the advent of various blockings are considered, and options for solving these problems are also considered. Technologies such as NFC, web applications, payment stickers and much more are considered. With the help of all these technologies, IT companies in the Russian Federation are trying to return the previous experience of using a smartphone to the user.

Key words: mobile application, NFC, payment sticker, QR code.

21 век – век информационных технологий. Практически у каждого современного человека есть смартфон, в котором можно найти множество различных приложений: от банковских клиентов до мобильных игр.

Смартфон в наше время – это переносной компьютер, с помощью которого возможно практически всё: коммуникация между людьми по телефонной связи и мессенджерам, оплата коммунальных услуг, просмотр видео и приятное времяпрепровождение в различных развлекательных играх.

В данной статье мы рассмотрим проблемы, с которыми столкнулись пользователи приложений из Российской Федерации.

Реалии современных мобильных приложений

С 2022 года наша страна находится под мощными санкциями западных стран. Санкции не обошли стороной и мобильные приложения. Начиная с марта 2022 года из магазинов мобильных приложений, таких как Google Play и App Store начали исчезать приложения. В первую очередь начали исчезать приложения банков. На данный момент приложения банков недоступны к скачиванию пользователям.

Больше всего от этого пострадали пользователи IOS. IOS – это операционная система компании Apple, которая устанавливается на все устройства iPhone. Как мы знаем, Apple – компания, которая сильно зациклена на теме безопасности пользователей и не разрешает устанавливать приложения из сторонних источников. В этом плане пользователи Android остались в выигрыше, поскольку система открытая и можно скачать любое приложение из Веб-браузера и установить его через APK файл.

У системы IOS закрыт доступ к NFC модулю, а как мы знаем, российские карты больше не работают за границей, поэтому пользователи iPhone остались без возможности использования оплаты с помощью телефона. Опять же пользователи Android остаются в плюсе, поскольку NFC-чип в системе может использовать любой разработчик.

Пути решения выделенных проблем

Сфера IT в Российской Федерации очень развита. Множество молодых и перспективных людей готовы создавать новые решения в сфере мобильных приложений. Давайте рассмотрим, какие варианты решений проблем к доступам к мобильным приложениям предложили российские IT компании.

Начнём, пожалуй, с проблемой доступа к мобильным приложениям. Из выше сказанного мы уже поняли, что приложения банков больше недоступны в интернет-магазинах приложений. Самый популярный банк в России – СБЕР. По началу он предложил пользователям iPhone использование Веб-версии банка, так как приложение банка больше нельзя было скачать из AppStore. После этого

идею с Веб-приложениями подхватили и другие банки, которые больше недоступны на iPhone.

Веб-приложение – это, по сути, веб-сайт, который выглядит как традиционное приложение. Доступ к нему можно получить через веб-браузер на телефоне, например, Safari на iPhone или iPad, и не требует загрузки или установки через App Store. Веб-приложение устанавливается как закладка в браузере и помещается на рабочий стол пользователя. По началу, все веб-приложения выглядели не очень и были не совсем удобны, но специалисты начали развивать эту тему, и теперь эти веб-версии выглядят не хуже обычных клиентских версий.

На сегодняшний день, если человек не хочет использовать веб-версию приложения, то человек может обратиться в отделение банка и ему установят стандартную версию приложения.

Для пользователей Android кардинально ничего не изменилось, и чтобы обновить приложение, нужно скачать APK-файл из браузера и установить на смартфон.

С августа месяца 2023 года Кабмин обязал предустанавливать российский магазин приложений RuStore, который с 1 января вошел в перечень программ, обязательных к предустановке на мобильные устройства. С помощью данного маркетплейса пользователи Android смогут без лишних действий скачивать приложения российских разработчиков, которые недоступны в Google Play.

Рассмотрим теперь ещё одну не менее важную проблему, с которой столкнулись пользователи смартфонов. Технология NFC начала популяризоваться с начала 2014-2015 годов. Она подразумевает собой, что человеку не нужно больше с собой носить физические карты. Данные карты загружаются в NFC-чип на смартфоне, и с помощью него можно оплатить покупку, приложив телефон к терминалу.

NFC на системе Android продолжает функционировать, как говорилось выше, чип не закрыт данной системой. Есть небольшое уточнение. Сервис Google Pay не функционирует с российскими картами, однако, можно установить следующие приложения: SberPay, MirPay, Tinkoff Pay и т.д. Данные приложения отлично функционируют с картами российских банков на системе Android.

Пользователей IOS также не обошли стороной. Для того, чтобы вновь вернуть себе возможность оплаты смартфоном нужно выбрать два варианта.

Первый вариант заключается в том, чтобы использовать СБПэй. Оплата в данном приложении происходит с помощью сканирования QR-кода. Пользователь сканирует код и оплачивает покупки. Минусом данной технологии является то, что телефону для этого нужно стабильное подключение к интернету.

Вторым вариантом решения проблемы является выпуск платежного стикера. Первым, кто предложил идею платёжного стикера был Тинькофф Банк. Его принцип заключается в том, что это уменьшенная версия банковской карты, которая клеится к задней части смартфона. Покупки оплачиваются точно так же, как и с банковской карты. Стикеры можно выпустить в следующих банках: СБЕР, Тинькофф, Альфа, Открытие и т.д. МТС Банк также не остался в стороне, но выпустил мультистикер. Его смысл заключается в том, что это не физическая карта наклеенная на смартфон, а внешний NFC-чип. С помощью приложения, которое МТС поставляет со стикером, на стикер можно загрузить карту практически любого банка. Добавить можно до 5-ти различных карт.

Заключение

Подводя итоги, хочется сказать, что из-за санкций работа со смартфоном немного усложнилась. Однако крупные IT-компании Российской Федерации всеми силами пытаются добиться того, чтобы пользователю было легче пользоваться смартфоном. Мы рассмотрели множество вариантов решения проблем, возникших из-за санкций, и все они стоят своего внимания.

Список литературы

1. Что такое веб-приложения на iPhone и Mac и как их установить? Они способны заменить App Store для россиян/ TADVISER / 2023г. – URL: https://www.iguides.ru/main/other/zachem_nuzhny_veb_prilozheniya_na_iphone_i_mac_i_kak_imi_polzovatsya_app_store_bolshe_ne_nuzhen/.

2. Кабмин обязал устанавливать RuStore даже при запрете от владельцев ОС/ РБК / 2023г. – URL: <https://www.rbc.ru/business/29/08/2023/64edd2b39a794714c83374d3>.

3. Что такое платежные стикеры и для чего они нужны/ VC.RU / 2023. – URL: <https://vc.ru/money/599220-chto-takoe-platezhnye-stikery-i-dlya-chego-oni-nuzhny>

4. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. What are web apps on iPhone and Mac and how to install them? They are capable of replacing the App Store for Russians / TADVISER / 2023. – URL: https://www.iguide.ru/main/other/zachem_nuzhny_veb_prilozheniya_na_iphone_i_mac_i_kak_imi_polzovatsya_app_store_bolshe_ne_nuzhen/.
2. The Cabinet of Ministers obliged to install RuStore even if there was a ban from the owners of the OS / RBC / 2023. – URL: <https://www.rbc.ru/business/29/08/2023/64edd2b39a794714c83374d3>.
3. What are payment stickers and what are they for / VC.RU / 2023 – URL: <https://vc.ru/money/599220-chto-takoe-platezhnye-stikery-i-dlya-chego-oni-nuzhny>
4. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ В ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ LINUX

М.А. Шацких¹, В.И. Анциферова¹, Н.В. Данилов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются способы мониторинга в операционной системе Linux с точки зрения безопасности. Разобраны основные пути воздействия на систему и предложены способы защиты и отслеживания состояния системы при помощи утилит с открытым исходным кодом.

Ключевые слова: кибербезопасность, Linux, защита данных, вирусы, мониторинг безопасности.

CREATING SECURITY MONITORING SYSTEM IN LINUX OPERATING SYSTEM

M.A. Shatskikh¹, V.I. Antsiferova¹, N.V. Danilov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper are discussed about ways for monitoring Linux operating system from a cybersecurity point of view. Researched commonly ways impact on system and suggested methods by protect and monitoring system state with open source utils.

Keywords: cybersecurity, Linux, data protecting, malware, security monitoring.

С каждым годом защита информации и тема кибербезопасности становится все актуальнее. Своевременное выявление угроз и реагирование на них помогает сохранить данные и работоспособность системы. Важной частью этих мероприятий является мониторинг.

Мониторинг системы безопасности может проводиться в ручную, но сбор, анализ и настройку системы безопасности, достаточно трудоемкая задача.

При этом могут возникать недосмотры и ошибки, особенно если приходится работать не с одной системой, а обслуживать группу устройств. На помощь приходят утилиты, проводящие анализ системы в автоматическом режиме с использованием скриптов.

Философия Unix заключается в том, что одна программа делает только одну задачу, но делает ее хорошо. Для Linux существует достаточно много программ предназначенных для сбора информации о безопасности системы. Но каждая из них по отдельности не собирает абсолютно всю необходимую информацию, поэтому их приходится комбинировать, что несет дополнительные сложности. Во первых, в полученных отчетах некоторые данные могут пересекаться, во вторых, собирать и анализировать большой отчет трудоемко.

Большая часть программ безопасности анализирует угрозы уже после инцидента, после того как система была взломана. Это кажется нелогично, но такие программы проще реализовать, т. к. найти следы взлома сильно проще, чем пытаться каждую секунду угадать, какие действия являются вредоносными, они требуют меньше вычислительных ресурсов и дают меньше ложноположительных результатов.

Небольшая часть программ проводит анализ в реальном времени. Например, анализаторы сетевого трафика, типа Suricata, Snort и другие, или антивирусы, как Kaspersky.

Далее речь пойдет о том, как можно выявить попытку воздействия на систему, какие утилиты помогают защитить систему и проводить автоматизированный мониторинг.

Появление новой учетной записи или группы, изменение прав и групп доступа для пользователя, может свидетельствовать о воздействии на систему. Отслеживание кем и когда был совершен вход, что владелец учетной записи делал в системе, какие запускал программы и приложения, а так же отслеживание фактов удаления и редактирования журналов.

В Linux аутентификация пользователей реализована через встроенный модуль аутентификации (Pluggable Authentication Modules). Для взаимодействия с ним используется PAM API, поэтому для взаимодействия достаточно изменить конфигурационный файл не пересобирая модуль.

Kerberos усложненная и обширная система аутентификации, разработанная в Массачусетском университете в 1980 году. Kerberos — сетевой протокол аутентификации, позволяющий передавать данные через незащищённые сети для безопасной идентификации. Он содержит централизованную базу данных об

одном или более хостов и выступает как центр распределенных ключей (Key Distribution Center). Участники, действующие в системе Kerberos (пользователи, хост или программа, работающая от имени пользователя) отправляют запрос на аутентификацию и получают «билет» (Ticket Granting Ticket — билет для получения билета) от KDC для отдельной службы, такой как удаленный вход в систему, печать и т. д.

Для защиты сети, анализа сетевого трафика используются межсетевые карты, системы обнаружения проникновения (Intrusion Detection System) и система предотвращения вторжения (Intrusion Prevention System), работающая в реальном времени. Постоянная отправка запросов на определенный порт с него, может говорить о вирусной активности, как и наличие сетевых интерфейсов в неразборчивом режиме (Promiscuous mode), что позволяет прослушивать все проходящие пакеты независимо от адресата.

Анализ запускаемых программ, время запуска и использования, выявление скрытых процессов. Rootkit это программа или скрипт, помогающая расширить привилегии в системе до root, что дает возможность делать в системе, что угодно, в т.ч. настроить удаленный доступ, который будет работать, даже если уязвимость, через которую был произведен первоначальный вход, устранили.

Наличие подобной программы в системе тщательно скрывается. Более того, даже если узнать о его наличии и удалив, нельзя быть полностью уверенным, что угрозы больше нет.

Например, Rootkit Diamorphine, один из представителей Linux Kernel

Module руткитов, он может скрывать себя и другие процессы от утилит типа lsmdu, ps или top. Но при этом их можно обнаружить в директории /proc. Выявление таких расхождений и поиском скрытых модулей и процессов может заниматься программа chkrootkit.

В случае нахождения руткита, что бы быть уверенным, что система безопасна, можно сделать чистую установку с удалением всех предыдущих данных на диске, либо вернуться к точке восстановления, где этой проблемы не было и обновить систему, чтобы не заразиться вновь.

Сигнатурный поиск - это когда в файлах ищется определенная последовательность байт схожая на такую, во вредоносном ПО. Такой тип поиска могут проводить, например, утилиты: chkrootkit, rkhunter, lynis, антивирусы Linux Malware Detect и другие.

Любая программа для работы обращается к ядру системы — это называется системный вызов. Если поведение программы, т. е. последовательность таких системных вызовов, совпадает с поведением вредоносной программы, то такой процесс убивается, а программа его создавшая, помещается в карантин. Так работает анализ вирусов на основе моделей поведения. Антивирусы запускают файл сначала в контейнере, и только если никакой подозрительной активности обнаружено не было, разрешает открыть этот файл основной ОС.

Запуск программ и скриптов из директории пользователя. Злоумышленнику, попавшему в систему как обычный пользователь необходимо как-то ее исследовать, повысить права, украсть данные для входа или сделать, что-то еще. Для выполнения этих действий используют эксплойты т. е. программу, скрипт, их набор или все сразу, что бы воздействовать на уязвимость и получить результат.

По возможности нужно запретить запуск любых приложений и скриптов из домашней директории пользователя. Таким образом, можно защититься от эксплойтов, запускаемых от имени пользователя.

Большой объем разделяемой памяти для процесса может выдавать вредоносное ПО. IPC (Inter Process Communication — Межпроцессное взаимодействие) используется, когда одной программе необходимо, в процессе работы, сообщить какую-то информацию другой программе или получить, для этого в Linux системах используется система DBUS (Desktop Bus).

Например, некий вирус или руткит, скрыто работает в системе, собирает информацию о ней информацию, о пользователях, приложениях и прочем. Такую программу может выдать большой объем разделяемой памяти. Однако многие графические приложения, медиа плееры, веб-сервера и др. являясь

вполне легитимными тоже прожорливы и могут давать ложноположительный результат.

В Linux для запуска стандартных приложений существует спецификация XDG. Например, введя в терминале "ls" запускается программа по пути /usr/bin/ls. Узнать эти пути можно используя команду "whereis". В случае подмены этих путей модификации или изменения программы лежащей по этим путям пользователь может запустить вредоносное ПО или эксплойт.

Поэтому важно, что бы пути и приложения не были изменены. Отследить это можно с помощью утилит Tripwire и rkhunter. Они реализуют такую технологию как (file integrity checker). Создается, что-то вроде точки восстановления

для системных файлов и директорий и периодически сравниваются файлы из этой базы данных с теми, что используются в данный момент в системе.

Каждый день в ПО находят уязвимости, публикуются отчеты и выходят, заплатки безопасности. Своевременная установка обновлений и патчей, помогает защититься от большинства угроз. Предупреждение о наличии устаревшего или уязвимого ПО и обновлений к нему, важная часть системы мониторинга.

Частое создание резервных копий поможет защититься от вирусов шифровальщиков и вымогателей. В случае выявления заражения системы, можно вернуться к одной из предыдущих версий системы, где все было в порядке.

Программные и общесистемные ошибки и предупреждения, иногда могут говорить о подозрительной активности. Но в любом случае, по возможности лучше их не игнорировать.

Сбор информации о подключении и отключении съемных носителей информации, т. к. это нередко является источником заражения. Если политика безопасности компании позволяет лучше запретить использование личных и сторонних USB устройств на рабочем месте.

Некоторые вирусы любят добавлять себя в автозагрузку. Cron планировщик задач в Linux, тоже лучше проверять, на наличие подозрительных скриптов.

Подмена ядра системы сложно реализуемый, но возможный сценарий. Для защиты достаточно самостоятельно подписать ядро своим ключом и настроить UEFI secure boot, где будет находиться этот ключ. Таким образом, это не позволит запускать модифицированные или сторонние ядра.

Существует множество способов воздействия на систему и для самых основных разработаны методы и утилиты для защиты от них. В последнюю пару лет набирает популярность использования искусственного интеллекта и нейросетевых моделей во всех сферах и для многих целей.

Популярный проект GPT4ALL, позволяет запускать и использовать ИИ модели локально, без интернет подключения, в т.ч. и свои собственные модели. В дальнейшем можно исследовать возможности этой программы для использования в мониторинге системы безопасности. Например, у программы есть возможность загрузить текст, который обработает модель и далее по этому тексту можно задавать вопросы. Так же для общения с моделью, возможно, использовать терминал и получать вывод в него же. Что позволяет писать сложные сценарии с использованием технологии GPT.

Список литературы

1. Защита микропроцессоров от одиночных сбоев / В.А. Смерек, В.М. Антимиров, А.Ю. Кулай, А.Л. Савченко // Моделирование систем и процессов. – 2018 – Т. 11, № 2 – С.71-77.
2. Модель индивидуально группового назначения доступа к иерархически организованным объектам критических информационных систем с использованием мобильных технологий / Е.А. Рогозин, В.А. Хвостов, В.В. Суханов [и др.]// Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 73-79. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-73-79.
3. Проектирование интерфейсов сбоеустойчивых микросхем / В.К. Зольников, Н.В. Мозговой, С.В. Гречаный [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 17-24.
4. Суханов, В.В. Методика аналитического мониторинга аномального поведения пользователей в распределенной информационной системе критического применения / В.В. Суханов, О.В. Ланкин // Моделирование систем и процессов. – 2021 – Т. 14, № 1 – С. 79-85. – DOI: 10.12737/2219- 767-2021-14-1-79-85
5. Daniel J. Barrett. Linux Security Cookbook / Daniel J. Barrett, Robert G. Byrnes, Richard Silverman // O'Reilly. - 2003. - 499.
6. Maurice J. Bach. The design of the unix operating system // Prentice-Hall, Inc. - 1986. - 486. - 370-405.
7. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Protection of microprocessors from single failures / V.A. Smerek, V.M. Antimirov, A.Y. Kulai, A.L. Savchenko // Modeling of systems and processes. - 2018 – Vol. 11, No. 2 – pp.71-77.
2. The model of individually group assignment of access to hierarchically organized objects of critical information systems using mobile technologies / E.A. Rogozin, V.A. Khvostov, V.V. Sukhanov [et al.]// Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 1. – pp. 73-79. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-73-79.
3. Designing interfaces of fault-tolerant microcircuits / V.K. Zolnikov, N.V. Mozgovoy, S.V. Grechany [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, No. 1. – pp. 17-24.

4. Sukhanov, V.V. Methodology of analytical monitoring of abnormal user behavior in a distributed information system of critical application / V.V. Sukhanov, O.V. Lankin // Modeling of systems and processes. – 2021 – Vol. 14, No. 1 – pp. 79-85. – DOI: 10.12737/2219-767-2021-14-1-79-85

5. Daniel J. Barrett. Linux Security Cookbook / Daniel J. Barrett, Robert G. Byrnes, Richard Silverman // O'Reilly. - 2003. - 499.

6. Maurice J. Bach. The design of the Unix operating system // Prentice-Hall, Inc. - 1986. - 486. - 370-405.

7. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

СЕКЦИЯ 2

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

DOI: 10.58168/MoInSyTe2024_233-239

УДК 004.9

THE DEVELOPMENT OF IMAGE RECOGNITION

Ahamed Sakib¹, A.V. Akimenko¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The dynamic area of computer vision places a premium on comprehending picture recognition. It has several real-world applications, including facial recognition systems and driverless cars. Image recognition systems have seen significant functional improvements, along with notable advancements in accuracy and efficiency, thanks to the adoption of deep learning algorithms. This article investigates the application of Python, a programming language, in the field of image recognition utilizing datasets. The primary emphasis is placed on the analytical methodologies, the challenges that necessitate resolution, and their practical applications. The study aims to make an article on complex image recognition models using many Python libraries and tools, including TensorFlow, Keras, and PyTorch. The study clearly shows how important datasets are for teaching and assessing these systems. This research aims to conduct a thorough analysis of the latest developments and possible future directions in the field of image recognition technology.

Keywords: image recognition, Python, TensorFlow, Keras, PyTorch

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ахамед Сакиб¹, А.В. Акименко¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В динамично развивающейся области компьютерного зрения особое внимание уделяется комплексному распознаванию изображений. Оно имеет несколько реальных применений, включая системы распознавания лиц и беспилотные автомобили. Благодаря внедрению алгоритмов глубокого обучения в системах распознавания изображений произошли значительные функциональные улучшения, а также заметный рост точности и эффективности. В этой статье рассматривается применение языка программирования Python в области

распознавания изображений с использованием наборов данных. Основной упор делается на аналитические методологии, проблемы, требующие решения, и их практическое применение. Целью исследования является подготовка статьи о сложных моделях распознавания изображений с использованием множества библиотек и инструментов Python, включая TensorFlow, Keras и PyTorch. Исследование наглядно показывает, насколько важны наборы данных для обучения и оценки этих систем. Целью данного исследования является проведение тщательного анализа последних разработок и возможных будущих направлений в области технологий распознавания изображений.

Ключевые слова: распознавание изображений, Python, TensorFlow, Keras, PyTorch.

In the area of artificial intelligence, image recognition is a very useful tool. Automatic cars, medical images, and systems that recognize faces are just a few of the areas that have gained from it. In the area of image recognition, computers are taught to recognize and sort pictures in a way that is similar to how humans see. Deep learning has made big changes in this area. It is now easy to make sorting systems that are more accurate and work faster. Python has quickly become the language of choice for making picture recognition systems because it is both powerful and easy to use. This article shows readers how to build an image recognition system in Python, from getting the dataset ready to be used to checking how well the model works. We are looking into this complicated subject to make the steps easier to follow and to create a guide for writers, hackers, and anyone else who wants to use picture recognition in their work [1].

The basis of each machine-learning model is a well-designed example. Image recognition often utilizes multi-image files. The COCO [3] collection has greatly improved the image recognition capacities. Ensuring consistent picture sizes is crucial when resizing images, since it serves as the foundation for machine learning. Ensuring consistency in input variables is vital for algorithms to effectively learn and reveal patterns. By utilizing the `resize()` function in OpenCV, it is possible to modify the dimensions of pictures to guarantee that they adhere to a 3 predetermined width and height. The maintenance of uniformity is of utmost importance in both the training and testing stages, as it facilitates the consistent extraction and analysis of features over a wide range of datasets [2]. Grayscale Changing images from color to grayscale is a way to make things easier, which makes a lot of machine-learning apps much easier to use. You can speed up the working time and reduce the amount of resources the program needs by getting rid of the color information and focusing on changes in intensity. The OpenCV `cvtColor()` method makes it easier to convert RGB images to grayscale and then shrink data from three channels to one for better storage. This step is very helpful

when color doesn't play a big part in finding or analyzing patterns. Noise Reduction The presence of image noise significantly impacts the performance of machine learning models by obscuring features and resulting in less precise predictions. To address this issue, techniques like as fading, smoothing, and filtering are employed. OpenCV has many functions, such as `GaussianBlur()` and `medianBlur()`, which may be employed to include these effects, enhance image smoothness, and eliminate stochastic variations in pixel intensity. These techniques are essential for improving picture quality because they enable computers to recognize important patterns without interference from unimportant noise [2].

Normalization is the process of putting an image or dataset's pixel intensity values on a standard scale, which is generally from 0 to 1. This process is very important for models that are sensitive to the amount of data they are given because it speeds up convergence and makes the training process better. By normalizing pictures, we make sure that the amounts of brightness are all set to the same, which makes the learning setting fairer and more effective. Normalization tools, like scikit-image's `normalize()` function, are very important in preprocessing steps because they make sure that all the raw data is treated equally and consistently[2]. Binarization is a technique that transforms grayscale photos into binary data, making it easier to distinguish important features or objects from the rest of the image. The analysis process is facilitated by utilizing OpenCV's `threshold()` function to generate a threshold, which transforms photos into either black or white. This method showcases effectiveness in tasks like as identifying forms, recognizing objects, and extracting features, where it is crucial to differentiate between the item and the background [2]. Increasing an image's contrast can help draw attention to important details and prominent elements, which are essential for correctly spotting patterns. The `equalizeHist()` function in OpenCV simplifies the task of equalizing the histogram by modifying the pixel intensities, hence improving the image's contrast. This alteration enhances the capability of machine learning algorithms to see and differentiate hidden features, hence improving their ability to learn from and effectively understand visual input [2].

The development of the image recognition model is of utmost importance, requiring a balanced integration of complexity and efficiency. Choosing the Suitable Model The utilization of deep learning models in the field of recognizing images encompasses a wide array of architectures, spanning from Convolutional Neural Networks (CNNs) to more contemporary advancements like as Transformers. The selection of a model is mostly contingent upon the intricacy of the work at hand and the computational resources at hand. Convolutional Neural Networks (CNNs) continue to

be the preferred architecture for the majority of image recognition tasks owing to their efficacy in processing image data.

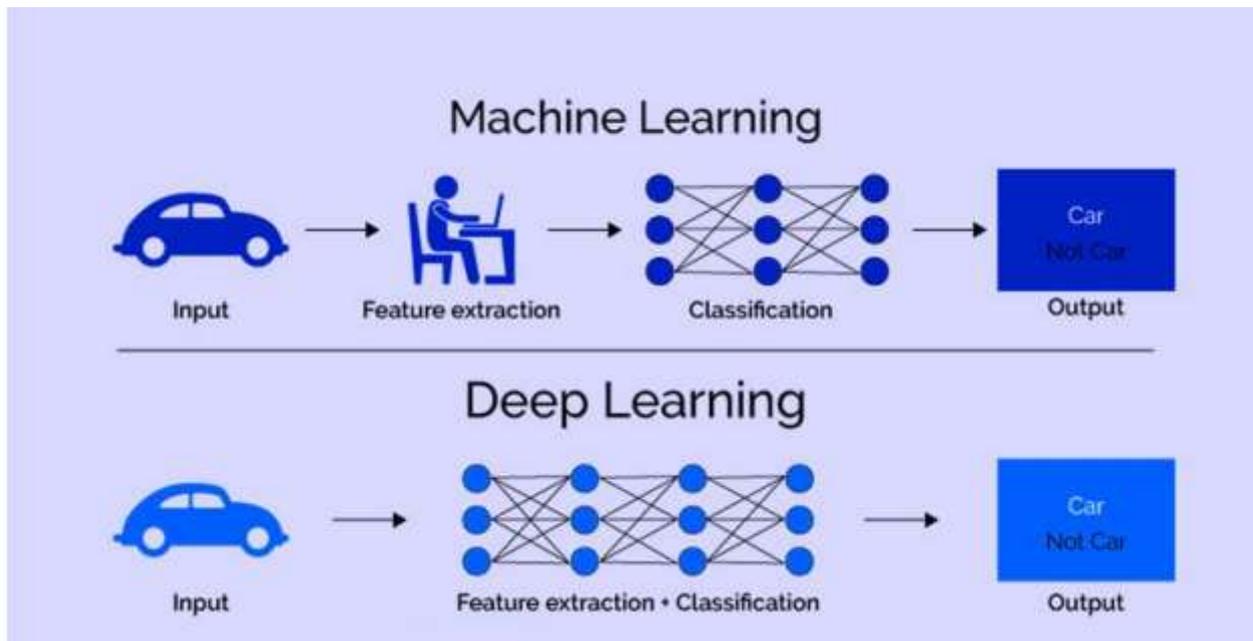


Figure-1: Image Recognition Models [6]

In the model design process, the layers and parameters of the architecture are specified. The parameters involved in this process include the selection of activation functions, the number of layers, the size of filters in convolutional layers, and the pooling strategy. The iterative nature of the design process necessitates several iterations of testing to ascertain the most appropriate architecture for the given goal. Implementation in Python Building the Environment the initial step in the implementation process is the establishment of the Python environment, which encompasses the acquisition of essential libraries and frameworks. TensorFlow and Keras are widely favored because of their extensive capabilities and user-friendly interface. Before starting training, it is necessary to preprocess the photographs to guarantee uniformity in both size and format. In this stage, it may be necessary to do image scaling, pixel value normalization, and conversion to grayscale or RGB, depending on the unique model architecture. After preparing the dataset and designing the model, the subsequent phase involves training the model. The procedure entails inputting the preprocessed pictures into the model, the model's weights are adjusted according to its performance, and this iterative process is repeated throughout numerous epochs to enhance accuracy.

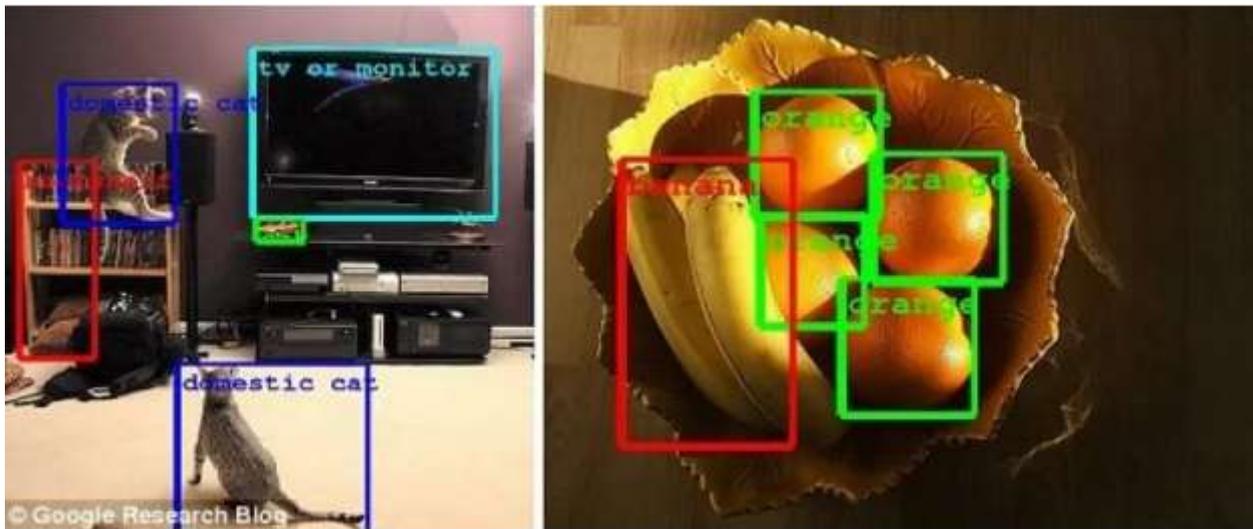


Figure-2: Image Recognition [7]

A comprehensive evaluation approach includes both quantitative metrics and qualitative assessments to guarantee the model's effectiveness across diverse circumstances. Accuracy The concept of accuracy, although serving as a broad measure of performance, can be deceptive, particularly when dealing with imbalanced datasets. Precision, Recall, and F1 Score These measures offer a more detailed perspective on the performance of the model, emphasizing its capacity to accurately detect and avoid overlooking pertinent events. Confusion Matrix Provides a valuable understanding of the model's mistake patterns, which is essential for creating incremental enhancements.

In conclusion, the process of creating an image recognition system using Python encompasses a thorough progression from the curation of datasets to the assessment of models, hence demonstrating Python's capacity to connect intricate principles with real-world applications. The above procedure, even though it is complicated, shows how important it is to carefully prepare datasets, choose model architectures, and find the right balance between speed and accuracy during the formulation stage. The extensive library of Python makes it easier to complete the implementation phase, which emphasizes the significance of preprocessing and model training as crucial steps that directly affect the system's performance. Evaluation metrics function not just as markers of achievement but also as tools for iterative enhancement, highlighting the practicality and dependability of the model in real-world scenarios. This investigation into the utilization of Python for picture identification not only exemplifies the progress made in artificial intelligence technology but also highlights the possibilities for innovation in several industries, ranging from healthcare to security. The ongoing improvement of these systems, propelled by the emergence of new data and advancements in technology, continues to be crucial as the field progresses. This expedition, replete with

obstacles and prospects, exemplifies the ever-changing essence of AI research and development, emphasizing the ceaseless pursuit of knowledge and enhancement in the endeavor to replicate human-level comprehension of the visual realm.

References

1. N. Khandelwal, “Image Processing in Python: Algorithms, Tools, and Methods You Should Know,” neptune.ai, Aug. 25, 2023. Available: <https://neptune.ai/blog/image-processingpython>
2. M. Patel, “The Complete Guide to Image Preprocessing Techniques in Python,” Medium, Oct. 23, 2023. Available: <https://medium.com/@maahip1304/the-complete-guide-to-imagepreprocessing-techniques-in-python-dca30804550c>
3. “COCO - Common Objects in Context.” Available: <https://cocodataset.org/#overview>
4. “Image Recognition Models: Three Steps To Train Them Efficiently,” kili-website. Available: <https://kili-technology.com/data-labeling/computer-vision/image-annotation/threesteps-to-train-image-recognition-efficiently>
5. “How to Evaluate An Image Classification Model | Clarifai Guide.” Available: <https://docs.clarifai.com/tutorials/how-to-evaluate-an-image-classification-model/>
6. Admin, “Deep Learning in Image Recognition: Making it into a Futuristic World | IDS-Software Solutions,” IDS-Software Solutions | IDS Enabling Success, Nov. 11, 2019. Available: <https://ids-technologies.in/deep-learning-in-image-recognition-making-it-into-a-futuristic-world/>
7. C. Dilmegani, “Image Recognition: In-depth Guide for 2024,” AIMultiple: High Tech Use Cases & Tools to Grow Your Business, Jan. 11, 2024.
8. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

Список литературы

1. N. Khandelwal, “Image Processing in Python: Algorithms, Tools, and Methods You Should Know,” neptune.ai, Aug. 25, 2023. Available: <https://neptune.ai/blog/image-processingpython>
2. M. Patel, “The Complete Guide to Image Preprocessing Techniques in Python,” Medium, Oct. 23, 2023. Available: <https://medium.com/@maahip1304/the-complete-guide-to-imagepreprocessing-techniques-in-python-dca30804550c>

3. “COCO - Common Objects in Context.” Available: <https://coco-dataset.org/#overview>
4. “Image Recognition Models: Three Steps To Train Them Efficiently,” kili-website. Available: <https://kili-technology.com/data-labeling/computer-vision/image-annotation/threesteps-to-train-image-recognition-efficiently>
5. “How to Evaluate An Image Classification Model | Clarifai Guide.” Available: <https://docs.clarifai.com/tutorials/how-to-evaluate-an-image-classification-model/>
6. Admin, “Deep Learning in Image Recognition: Making it into a Futuristic World | IDS-Software Solutions,” IDS-Software Solutions | IDS Enabling Success, Nov. 11, 2019. Available: <https://ids-technologies.in/deep-learning-in-image-recognition-making-it-into-a-futuristic-world/>
7. C. Dilmegani, “Image Recognition: In-depth Guide for 2024,” AIMultiple: High Tech Use Cases & Tools to Grow Your Business, Jan. 11, 2024.
8. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

IMAGE RECOGNITION BY CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

Ahamed Sakib¹, E.A. Anikeev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The capabilities of image recognition technology show how far computers have come. They are having a major impact on many areas such as medical scanning and self-driving cars. Python plays a central role in the development of these technologies because it is easy to use and has many tools, such as TensorFlow and PyTorch, that make complex machine learning models easy to understand. This article details how to create an image recognition system based on Python. It covers every step from collecting datasets and preparing them to selecting neural network models.

Keywords: image recognition, artificial intelligence, COCO data set, neural network, Python

РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Ахамед Сакиб¹, Е.А. Аникеев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Возможности технологии распознавания изображений показывают, как далеко продвинулись компьютеры. Они оказывают серьезное влияние на многие области, такие как медицинское сканирование и самоуправляемые автомобили. Python играет центральную роль в разработке этих технологий, поскольку он прост в использовании и имеет множество инструментов, таких как TensorFlow и PyTorch, которые упрощают понимание сложных моделей машинного обучения. В этой статье подробно рассказывается о том, как создать систему распознавания изображений на основе Python. Он охватывает каждый этап - от сбора наборов данных и их подготовки до выбора моделей нейронных сетей.

Ключевые слова: распознавание изображений, искусственный интеллект, набор данных COCO, нейронная сеть, Python

The emergence of digital technology has facilitated a fast and significant increase in the quantity and diversity of digital pictures, hence offering opportunities for

the development of complex image recognition algorithms. Artificial intelligence (AI) relies heavily on image recognition, which is the process of identifying and categorizing various features – such as people, objects, symbols, and actions – that may be seen in pictures. There are many different uses for image recognition in many domains. These include applying facial recognition technology to improve security protocols, using medical imaging analysis to diagnose patients more accurately, and incorporating augmented reality technology to improve customer experiences in the retail and entertainment industries. Python's extensive collection of libraries and frameworks, such as TensorFlow, Keras, and PyTorch, has contributed to its growing appeal as a programming language for creating image recognition models. These technologies provide a streamlined depiction of complex algorithms and mathematical procedures, facilitating the creation of sophisticated models with ease. This article offers a comprehensive examination of the procedure involved in the development of an image recognition system utilizing the Python programming language. It encompasses the entire process, from initiation to completion, with a specific focus on practical application and theoretical understanding.

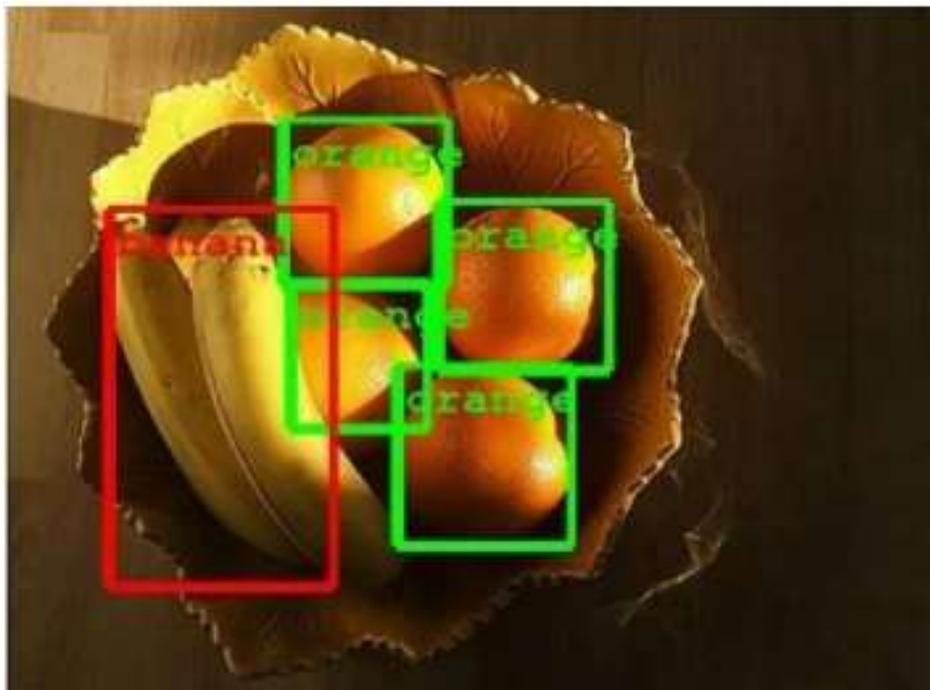


Figure 1 – Image Recognition

Data Collection

It is crucial to have an extensive and all-inclusive dataset. The dataset that is chosen depends on the specific requirements of the image recognition analysis that is

being carried out. There are two widely used datasets in the field of image identification, each of which is particularly designed to tackle different goals and complexities. The ImageNet dataset comprises a large collection of over 14 million images that have been accurately labeled, encompassing a diverse array of more than 20,000 distinct categories. The arrangement of the collection is structured according to the WordNet hierarchy, which classifies photographs into many sets of synonyms, ensuring a significant degree of comprehensiveness. ImageNet is particularly beneficial for training and testing deep neural networks in general object recognition and classification applications.

The COCO dataset is a crucial tool for image recognition applications, such as those that deal with segmentation, object identification, and captioning. The dataset consists of an extensive set of 330,000 photos, of which over 200,000 have been carefully annotated in 80 major item categories. Moreover, the collection includes annotations for more than a million data points that correspond to different things. Focusing on item instances in their natural environments, COCO distinguishes itself by offering important contextual information required to build models that comprehend the spatial connections between things in an image.



Figure 2 – COCO Dataset

It could be essential in some particular applications to compile a customized dataset. To obtain a thorough representation that includes a wide variety of changes in light, perspective, backdrop, and occlusions, the approach involves establishing clear criteria for image inclusion. Methods for creating a custom dataset include the following components. Web Scraping: Web scraping is the process of automating the retrieval of photos from websites using scripts. Python Beautiful Soup and Selenium packages provide the ability to crawl web pages and retrieve images that meet predefined criteria.

Convolutional Neural Networks (CNNs) can hierarchically handle visual input, they are essential for most photo identification applications. However, the choice of architecture (e.g., AlexNet, ResNet, VGG, etc.) depends on the computing resources

available and the difficulty of the task. Transfer learning might save a great deal of time and computer power by using pre-trained models on large datasets and tailoring them to particular applications.

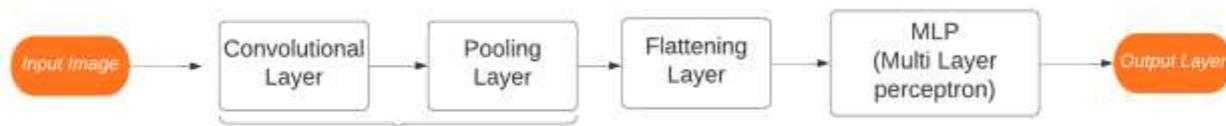


Figure 3 – Image Recognition Model Design

Design

In the design phase, the process involves the configuration of the layers and architecture of the model. Important factors to pay attention to are listed below. Network depth: increasing the number of layers can effectively capture intricate patterns, but it also raises the likelihood of overfitting and computing requirements. Activation functions, such as ReLU (Rectified Linear Unit), provide nonlinearity to the model, allowing it to learn intricate patterns. Pooling layers are a technique used to decrease the complexity and computing burden of a model, while still preserving significant characteristics. Various regularization approaches, like as dropout, L2 regularization, and batch normalization, are employed to mitigate the issue of overfitting and enhance the generalizability of the model.

Implementation

Creating an environment for Python development involves choosing an IDE (Integrated Development Environment) or notebook interface (Jupyter), and getting necessary libraries (PyTorch, TensorFlow, NumPy, and Matplotlib) through package managers (pip or conda). In the realm of image preparation activities, libraries such as OpenCV and PIL (Python Imaging Library) play a crucial role. The implementation of code snippets for resizing, normalization, and augmentation can automate the pretreatment workflow, hence enhancing the efficiency of dataset preparation for training. The architectural design of the model may be established by employing libraries like as TensorFlow or PyTorch. The training procedure starts by compiling the model, which incorporates an optimizer, loss function, and measurements.

As we can see, the Python programming language has wide application possibilities in image recognition, and contributes to the development of this area of artificial intelligence.

References

1. Dilmegani, C. Image Recognition: In-depth Guide for 2024? – URL: <https://research.aimultiple.com/image-recognition/> (date of the application: 21.03.2024).
2. Glover, E. What Is Image Recognition? – URL: <https://builtin.com/artificial-intelligence/image-recognition> (date of the application: 16.03.2024).
3. Javaid, S. Image Data Collection in 2024: What it is and Best Practices? – URL: <https://research.aimultiple.com/image-data-collection/> (date of the application: 20.03.2024).
4. Zhaxybayev D.O., Bakiyev M.N. Algorithms for the classification of text documents, taking into account proximity in the attribute space // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, № 1. – P. 36-43.
5. Poluektov, A.V. Modeling of oscillatory processes in the MVSTUDIUM package / A.V. Poluektov, K.V. Zolnikov, V.I. Antsiferova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Т. 14, No. 4. – P. 139-148. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-139-148.
6. Sazonova, S.A. Features of developing software products using arrays in an object-oriented environment / S.A. Sazonova, A.V. Lemeshkin, V.A. Popov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Т. 14, No. 4. – P. 90-100. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-90-100.

Список литературы

1. Дилмегани С. Распознавание изображений: подробное руководство на 2024 год? – URL: <https://research.aimultiple.com/image-recognition/> (дата подачи заявки: 21.03.2024).
2. Гловер Э. Что такое распознавание изображений? – URL: <https://builtin.com/artificial-intelligence/image-recognition> (дата подачи заявки: 16.03.2024).
3. Джавайд С. Сбор данных об изображениях в 2024 году: что это такое и лучшие практики? – URL: <https://research.aimultiple.com/image-data-collection/> (дата подачи заявки: 20.03.2024).
4. Жаксыбаев Д.О., Бакиев М.Н. Алгоритмы классификации текстовых документов с учетом близости в признаковом пространстве // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 36-43.

5. Полуэктов, А. В. Моделирование колебательных процессов в пакете MVSTUDIUM / А.В. Полуэктов, К.В. Зольников, В.И. Анциферова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 139-148. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-139-148.

6. Сазонова, С.А. Особенности разработки программных продуктов с использованием массивов в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова, А.В. Лемешкин, В.А. Попов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 90-100. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-90-100.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМ ЦЕНТРОМ

Д.Г. Баранов¹, С.О. Бучнев¹, А.А. Ключев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В этой статье рассматривается роль ИКТ в цифровизации образования. Освещаются проблемы технологической доступности, подготовки учителей и разработки курсов. Автор также рассуждает о преимуществах ИКТ для улучшения обучения и доступности. Приводятся примеры успешного внедрения и инновационных подходов. В заключении подчеркивается важность адаптации системы образования к изменяющимся условиям.

Ключевые слова: вызовы, возможности, улучшение обучения, Инновационные подходы.

INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM FOR LOGISTICS CENTER

D.G. Baranov¹, S.O. Buchnev¹, A.A. Klyuev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article examines the role of ICT in the digitalization of education. The problems of technological accessibility, teacher training and course development are highlighted. The author also discusses the benefits of ICT to improve learning and accessibility. Examples of successful implementation and innovative approaches are given. In conclusion, the importance of adapting the education system to changing conditions is emphasized.

Keywords: challenges, opportunities, learning improvement, innovative approaches.

В современном мире информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) играют важную роль во многих аспектах цифровой трансформации образования. ИТ стали частью образовательного процесса для студентов и преподавателей с новыми возможностями и вызовами.

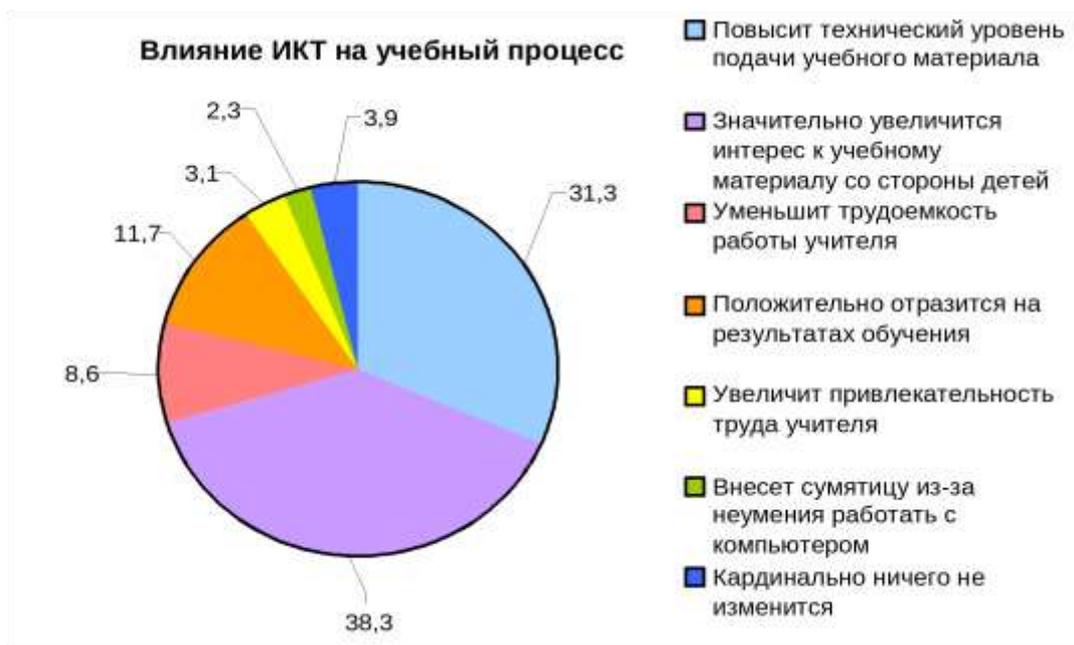


Рисунок 1 – Влияние ИКТ на учебный процесс

В представленной таблице анализируется влияние информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) на образовательный процесс. В нем освещаются различные аспекты влияния ИКТ на образовательный процесс, включая изменения в методах преподавания, доступность учебных ресурсов, взаимодействие между учащимися и преподавателями, а также эффективность обучения и достижение целей обучения. Анализ данных, приведенных в таблице, позволяет оценить важность и влияние ИКТ на современное образование и выявить основные тенденции и последствия внедрения технологий в образовательный процесс.

Включение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в образовательный процесс создает ряд вызовов, которые могут препятствовать эффективному использованию технологий в образовании.

Одной из основных проблем является необходимость обеспечения равного доступа к технологиям для всех учащихся.

Другим вызовом является необходимость подготовки квалифицированных учителей, способных интегрировать ИКТ в учебный процесс. Обучение преподавателей новым технологиям и развитие цифровых навыков требует времени и ресурсов, а также наличия соответствующих программ и поддержки образовательных учреждений.

Несмотря на эти проблемы, необходимо признать, что ИКТ предоставляют уникальные возможности для улучшения образовательного процесса и повышения его доступности и эффективности. Однако для успешного преодоления этих проблем особое внимание следует уделять разработке соответствующих стратегий, а также сотрудничеству между учебными заведениями, правительствами и технологическими организациями.

Однако несмотря на ряд вызовов и проблем в интеграции ИКТ, существует большой ряд преимуществ и уникальных возможностей для образовательных учреждений. ИКТ обеспечивают интерактивный контент, персонализированную учебную программу и богатую образовательную среду. Виртуальный класс и онлайн-платформа предоставляют учащимся возможность раскрыться за пределами аудитории, что особенно актуально в условиях глобальных кризисов, таких как пандемия.

Примеры успешной реализации ИКТ в образовании мотивируют нас к дальнейшему развитию этого направления. Системы управления учебным процессом, онлайн-платформы для дистанционного обучения, облачные технологии для хранения и обмена информацией – все это лишь некоторые примеры того, как ИКТ могут преобразить образовательную среду.

Выводы

В заключение следует подчеркнуть, что цифровизация образования требует постоянного обновления и адаптации к новым вызовам и возможностям, которые постоянно возникают в условиях быстрого технологического развития. Благодаря эффективному использованию информационных и коммуникационных технологий мы можем сделать образование более доступным, инновационным и эффективным для всех, кто участвует в образовательном процессе.

Список литературы

1. Пренски, М. (2001). Цифровые уроженцы, цифровые иммигранты // В горизонте, 9(5), 1-6.
2. Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании. (2019). Искусственный интеллект в образовании: вызовы и возможности для устойчивого развития.
3. Селуин, Н. (2016). Эффективны ли технологии в образовании? Издательство Джона Уайли и Сыновья.

4. Мишра, П., & Кёлер, М. Дж. (2006). Технологическое педагогическое содержание знания: Фреймворк для знаний учителя. Учебный записник колледжа, 108(6), 1017-1054.
5. Киршнер, П. А., & Де Брейкере, П. (2017). Мифы о цифровом уроженце и мультизадачности. Обучение и образование учителя, 67, 135-142.
6. Варшауэр, М. (2007). Парадоксальное будущее цифрового обучения. Обучающий запрос, 1(1), 41-49.
7. Европейская комиссия. (2020). План действий по цифровому образованию: перенастройка образования и подготовки к цифровой эпохе.
8. Дэвис, Ф. Д. (1989). Воспринимаемая полезность, воспринимаемая легкость использования и прием информационных технологий пользователем. MIS Quarterly, 13(3), 319-340.
9. Эртмер, П. А. (1999). Преодоление первых и вторых барьеров к изменению: стратегии интеграции технологий. Исследования и развитие образовательных технологий, 47(4), 47-61.
10. Джонсон, Л., Адамс Беккер, С., Эстрада, В., & Фримен, А. (2015). Доклад NMC Horizon: 2015 K-12 Edition. Кларк, Р. Э. (1994). Медиа никогда не повлияют на обучение. Исследования и разработки в области образовательных технологий, 42(2), 21-29.
11. Фуллан, М. (2013). Стратосфера: Интеграция технологий, педагогики и знаний об изменениях. Pearson.
12. Мишра, П., & Кехлер, М. Дж. (2006). Технологическое педагогическое содержание знания: Фреймворк для знаний учителя. Учебный записник колледжа, 108(6), 1017-1054.
13. Козма, Р. Б. (1994). Повлияют ли медиа на обучение? Переформулирование дискуссии. Исследования и разработки в области образовательных технологий, 42(2), 7-19.
14. Кубин, Л. (2001). Продаваемые сверх меры и недооцененные: Компьютеры в классе. Издательство Гарвардского университета.
15. Беккер, Х. Дж. (2000). Кто подключен, а кто нет: Доступ детей к компьютерным технологиям и их использование. Будущее детей, 10(2), 44-75.
16. Дэвис, Ф. Д. (1989). Воспринимаемая полезность, воспринимаемая легкость использования и прием информационных технологий пользователем. MIS Quarterly, 13(3), 319-340.

17. Эртмер, П. А. (1999). Преодоление первых и вторых барьеров к изменению: Стратегии интеграции технологий. Исследования и разработки в области образовательных технологий, 47(4), 47-61.

18. Джонсон, Л., Адамс Беккер, С., Эстрада, В., & Фримен, А. (2015). Доклад NMC Horizon: 2015 K-12 Edition.

19. ЮНЕСКО. (2017). Переосмысление образования: Преобразование учебных пространств для поддержки Образования 2030. Париж: ЮНЕСКО.

20. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. On the Horizon, 9(5), 1-6.

2. UNESCO Institute for Information Technologies in Education. (2019). Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development.

3. Selwyn, N. (2016). Is technology good for education? John Wiley & Sons.

4. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017-1054.

5. Kirschner, P. A., & De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. Teaching and Teacher Education, 67, 135-142.

6. Warschauer, M. (2007). The paradoxical future of digital learning. Learning Inquiry, 1(1), 41-49.

7. European Commission. (2020). Digital Education Action Plan: Resetting Education and Training for the Digital Age.

8. Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319-340.

9. Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. Educational Technology Research and Development, 47(4), 47-61.

10. Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). NMC Horizon Report: 2015 K-12 Edition. Clark, R. E. (1994). Media will never influence learning. Educational Technology Research and Development, 42(2), 21-29.

11. Fullan, M. (2013). *Stratosphere: Integrating technology, pedagogy, and change knowledge*. Pearson.
12. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
13. Kozma, R. B. (1994). Will media influence learning? Reframing the debate. *Educational Technology Research and Development*, 42(2), 7-19.
14. Cuban, L. (2001). *Oversold and underused: Computers in the classroom*. Harvard University Press.
15. Becker, H. J. (2000). Who's wired and who's not: Children's access to and use of computer technology. *The Future of Children*, 10(2), 44-75.
16. Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
17. Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47-61.
18. Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *NMC Horizon Report: 2015 K-12 Edition*.
19. UNESCO. (2017). *Reimagining Education: Transforming Learning Spaces to support Education 2030*. Paris: UNESCO.
20. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // *Modeling of systems and processes*. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ОБЗОР АНАЛОГОВ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЁТА СТОИМОСТИ ВОДОСТОЧНОЙ СИСТЕМЫ

Е.В. Баркалова¹, А.С. Коньякова¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной статье приведен краткий обзор web-сайтов для расчёта стоимости водосточной системы. Такие программные продукты предлагают возможность составления детальных сметных расчетов, учитывая различные факторы, такие как размер и тип конструкции, географическую локацию и другие параметры. Они позволяют автоматизировать процесс выбора материалов и рассчитать затраты, что в свою очередь ускоряет составление сметных документов. Автоматизация расчетов смет в индивидуальном жилищном строительстве представляет собой важный инструмент, повышения эффективности и качества строительных проектов.

Ключевые слова: водосточная система, смета, контроль качества, строительство, проектирование.

OVERVIEW OF ANALOGUES OF A MOBILE APPLICATION FOR CALCULATING THE COST OF A DRAINAGE SYSTEM

E.V. Barkalova¹, A.S. Konyakova¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article provides a brief overview of websites for calculating the cost of a drainage system. Such software products offer the possibility of making detailed estimates, taking into account various factors such as size and type of construction, geographical location and other parameters. They allow you to automate the process of selecting materials and calculate costs, which in turn speeds up the preparation of estimated documents. Automation of estimates calculations in individual housing construction is an important tool to improve the efficiency and quality of construction projects.

Keywords: drainage system, estimates, quality control, construction, design.

Введение

Удобные инструменты для расчёта стоимости различных подсистем при строительстве объекта ИЖС позволяют частным лицам долговременно планировать этапы строительства и соответствующие им расходы. В последние годы достаточно популярными являются Web-сайты для расчёта смет при строительстве различных подсистем объектов ИЖС. Однако рост использования смартфонов, позволяющих запускать мобильные приложения, и почти повсеместная доступность мобильного интернета на территории Российской Федерации вызывает необходимость в разработке мобильных приложений в сфере строительства.

Основные понятия

Актуальность обусловлена быстрым ростом рынка индивидуального жилищного строительства. Сектор индивидуального жилищного строительства обеспечил за 2023 год ввод 57,2 млн кв. м, что на 16,5% больше, чем в 2022 году по данным Росстата. При строительстве частного жилого дома люди сталкиваются со сложностью оценки стоимости тех или иных строительных работ. Одними из значительных статей расходов при строительстве объекта ИЖС являются системы водоснабжения, водоотведения и водостока.

На сегодняшний день существует множество программных продуктов, которые предназначены для расчёта смет в ИЖС. Самыми популярными инструментами являются те программы, которые основаны на применении аналитических баз данных. В них содержатся данные о стоимости работ, материалов и услуг. Данные программные продукты предоставляют возможность составить конкретные расчёты смет, при этом учитывая дополнительные факторы, к которым относятся: географическое расположение, тип конструкции, его размер, функциональное назначение и другие параметры. В свою очередь это приводит к автоматизации процесса выбора материалов и расчёту затрат, в следствие чего ускоряется составление смет [1].

Помимо программных продуктов существуют сервисы в формате онлайн, которые предоставляют возможность для быстрого расчёта сметных документов [2]. Пользователю предоставляется меню, которое может состоять из анализа данных, информации за конкретный период времени, а также готового расчёта смет. В индивидуальном жилищном строительстве важным фактором для повышения эффективности и качества проектов является автоматизирование расчётных смет. До недавнего времени было достаточно мало интернет-ресурсов для расчёта, сейчас же стали появляться новые веб-сайты, которые предоставляют

услуги по расчёту стоимости системы водостока. Далее будут представлены некоторые из интернет-сайтов, которые рассчитывают стоимость и количество материалов для водосточных систем:

Web-сайт <https://metallprofil.ru>, который предоставляет несложный и удобный интерфейс для расчета стоимости водостока, который удобен в планировании и оценке бюджета денежных средств, выделяемых на создание проекта. Этот веб-ресурс предлагает пользователю широкий выбор опций и параметров, которые учитывают все предпочтения и требования внешнего пользователя. Покупатель может вводить такие параметры, как: материал, тип, размер системы водостока, а также в представленном ассортименте товаров выбирать дополнительные компоненты, включающие в себя: заглушки, крепления, соединительные муфты, ливневые желоба. На сайте представлены различные варианты товаров от ведущих производителей для того, чтобы потребитель мог для себя выбрать необходимый вариант, исходя из своих предпочтений и условий проекта. Для дальнейшего использования расчётов, проведённых на данном веб-сайте добавлена функция сохранения и печати полученного результата на личный компьютер пользователя. Материалы сайта могут быть полезны как частным лицам, так и профессиональным строителям и дизайнерам, которые занимаются разработкой проектов для заказчиков.

Веб-сайт был разработан, учитывая свою основную аудиторию, а именно, крупные строительные компании, в следствие чего может оказаться неподходящим организациям среднего и малого размера. Исходя из этого присутствует главный недостаток – высокая стоимость расчёта. Поэтому данный сайт является подходящим, в своем большинстве, крупным компаниям, которые располагают необходимыми ресурсами и потребностями. Частным лицам, а также малому и среднему бизнесу логично будет обратиться к интернет-ресурсам или мобильным приложениям, которые заточены под потребности и бюджет средних организаций.

Web-ресурс <https://tn-vodostok.ru/calculator>, рассчитывающий стоимость водосточной системы частных домов. Калькулятор помогает рассчитать пользователям необходимые затраты на материалы и работу. Чтобы произвести расчёт указывается: площадь кровли, количество стоков, а также предполагаемая интенсивность осадков для выбранного региона из выпадающего списка, то есть основные параметры здания. После проведения расчёта сайт предложит пользователю рекомендации по оптимальному варианту системы водостока, при этом включая во внимание требования и бюджет заказчика.

Упущением данного веб-ресурса является сложность использования. Веб-сайт сложен в использовании и требует от пользователя определенного уровня знаний и опыта для выполнения расчётов. Если пользователь не имеет достаточного понимания технических аспектов расчетов водостока или не может легко ориентироваться на веб-сайте, это может создавать трудности и усложнить процесс расчетов. Учитывая вышеуказанные факты и осознавая присутствие данных недостатков, вероятнее лучше обратиться к другому ресурсу.

Web-сайт <https://stynergy.ru> представляет собой удобный ресурс для расчёта стоимости деталей и установки водосточной системы [3]. Данный сайт был разработан специально для помощи в оценке стоимости системы как частным лицам, так и профессиональным строительным компаниям. Для получения расчёта покупателю необходимо ввести размеры в поля ввода, после чего калькулятор обработает введённые значения и выдаст результат расчёта.

Главным недостатком этого сайта является простота расчётов, что в свою очередь ограничивает функционал и точность результатов, в следствие чего заказчику придётся обращаться к другим ресурсам для получения более сложных и точных вычислений.

Заключение

Изучив рынок web-сайтов на основании потребностей заказчиков, был сделан вывод, что на данный момент мобильные приложения становятся всё более популярны, нежели электронные сайты [4]. Главным преимуществом мобильных приложений является то, что они позволяют работать пользователю без доступа к сети Интернет [5].

Список литературы

1. Османова, М. М. Формирование смет в строительстве / М. М. Османова, М. Х. Хайбулаев, М. М. Махтиев // Гуманитарий и социум. – 2021. – № 2. – С. 25-30. – EDN TZMTWX.
2. Ковалев Н. С. Сметная документация. : учебное пособие / Ковалев Н.С., Гладнев В.В., Барышникова О.С, Лактионова Ю.А. Воронеж: ВГАУ., 2016. – 258 с.
3. Отставнов А. А., Устюгов В. А., Устюгова О. В. Наружные водостоки малоэтажных домов //Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2011. – № 2. – С. 12-15.

4. Аибергенов А. С. Проектирование водостока в городах // Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика. – 2017. – С. 376-382.

5. Льюис Ш. Нативная разработка мобильных приложений / пер. с англ. А.Н. Киселева. – М: ДМК Пресс, 2020 – 336с.

6. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Osmanova, M. M. Formation of estimates in construction / M. M. Osmanova, M. Kh. Khaibulaev, M. M. Makhtiev // Humanities and Society. – 2021. – No. 2. – P. 25-30. – EDN TZMTWX.

2. Kovalev N. S. Estimate documentation. : textbook / Kovalev N. S., Gladnev V. V., Baryshnikova O. S., Laktionova Yu. A. // Voronezh: VSAU., 2016. - 258 p.

3. Otstavnov A. A., Ustyugov V. A., Ustyugova O. V. External drains of low-rise buildings // Plumbing, Heating, Air Conditioning. – 2011. – No. 2. – pp. 12-15.

4. Aibergenov A. S. Design of drainage in cities // Innovative technologies in transport: education, science, practice. – 2017. – P. 376-382.

5. Lewis S. Native development of mobile applications / trans. from English A.N. Kiseleva. – М: ДМК Пресс, 2020 – 336 p.

6. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ДОКУМЕНТООБОРОТА МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А.А. Барышев¹, А.С. Гольшева¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматриваются примеры приложений, которые могли бы помочь для автоматизации документооборота в медицинских организациях. Предложен разработка собственной информационной системы моделирования документооборота.

Ключевые слова: документооборот, информационная система, моделирование, медицинская организация, персонал.

INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATING THE PROCESS OF DOCUMENT MANAGEMENT OF MEDICAL ORGANIZATIONS

A.A. Baryshev¹, A.S. Golyшева¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article discusses examples of applications that could be used to automate document management in medical organizations. It is proposed to develop its own information system for modeling document flow.

Keywords: document management, information system, modeling, medical organization, personnel.

Прикладное решение «1С:Медицина. Поликлиника» предназначено для автоматизации основных процессов медицинских организаций различных организационно-правовых форм, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторно-поликлинических условиях [3, 4]

Среди недостатков программы можно выделить:

- Высокую стоимость внедрения и дальнейшего обслуживания программы.
- Платное руководство пользователя и дополнений к нему.

ArchiMed+ - мобильное приложение для врача, которое синхронизируется с БД медицинского учреждения и позволяет врачу решать рабочие вопросы с помощью смартфона [5].

Бумажная рутинная работа, с которой ежедневно сталкивается персонал медицинских учреждений мешает качественно выполнять ему свою главную функцию. Нередки ситуации, когда данные пациента в лечебном учреждении теряются. Бумажные источники информации не надежны: часто теряются, портятся, даже самими работниками регистратуры, не говоря о том, чтобы отдать их пациенту на руки. Кроме того, бумажные источники пишутся от руки, чернила со временем выцветают, а почерк врача зачастую непонятен.[1]

Рассмотрим подробнее процессы, составляющие прием пациента врачом (рис. 1).



Рисунок 1 - Контекстная диаграмма IDEF0. Прием врача

После автоматизации деятельности врачей и медсестер государственного бюджетного медицинского учреждения их процесс работы измениться в соответствии с диаграммой, показанной на рис. 2.

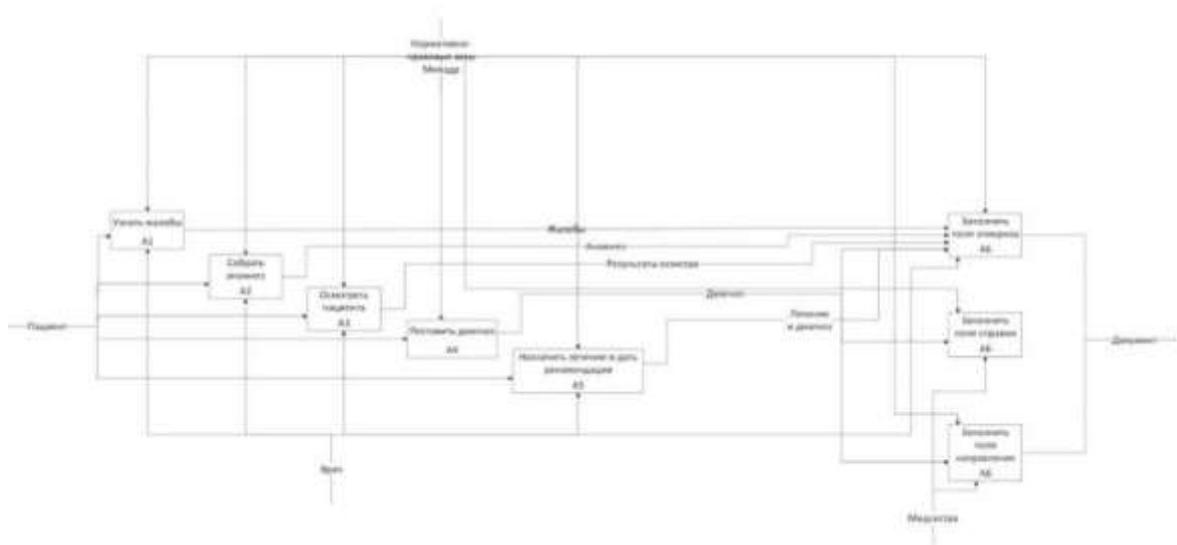


Рисунок 2 - Декомпозиция процесса «Прием врача»

Данные о жалобах, анамнезе, осмотре пациента, диагнозе, назначенном лечении и рекомендациях будут содержаться в эпикризе, который будет храниться в БД. Врач заполнит только соответствующие поля приложения.[2]

Медсестра со своей стороны заполнит поля справки на соответствующих полях приложения или поможет врачу в заполнении полей эпикризов. Причем эпикриз, заполненный врачом, будет заменять медицинскую карту либо в последующем вклеен в неё. Данные о выданных справках медсестрой будут храниться в БД. На рис. 3 представлена ER-диаграмма или модель «сущность-связь», особенностью которой является описание предметной области без привязки к конкретной СУБД [3].

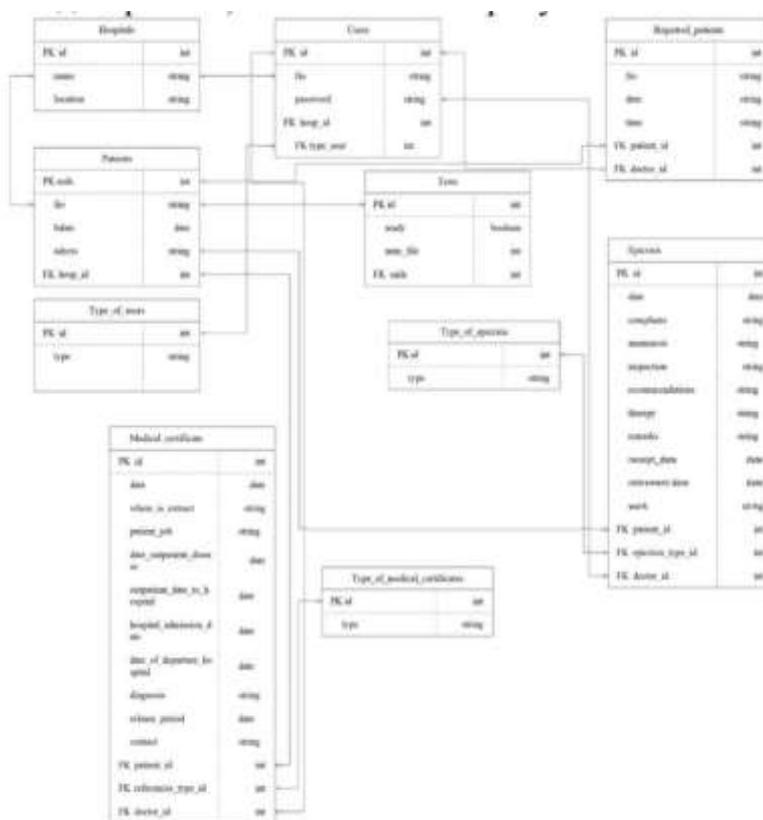


Рисунок 3 – ER-диаграмма предметной области

ER-диаграмма позволяет определить различные сущности и их атрибуты. Это помогает определить, какие данные будут храниться в базе данных и какие свойства они будут иметь.

Выводы

Информационные системы автоматизации процесса документооборота играют важную роль в медицинских организациях, улучшая эффективность и качество работы. Информационные системы автоматизации процесса документо-

оборота играют важную роль в медицинских организациях, улучшая эффективность и качество работы. Автоматизация процесса документооборота позволяет значительно сократить время на выполнение рутинных задач, уменьшить вероятность ошибок и улучшить взаимодействие между сотрудниками. Информационная система должна быть гибкой, легко настраиваемой и обеспечивать безопасность информации, в частности, персональных данных пациентов.

Список литературы

1. Насыров, Р.В. Системный анализ проблем научно-технического направления «Медицинские системы автоматизированного проектирования» / Р.В. Насыров, О.С. Тиунов, И.С. Тиунов // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 4. – С. 38-52.

2. Новикова, Т. П. Управление данными: лабораторный практикум / Т. П. Новикова. – Воронеж, 2022. – 106 с.

3. Куницын, В. И. Сравнение нотаций IDEF0 и ARIS EEPС / В. И. Куницын, С. А. Евдокимова, Т. П. Новикова // Современные цифровые технологии: Матер. II Всерос. науч.-практ. конференции, Барнаул, 01 июня 2023 года / под общ. ред. А.А. Беушева, А.С. Авдеева, Е.Г. Боровцова, А.Г. Зрюмовой. – Барнаул, 2023. – С. 197-200.

4. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Nasyrov, R.V. System analysis of problems in the scientific and technical direction “Medical computer-aided design systems” / R.V. Nasyrov, O.S. Tiunov, I.S. Tiunov // Modeling of systems and processes. – 2020. – Т. 13, No. 4. – P. 38-52.

2. Novikova, T. P. Data management: laboratory workshop /T. P. Novikova. – Voronezh, 2022. – 106 p.

3. Kunitsyn, V. I. Comparison of IDEF0 and ARIS EEPС notations / V. I. Kunitsyn, S. A. Evdokimova, T. P. Novikova // Modern digital technologies: Mater. II All-Russian Scientific and Practical. conference, Barnaul, June 01, 2023 / general. ed. A.A. Beusheva, A.S. Avdeeva, E.G. Borovtsova, A.G. Zryumova. – Barnaul, 2023. – P. 197-200.

4. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ПРИМЕНЕНИЕ ДРОНОВ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ

С.А. Врагов¹, В.Р. Беляев¹, В.С. Врагов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматривается применение методов дистанционного зондирования с помощью дронов для осуществления наблюдения за лесными массивами. Приводится описание использования дронов для осуществления мониторинга лесов, рассматриваются методы дистанционного зондирования, которые можно применить для мониторинга лесных массивов.

Ключевые слова: лесная промышленность, лесные массивы, дроны, дистанционное зондирование, защита леса, БЛА.

USING DRONES AND REMOTE SENSING TO MONITOR FORESTS

S.A. Vragov¹, V.R. Belyyaev¹, V.S. Vragov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses the use of drones and remote sensing methods for monitoring forests. A description and examples of the work of drones for forest monitoring are provided, and remote sensing methods that can be used to monitor forests are also considered.

Keywords: forest industry, woodlands, drones, remote sensing, forest protection, UAVs.

В связи с быстрым развитием информационных технологий мониторинг и сбор данных для обследования лесных массивов ведется методами дистанционного зондирования, что появилось с внедрением спутников. Беспилотные технологии получили значительное распространение для проведения разных видов мониторинга лесной растительности, так как они дают возможность обследовать достаточно обширные территории наиболее эффективно [1], дают возможность со-

кращения расходов на проведение подобных обследований и обеспечивают безопасность сотрудников, проводящих мониторинг лесного полога, помогают оценивать изменения в землепользовании в больших масштабах и воздействие различных экологических факторов.

Использование дронов с мультиспектральной камерой для облета территорий лесных массивов позволяет увеличить охват и точность сбора данных. Наземные способы сбора информации могут применяться для подтверждения данных аэрофотосъемки, в случае использования наземного (пешего) осмотра это может занимать критично больше времени, что можно увидеть в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение затрат времени при мониторинге лесного фонда.

	Наземный обход	Съемка при помощи дрона
Время	Весь день	1 час
Площадь, Га	32	32

Лесная местность как правило представляет собой сложные рельефы, -крутые склоны, долины и зачастую гористые участки территорий. В то время как лишь небольшая часть леса доступна для транспорта и пеших обходов территорий, беспилотники же способны проникнуть почти в любую его точку. Хотя это может показаться несущественным, на самом деле это крайне важно для сбора данных, необходимых для прогнозирования. Чем больше территории леса будет пройдено и изучено с помощью беспилотных аппаратов, тем больше информации будет собрано и используется для прогнозирования.

Спутники — это общепринятый способ оценивания значительных объемов территорий, при этом качество снимков очень часто бывает низкого разрешения, что является ограничением при таком способе съемки. Наблюдение с помощью дронов позволяет получить снимки с разрешением сантиметровой точности и дает более обширное описание интересующих областей. [2]

Данная методика дает возможность наблюдать и анализировать даже отдельные деревья, а не только ограничиваться анализом участков земли. Помимо этого, так как у дронов имеется возможность регулирования высоты полета - это дает возможность настроить пространственное разрешение снимков в соответствии с необходимостью для каждого участка лесного массива.

Как правило данные полученные со спутника, и дрона друг друга дополняют. Спутник дает возможность обеспечить обзор на уровне всего участка ландшафта, что в последствии используется для того, чтобы понять, где необходимо более подробное картографирование с привлечением беспилотных аппаратов.



Рисунок 1 - Снимок леса со спутника

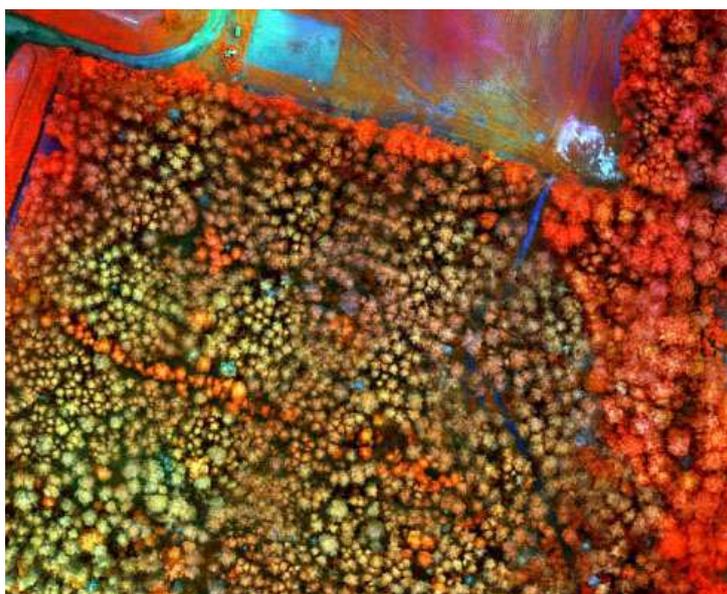


Рисунок 2 - Снимок леса мультиспектральной камерой

Наиболее важным свойством картографирования с применением дрона является высокая точность съемки по сравнению с другими способами. [4] С помощью использования мультиспектральных данных появляется возможность анализировать состояние всего лесного участка, который исследуется. С помощью дронов можно получать информацию о состоянии полога леса, которую не видна с земли.

Ниже приведем примеры применения мультиспектральных камер для изучения лесных массивов.

1. Контроль состояния здоровья леса.

Съемка с использованием беспилотников позволяет собрать подробную информацию об уровне заболевания лесного массива, применяя эти данные лесники принимают решения, на каких участках леса провести вырубку больных деревьев. [3]

Специалисты лесной охраны загружают на платформу для обработки и анализа данных результаты съемки со спутника и дрона, а также информацию, полученную в ходе наземного изучения состояния леса. Далее происходит автоматический анализ определения состояния коры деревьев (рис.3), после чего при помощи настраиваемой аналитики добавляется информация о здоровье деревьев.

Используя полученную карту с дрона команда лесной охраны выделяет участки с поврежденными и мертвыми деревьями, которые необходимо удалить (рис. 4).



Рисунок 3 - Снимок спутника показывающий уровень заражения участка леса короедами

Путем использования техник удаленного наблюдения удалось значительно сократить масштабы вырубki леса, необходимой для предотвращения дальнейшего распространения короеда. Вместо полной уничтожения насаждений, как требовалось при применении традиционных методов, удалось сохранить до 35% лесной площади, благодаря чему удалось сохранить большую часть этого ценного экосистемного ресурса.

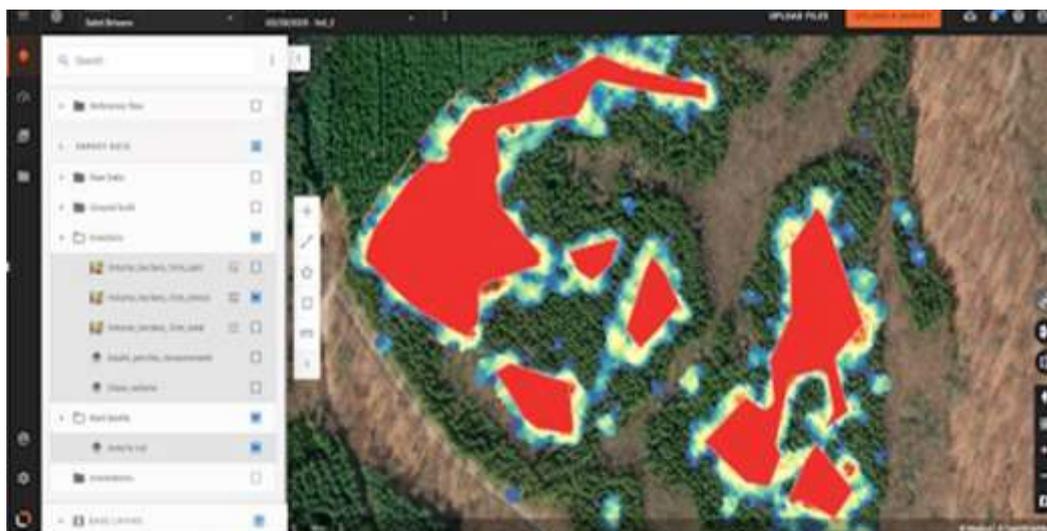


Рисунок 4 - Снимок того же участка леса с помощью мультиспектральной камеры

2. Подсчет густоты стояния растений

Методы учета деревьев, используемые при съемке с дрона, могут не только идентифицировать, но и изолировать отдельные стволы деревьев, при проведении подсчета насаждений.

Мультиспектральная съемка применяется при подсчете лесных территорий в таких областях, где могут возникнуть сложности с подсчетом деревьев при помощи стандартной камеры RGB.[5]



Рисунок 5 - Снимок леса в RGB формате был получен с помощью камеры

3. Классификация видов растений

Для большого количества областей использования, к примеру, оценки природоохранного статуса, управления лесной охраняемой территорией, а также для мониторинга и восстановления лесного покрова, имеет большое значение инвентаризация лесного покрова.

Используемые методы классификации с показателем точности около 95% дают возможность прогнозировать наиболее точную инвентаризацию леса.

Мультиспектральный анализ лесного покрова с применением дронов — это самый выгодный и эффективный вариант для применения на те случаи, когда гиперспектральный анализ невозможен, а один только спутник не дает нужного временного или пространственного разрешения.[5]

4. Наблюдение за восстановлением лесного массива после пожаров.

В связи с увеличением обширных лесных пожаров во многих регионах и странах требуется прилагать значительное количество усилий при повторной посадке леса. Процессы восстановления лесов включают в себя огромное количество компонентов, включая лечение или вырубку поврежденных деревьев, стабилизацию почвы, контроль стока воды, вегетацию живого покрова и пр.

Использование дронов в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве позволяет эффективно контролировать и восстанавливать растительность. С помощью дронов можно наблюдать за состоянием растений, осуществлять повторную посадку молодых деревьев и контролировать процесс восстановления лесов и зеленых зон. Также дроны позволяют определить места, где требуется удаление деревьев и кустарников для создания эффективного противопожарного барьера. Особенно полезным оказывается использование дронов с мультиспектральными камерами, которые позволяют получить подробную информацию о состоянии и здоровье растительности на больших территориях за короткое время. Съёмка с помощью таких камер помогает выявить заболевания растений, наличие вредителей, повреждения деревьев и состав грунта. Эти данные имеют важное значение для эффективного управления лесным хозяйством и помогают выявить проблемы и разработать меры по их устранению.

Список литературы

1. Алешко, Р. А. Экономическое обоснование применения беспилотных летательных аппаратов в лесном хозяйстве / Р. А. Алешко, А. П. Богданов, К. В. Шошина. // Исследования молодых ученых : материалы XLIV Международ. науч. конф. (г. Казань, июль 2022 г.). – Казань : Молодой ученый, 2022. – С. 1-5.

– URL: <https://moluch.ru/conf/stud/archive/459/17407/> (дата обращения: 27.03.2024).

2. Алтынцев, М. А., Евстратова, Л. Г., Алтынцева, М. А. Дешифрирование лесных массивов по космическим снимкам высокого пространственного разрешения статистическим непараметрическим способом / М. А. Алтынцев, Л. Г. Евстратова, М. А. Алтынцева // Материалы 17-й Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, ИКИ РАН, 2019. – С. 13.

3. Звягинцев В. Б. Агродроны в защите леса от вредителей и болезней // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: материалы XI Междунар. конф., Петрозаводск, 10–14 окт. 2022 г. / Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук», Институт леса КарНЦ РАН, Институт лесоведения РАН, Научный совет РАН по лесу; под ред. О. О. Предтеченской, В. Г. Стороженко. М.; Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2022. С. 22–23.

4. Интегрированная система точного земледелия с использованием беспилотных летательных аппаратов / С. А. Чижик [и др.] // Наука и инновации. 2020. № 10 (212). С. 63–64.

5. Мультиспектральная съемка с дронов для лесного хозяйства // . URL: <https://aeromotus.ru/multispectral-shooting-from-drones-for-forestry/> (дата обращения: 27.03.2024).

6. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Aleshko, R. A. Economic justification of the use of unmanned aerial vehicles in forestry / R. A. Aleshko, A. P. Bogdanov, K. V. Shoshina // Research of young scientists : proceedings of the XLIV International Scientific Conference (Kazan, July 2022). – Kazan : Young Scientist, 2022. – pp. 1-5. – URL: <https://moluch.ru/conf/stud/archive/459/17407/> / (date of access: 03/27/2024).

2. Altyntsev, M. A., Evstratova, L. G., Altyntseva, M. A. Decoding of forests from satellite images of high spatial resolution in a statistical nonparametric way / M. A. Altyntsev, L. G. Evstratova, M. A. Altyntseva // Materials of the 17th All-Russian

Open Conference "Modern problems of remote sensing of the Earth from space", Moscow, ICI RAS, 2019. – p. 13.

3. Zvyagintsev V. B. Agrodrons in protecting forests from pests and diseases // Problems of forest phytopathology and mycology: materials of the XI International Conference, Petrozavodsk, October 10-14, 2022 / Federal Research Center "Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Institute of Forests KarSC RAS, Institute of Forestry Sciences of the Russian Academy of Sciences, Scientific Council of the Russian Academy of Sciences on Forest; edited by O. O. Predtechenskaya, V. G. Storozhenko. M.; Petrozavodsk: KarSC RAS, 2022. pp. 22-23.

4. Integrated precision farming system using unmanned aerial vehicles / S. A. Chizhik [et al.] // Science and Innovation. 2020. No. 10 (212). pp. 63-64.

5. Multispectral drone photography for forestry // . URL: <https://aeromotus.ru/multispectral-shooting-from-drones-for-forestry/> (date of access: 03/27/2024).

6. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ДОКУМЕНТООБОРОТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

А.С. Гольшева¹, А.А. Барышев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматриваются примеры приложений, которые могли бы помочь для автоматизации документооборота в образовательном процессе. Предложено разработка собственной информационной системы моделирования документооборота.

Ключевые слова: документооборот, информационная система, моделирование, образовательный процесс, образование.

INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATION OF DOCUMENT FLOW IN THE EDUCATIONAL PROCESS

A.S. Golysheva¹, A.A. Baryshev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article discusses examples of applications that could help automate document flow in the educational process. It is proposed to develop our own document flow modeling system.

Keywords: document flow, information system, modeling, educational process, education.

Информационные системы и технологии проникли во все сферы жизни и деятельности современного человека. В быту, например, при походе в магазин нас с продуктовой корзиной встречают кассы самообслуживания, работающие без участия кассира. Также, например, при походе в театр билеты и бронируются, и проверяются с помощью специализированных приложений. Парковки оплачиваются с помощью мобильного телефона. На предприятиях рутинный труд сотрудников также автоматизирован: разработано огромное количество решений 1С:Предприятие для почти любой сферы деятельности:

– 1С: Садовод,

- 1С:Агропромышленный комплекс,
- 1С:Общепит,
- 1С:Предприятие 8. Отель,
- 1С:Бухгалтерия некоммерческой организации,
- 1С:Комбинат планового питания,
- 1С:Аренда и управление недвижимостью,
- 1С:Бухгалтерия строительной организации.

Однако, есть сферы, куда информационные системы попали не так давно, но активнейшим образом развиваются. Примером такой сферы является образование. Пандемия явилась активнейшим катализатором внедрения и развития информационных технологий в образовании. 1С также разработала несколько интересных, но дорогостоящих решений для этой сферы:

- 1С: Электронное обучение. Экзаменатор,

Плюсы:

1. Удобство использования: приложение 1С: Электронное обучение. Экзаменатор имеет интуитивно понятный интерфейс, что делает его удобным в использовании даже для непрофессионалов.

2. Автоматизация процесса: приложение позволяет автоматизировать процесс проведения экзаменов, что существенно упрощает работу преподавателей и экзаменаторов.

Минусы:

1. Сложность настройки: для использования приложения требуется некоторое время для настройки и освоения функционала, что может быть затруднительно для малоопытных пользователей.

2. Возможные технические проблемы: при использовании онлайн-режима могут возникать проблемы с интернет-соединением или совместимостью приложения с операционной системой компьютера.

- 1С: Автоматизация приемной компании ВУЗа.

Плюсы:

1. Удобство и эффективность ведения учета заявлений и документов абитуриентов.

2. Возможность быстрого доступа к информации о поступлении студентов.

3. Автоматизация процессов приема и обработки документов, что уменьшает вероятность ошибок.

4. Улучшение работы с базами данных абитуриентов и студентов.

5. Возможность генерации отчетов и статистики по приему абитуриентов.

Минусы:

1. Сложность внедрения и настройки приложения, требующая обучения персонала.
2. Высокая стоимость лицензии и обновлений.
3. Возможны технические сбои и недоступность приложения.
4. Ограниченные возможности интеграции с другими системами университета.
5. Необходимость постоянного обновления и поддержки программы со стороны разработчика.

Во время пандемии огромное количество бумажных источников информации было приведено к электронному виду. Все образовательные курсы были перенесены в различные LMS. Основной образовательный процесс автоматизирован, но существует множество других образовательных активностей, которые являются рутинными, периодическими и связаны с бумажной работой. Ручная бумажная работа приводит к ошибкам, неточностям и занимает много времени, поэтому их необходимо автоматизировать, благо сейчас имеются простые и доступные библиотеки, позволяющие работать с документами как с шаблонами, вставляя в исходных вариант динамические данные [1].

Рассмотрим подробнее процесс создания пакета документов программ дополнительного образования её руководителем с помощью диаграммы IDEF0. Контекстная диаграмма приведена на рис. 1.



Рисунок 1 - Процесс «Создать пакет документов программы дополнительного образования». Контекстная диаграмма

Рассмотрим декомпозицию этого процесса (рис. 2). Руководителю программы дополнительного образования останется лишь выбрать нужный файл с

исходными данными, указать какие именно документы должны быть сгенерированы и по какой образовательной программе, а также если требуется внести некоторые дополнительные данные [3].

На диаграмме декомпозиции описаны фрагменты контекстной диаграммы «Создать пакет документов программы дополнительного образования» (рис. 2).

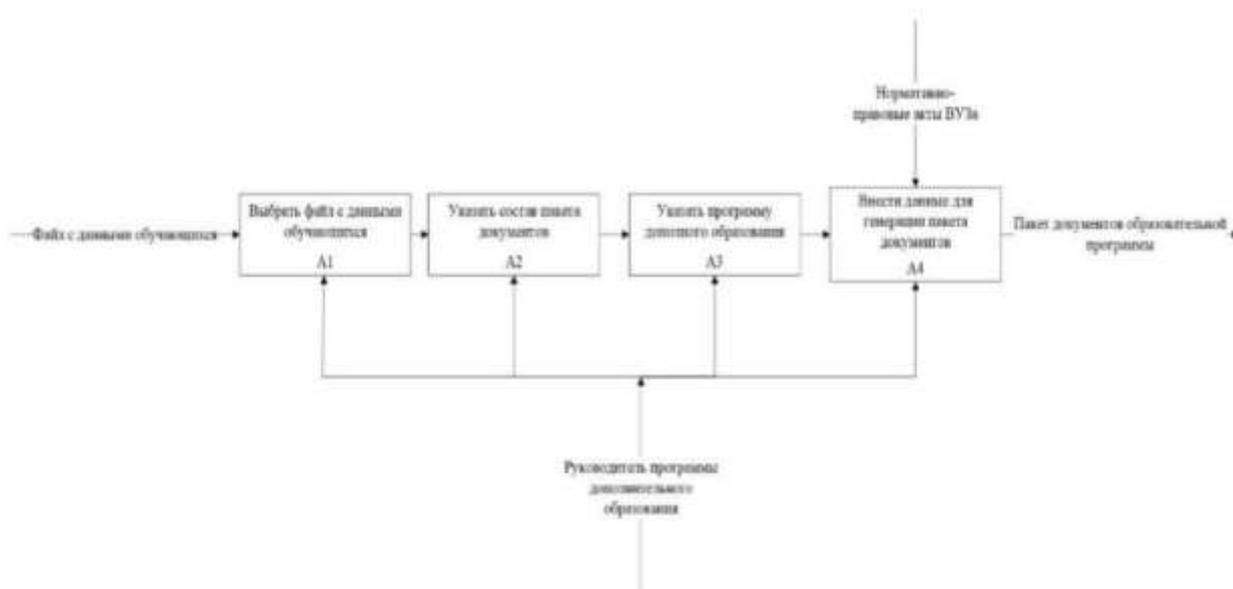


Рисунок 2 - Декомпозиция процесса «Создать пакет документов программы дополнительного образования»

На рисунке 3 представлена ER-диаграмма или модель «сущность-связь», особенностью которой является описание предметной области без привязки к конкретной СУБД [2].

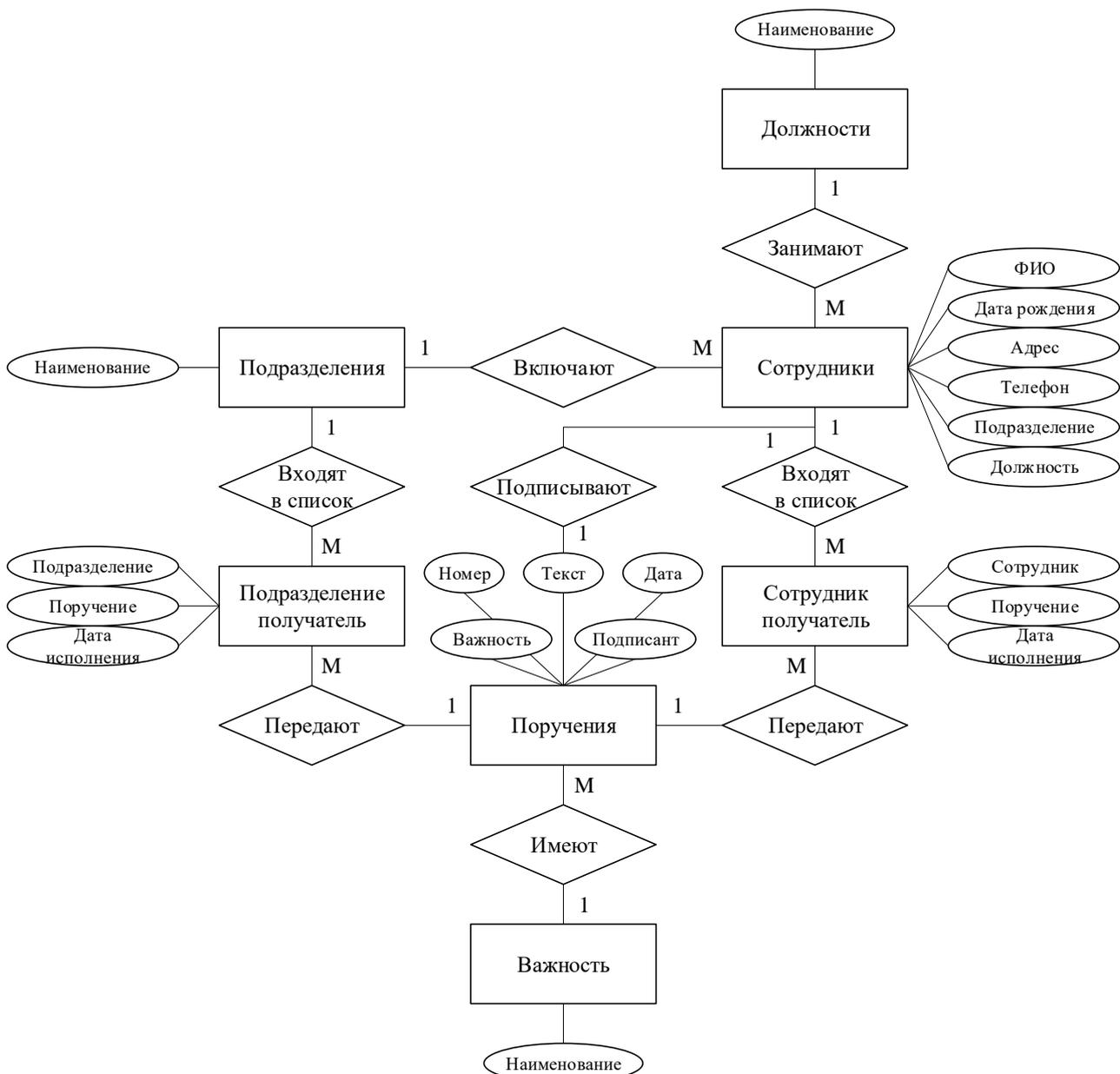


Рисунок 3 – ER-диаграмма предметной области

ER-диаграмма позволяет определить различные сущности и их атрибуты. Это помогает определить, какие данные будут храниться в базе данных и какие свойства они будут иметь.

Выводы

Таким образом, информационная система автоматизации документооборота в образовательном процессе представляет собой важный инструмент для улучшения эффективности работы образовательных учреждений. Автоматизация документооборота позволяет повысить качество образовательного процесса, так как исключает возможность ошибок, связанных с утерей или неправильной обработкой документов.

Список литературы

1. Юдина, Н.Ю. Разработка информационной системы ведения документооборота приемной комиссии ВГЛТУ / Н.Ю. Юдина, В.С. Тараканов // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 74-81.
2. Новикова, Т. П. Управление данными: лабораторный практикум / Т. П. Новикова. – Воронеж, 2022. – 106 с.
3. Куницын, В. И. Сравнение нотаций IDEF0 и ARIS EEPС / В. И. Куницын, С. А. Евдокимова, Т. П. Новикова // Современные цифровые технологии: Матер. II Всероссийской науч.-практ. конференции, Барнаул, 01 июня 2023 года / под общ. ред. А.А. Беушева, А.С. Авдеева, Е.Г. Боровцова, А.Г. Зрюмовой. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2023. – С. 197-200.
4. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Yudina, N.Yu. Development of an information system for document management of the VSFLTU admissions committee / N.Yu. Yudina, V.S. Tarakanov // Modeling of systems and processes. – 2018. – Т. 11, No. 1. – P. 74-81.
2. Novikova, T. P. Data management: laboratory workshop /T. P. Novikova. – Voronezh, 2022. – 106 p.
3. Kunitsyn, V. I. Comparison of IDEF0 and ARIS EEPС notations / V. I. Kunitsyn, S. A. Evdokimova, T. P. Novikova // Modern digital technologies: Mater. II All-Russian Scientific and Practical. conference, Barnaul, June 01, 2023 / general. ed. A.A. Beusheva, A.S. Avdeeva, E.G. Borovtsova, A.G. Zryumova. – Barnaul: Altai State Technical University named after. I.I. Polzuvnova, 2023. – pp. 197-200.
4. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Н.В. Данилов¹, В.И. Анциферова¹, Н.В. Бурдюг¹, Р.Г. Дмитриев¹,
Р.В. Емельянов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В современном мире безопасность данных играет большую роль в различных сферах деятельности и является одной из приоритетных задач. В статье проведен анализ методов обеспечения безопасности, каждый из которых рассматривается в контексте своей эффективности. Проводится анализ сильных и слабых сторон различных методов информационной безопасности. Подводятся итоги и предлагаются рекомендации по выбору и применению наиболее эффективных методов обеспечения безопасности информационных систем.

Ключевые слова: безопасность информационных систем, угрозы информационной безопасности, методы обеспечения безопасности, уязвимости информационных систем, эффективность методов безопасности, рекомендации по безопасности.

ANALYSIS OF METHODS FOR ENSURING INFORMATION SYSTEMS SECURITY

N.V. Danilov¹, V.I. Antsiferova¹, N.V. Burdyug¹, R.G. Dmitriev¹, R.V. Emelyanov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In the modern world, data security plays a big role in various fields of activity and is one of the priorities. The article analyzes security methods, each of which is considered in the context of its effectiveness. An analysis of the strengths and weaknesses of various information security methods is carried out. The results are summarized and recommendations are offered for the selection and application of the most effective methods for ensuring the security of information systems.

Keywords: security of information systems, threats to information security, security methods, vulnerabilities of information systems, effectiveness of security methods, security recommendations.

Введение

В современном мире обеспечение безопасности информационных систем является неотъемлемой частью успешной деятельности как организаций так и отдельных пользователей. Информационные системы хранят, обрабатывают и передают огромные объемы данных, включая конфиденциальную информацию, финансовые данные, личные сведения и т.д. Нарушение безопасности информационных систем может привести к серьезным последствиям, таким как утечка данных, финансовые потери.

Целью данного исследования является анализ методов обеспечения безопасности информационных систем, их эффективности, сильных и слабых сторон, а также предложение рекомендаций по выбору и применению наиболее оптимальных методов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- провести обзор основных методов обеспечения безопасности информационных систем;
- провести анализ эффективности различных методов обеспечения безопасности;
- предложить рекомендации по выбору и применению методов обеспечения информационной безопасности.

Информационная безопасность - состояние защищенности информационных ресурсов (информационной среды) от внутренних и внешних угроз, способных нанести ущерб интересам личности, общества, государства (национальным интересам).

Безопасность информации - защищенность информации от нежелательного (для соответствующих субъектов информационных отношений) ее разглашения (нарушения конфиденциальности), искажения (нарушения целостности), утраты или снижения степени доступности информации, а также незаконного ее тиражирования.

Основная задача информационной безопасности - сбалансированная защита конфиденциальности, целостности и доступности данных, с учетом целесообразности применения и без какого-либо ущерба производительности организации.

Угрозы информационной безопасности могут происходить как извне, так и изнутри информационной системы. Они включают в себя различные виды атак, мошенничество, вирусы, вредоносные программы, хакерские атаки, утечки данных, а также естественные и технологические катастрофы.

Уязвимости информационных систем могут быть вызваны недостаточной защитой программного обеспечения, отсутствием обновлений, слабыми паролями, недостаточной осведомленностью сотрудников и другими факторами.

Понимание угроз и уязвимостей информационных систем является ключевым шагом к их эффективной защите.

Анализ методов обеспечения информационной безопасности и их эффективности

Обеспечение безопасности информационных систем включает в себя различные методы, которые можно разделить на технические и организационные. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, рассмотрим основные из них.

Шифрование данных служит основополагающим методом защиты информации путем преобразования открытого текста в зашифрованный, что делает его неразборчивым для неавторизованных лиц. Используя такие алгоритмы, как AES (Advanced Encryption Standard) или RSA (Rivest-Shamir-Adleman), шифрование обеспечивает конфиденциальность и секретность. Однако эффективность шифрования зависит от методов управления ключами и силы используемых криптографических алгоритмов.

Механизмы аутентификации, включая пароли, биометрические данные и многофакторную аутентификацию, проверяют личность пользователей, получающих доступ к системе или сети. В сочетании с надежными протоколами авторизации, которые определяют уровень предоставляемого доступа на основе учетных данных пользователя, эти методы образуют важнейший защитный слой против несанкционированного доступа. Тем не менее, такие уязвимости, как слабые пароли и тактика социальной инженерии, снижают их эффективность.

Брандмауэры выступают в качестве барьеров между внутренними сетями и внешними угрозами, регулируя входящий и исходящий трафик на основе заранее определенных правил безопасности. Будь то аппаратные или программные решения, брандмауэры играют ключевую роль в предотвращении несанкционированного доступа и пресечении вредоносных действий, таких как атаки типа "отказ в обслуживании" (DoS). Однако их эффективность зависит от постоянных обновлений, настройки и мониторинга для адаптации к меняющимся угрозам.

Антивирусное программное обеспечение обнаруживает, предотвращает и удаляет вредоносные программы, известные как вредоносное ПО, с вычислительных устройств. Используя сигнатурное обнаружение, эвристический анализ и мониторинг поведения, эти программы стремятся выявлять и нейтрализовать

угрозы в режиме реального времени. Несмотря на повсеместное распространение, эффективность антивирусных решений варьируется в зависимости от их способности обнаруживать новые штаммы вредоносного ПО и "уязвимость нулевого дня" (Zero-Day Exploit).

Политики информационной безопасности определяют руководящие принципы, процедуры и лучшие практики, регулирующие обработку и защиту конфиденциальных данных в организации. Разграничивая роли, обязанности и требования к соответствию, эти политики создают основу для развития культуры, ориентированной на безопасность. Однако их эффективность зависит от четкой коммуникации, механизмов обеспечения соблюдения и периодического пересмотра с учетом возникающих угроз и изменений в законодательстве.

В соответствии с законодательством Российской Федерации организации обязаны придерживаться определенных правовых норм, направленных на защиту личной и конфиденциальной информации. К таким нормативным актам относятся Федеральный закон "О персональных данных" (№ 152-ФЗ) и различные отраслевые нормы и стандарты, которые обязывают организации применять специальные меры безопасности для защиты личной и конфиденциальной информации. Соответствие этим нормам предполагает использование шифрования, контроля доступа, политики хранения данных и процедур реагирования на инциденты для снижения рисков и обеспечения подотчетности. Тем не менее возникают проблемы, связанные с приведением организационной практики в соответствие с нормативными требованиями и обеспечением операционной эффективности.

Аудиты безопасности подразумевают систематическую оценку состояния информационной безопасности организации, включающую технические средства контроля, политики и процедуры. Проводимые собственными силами или сторонними аудиторам, они выявляют уязвимости, оценивают риски и подтверждают эффективность мер безопасности. Однако успех аудита безопасности зависит от тщательности, независимости и усилий по устранению выявленных недостатков и повышению устойчивости к киберугрозам.

Заключение

В заключение следует отметить, что сфера информационной безопасности многогранна и включает в себя широкий спектр технических и организационных методов, направленных на защиту конфиденциальных данных. Несмотря на то что каждый из методов обладает определенными преимуществами в снижении рисков безопасности, их эффективность зависит от различных факторов, таких

как внедрение, обслуживание и адаптация к меняющимся угрозам. Организации должны применять комплексный подход, объединяющий как технические инновации, так и надежные организационные методы для укрепления защиты и обеспечения целостности, конфиденциальности и доступности информационных ресурсов.

Список литературы

1. Баранова, Е. К. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие / Е.К. Баранова, А.В. Бабаш. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2022. — 336 с.
2. Гришина, Н. В. Основы информационной безопасности предприятия: учебное пособие / Н.В. Гришина. – Москва: ИНФРА-М, 2021. — 216 с.
3. Овчинников, А. И. Основы национальной безопасности: учеб. пособие / А.И. Овчинников, А.Ю. Мамычев, П.П. Баранов. – 2-е изд. – Москва : РИОР: ИНФРА-М, 2019. — 224 с.
4. Защита информации: учебное пособие / А.П. Жук, Е.П. Жук, О.М. Лепешкин, А.И. Тимошкин. — 3-е изд. — Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2023. – 400 с.
5. Суханов, В.В. Методика логического проектирования информационного обеспечения распределенных информационных систем критического применения / В.В. Суханов, О.В. Ланкин // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 67-73. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-67-73.
6. Суханов, В.В. Аналитическое обеспечение организации данных в распределенных информационных системах критического применения / В.В. Суханов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 60-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-60-67.
7. Модель индивидуально группового назначения доступа к иерархически организованным объектам критических информационных систем с использованием мобильных технологий / Е.А. Рогозин, В.А. Хвостов, В.В. Суханов [и др.]// Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 73-79. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-73-79.
8. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Baranova, E.K. Information security and information protection: textbook / E.K. Baranova, A.V. Babash. – 4th ed., revis. and add. – Moscow: RIOR: INFRA-M, 2022. – 336 p.
2. Grishina, N.V. Fundamentals of enterprise information security: textbook / N.V. Grishina. – Moscow: INFRA-M, 2021. – 216 p.
3. Ovchinnikov, A. I. Fundamentals of national security: textbook. allowance / A.I. Ovchinnikov, A.Yu. Mamychev, P.P. Baranov. – 2nd ed. – Moscow : RIOR : INFRA-M, 2019. — 224 p.
4. Information protection: textbook / A.P. Zhuk, E.P. Zhuk, O.M. Lepeshkin, A.I. Timoshkin. — 3rd ed. — Moscow: RIOR: INFRA-M, 2023. — 400 p.
5. Sukhanov, V.V. Methodology for logical design of information support for distributed information systems of critical application / V.V. Sukhanov, O.V. Lankin // Modeling of systems and processes. – 2021. – T. 14, No. 3. – P. 67-73. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-67-73.
6. Sukhanov, V.V. Analytical support for data organization in distributed information systems of critical application / V.V. Sukhanov // Modeling of systems and processes. – 2021. – T. 14, No. 3. – P. 60-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-60-67.
7. Model of individual group assignment of access to hierarchically organized objects of critical information systems using mobile technologies / E.A. Rogozin, V.A. Khvostov, V.V. Sukhanov [et al.]// Modeling of systems and processes. – 2021. – T. 14, No. 1. – P. 73-79. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-73-79.
8. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

THE DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED LEARNING SYSTEM

Joy MD Tanvir Hasan¹, E.A. Anikeev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The development of the automated learning system "Programming Technologies" is designed to automate the process of teaching students the basics of programming and improve the effectiveness of their memorization of theoretical and practical programming skills. The main goals of creating an automated learning system "Programming Technologies" are to provide students of the Faculty of Computer Science and Technology with an automated learning system to obtain theoretical and practical information; reduction of labor intensity, training time and formation of practical programming skills; collection of statistical information on the time of mastering by students of the discipline "Programming Technologies". To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks: At first to analyze the existing approaches to the formation of an adaptive module of an automated learning system, which is adapted to an individual user of an automated learning system. Second to develop software for the adaptation module of the automated learning system, which is adapted to the individual user of the automated learning system in the discipline "Programming Technologies".

Keywords: automated system, programming technologies, development.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

Джой МД Танвир Хасан¹, Е.А. Анিকেев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Разработка автоматизированной системы обучения "Технологии программирования" предназначена для автоматизации процесса обучения студентов основам программирования и повышения эффективности запоминания ими теоретических и практических навыков программирования. Основными целями создания автоматизированной системы обучения "Технологии программирования" являются обеспечение студентов факультета компьютерных наук и технологий автоматизированной системой обучения для получения теоретиче-

ской и практической информации; сокращение трудоемкости, времени обучения и формирование практических навыков программирования.; сбор статистической информации о времени освоения студентами дисциплины "Технологии программирования". Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: сначала проанализировать существующие подходы к формированию адаптивного модуля автоматизированной системы обучения, который адаптируется к индивидуальному пользователю автоматизированной системы обучения. Во-вторых, разработать программное обеспечение для адапционного модуля автоматизированной системы обучения, которое адаптируется к индивидуальному пользователю автоматизированной системы обучения по дисциплине "Технологии программирования".

Ключевые слова: автоматизированная система, технологии программирования, разработка.

When using the automated learning system "Programming Technologies", it becomes possible to independently study programming languages, taking into account the individual characteristics of the processes of memorization and obtaining practical skills by an individual student. In addition, it is possible to optimize the process of mastering the material on the basis of passing a test submission of the material. In addition, it is possible to maintain a single database for each student. Therefore, the effectiveness of the implementation of the automated learning system "Programming Technology" is expected by optimizing the time for reading and memorizing information, depending on the characteristics of each of the students. System requirements are presentation of lectures, practical and laboratory classes in accordance with the curriculum; automatically carry out the supply of any material, taking into account. Individual characteristics of each student; generating statistics and reports for each student; timely receipt of information about the basics of programming at any time without reference to the schedule of classes. The automated training system "Programming Technologies" should be implemented in the form of subsystems: "Lectures", "Practices", "Laboratory work", "Testing", "Statistics" and "Reference books and reports".

To prepare the IP for commissioning, it is necessary to: appoint an official in the Customer's organization responsible for the acceptance of the system; to install a set of technical means that meet the requirements of the relevant TOR at the workplaces of employees of the Customer's organization who must participate in the operation of the EPA; together with the Contractor, perform the installation of the software in accordance with the Developer's Manual; to enter the data of the reference information and configure the system in accordance with the Developer's Guide; together with the Contractor, draw up the document "The program for verifying the effectiveness of the EPA"; conduct tests in accordance with the document "The Program for verifying the

effectiveness of the EPA"; if the test result is satisfactory, sign the act of technical readiness of the system for trial operation. If there are comments, draw up a document "List of suggestions and comments for improving the system"; train potential users to work with the EPA in the scope of the User Manual.

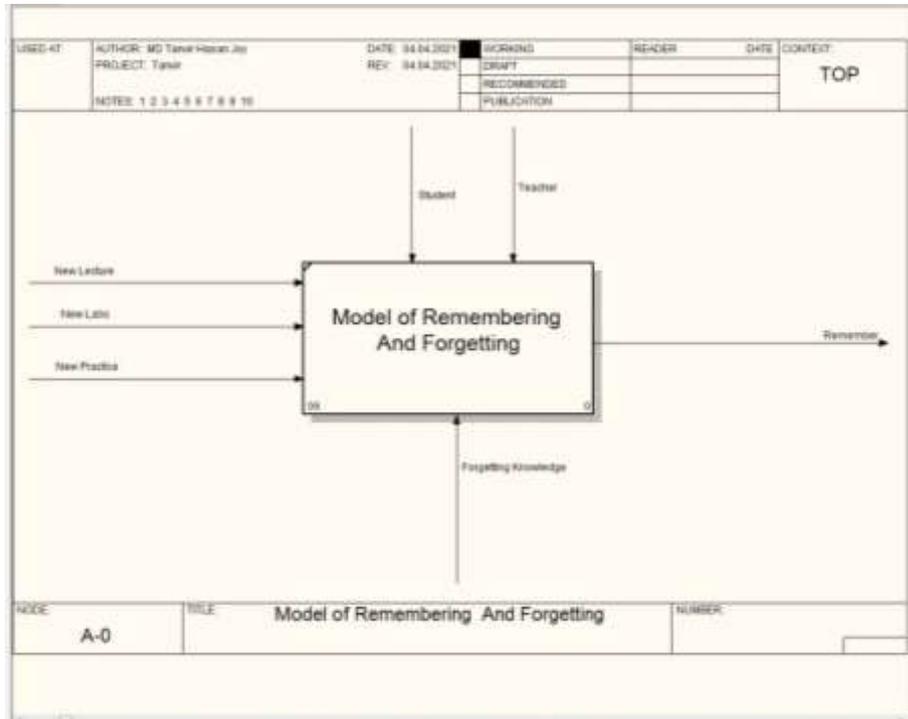


Figure 1 – Context diagram

Table 1 —Arrows of the context diagram

Arrow Name (Имя стрелки)	Arrow Definition (Определение стрелки)
New Lecture	Reading Lecture and doing Actions
New Labs	Creating Labs or code
New Practice	Doing Actions
Forgetting Knowledge	Continuous Time
Student	Present or Absent
Teacher	Present in Physical or Online
Remember	Volume of Knowledge

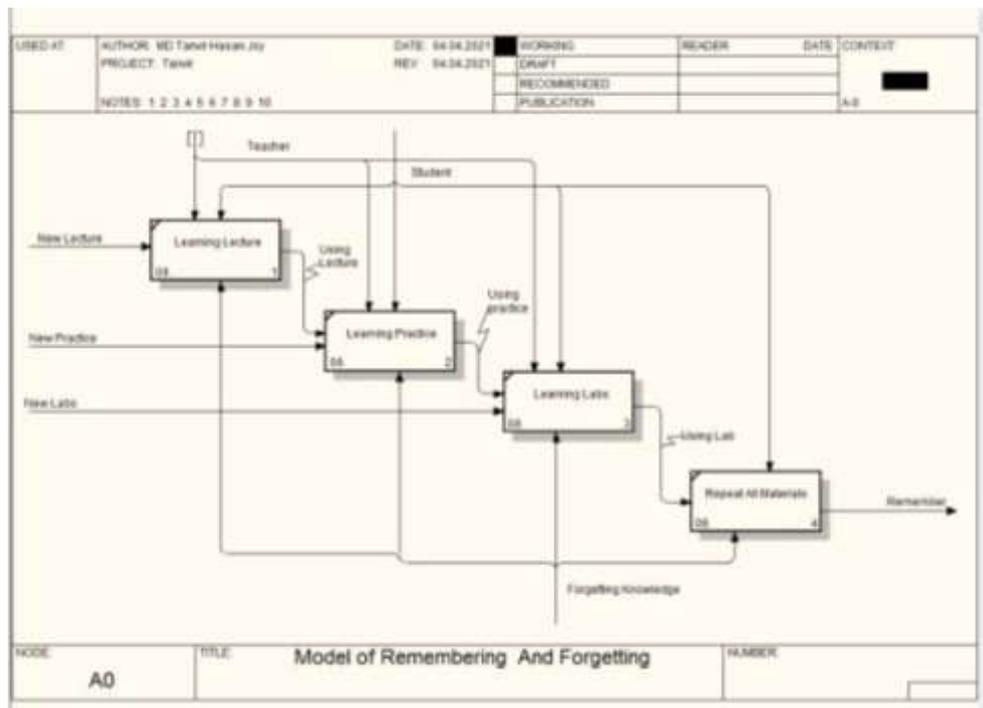


Figure 2 – A0 decomposition diagram

To ensure the functioning of the system, it is necessary to develop operating regulations that provide for the work of users and support services. The functioning of the AOS should be provided by programmers of the Department of VT and IS, as well as teachers of the Department of VT and IS, who are responsible for supporting the operation of the system and monitoring compliance with the requirements set out in this document.

At the end of the trial operation, the maintenance service transmits to the system acceptance commission a list of comments on the operation of the system. The Commission considers the comments and decides on the readiness of the system for operation at the University. If the commission confirms that the system is ready for operation at the university, an act of commissioning and acceptance of the system at the university is signed within seven days. Otherwise, the commission transmits the agreed protocol of comments to the developers. The system is considered to be put into operation at the University after the signing of the act of acceptance of the system by the official responsible for the acceptance of the system. If significant inconsistencies between the characteristics of the system and the requirements of the TOR are identified, the Customer draws up a reasoned list of comments, which is signed by the responsible person of the Customer and transmitted to the developers to finalize the system.

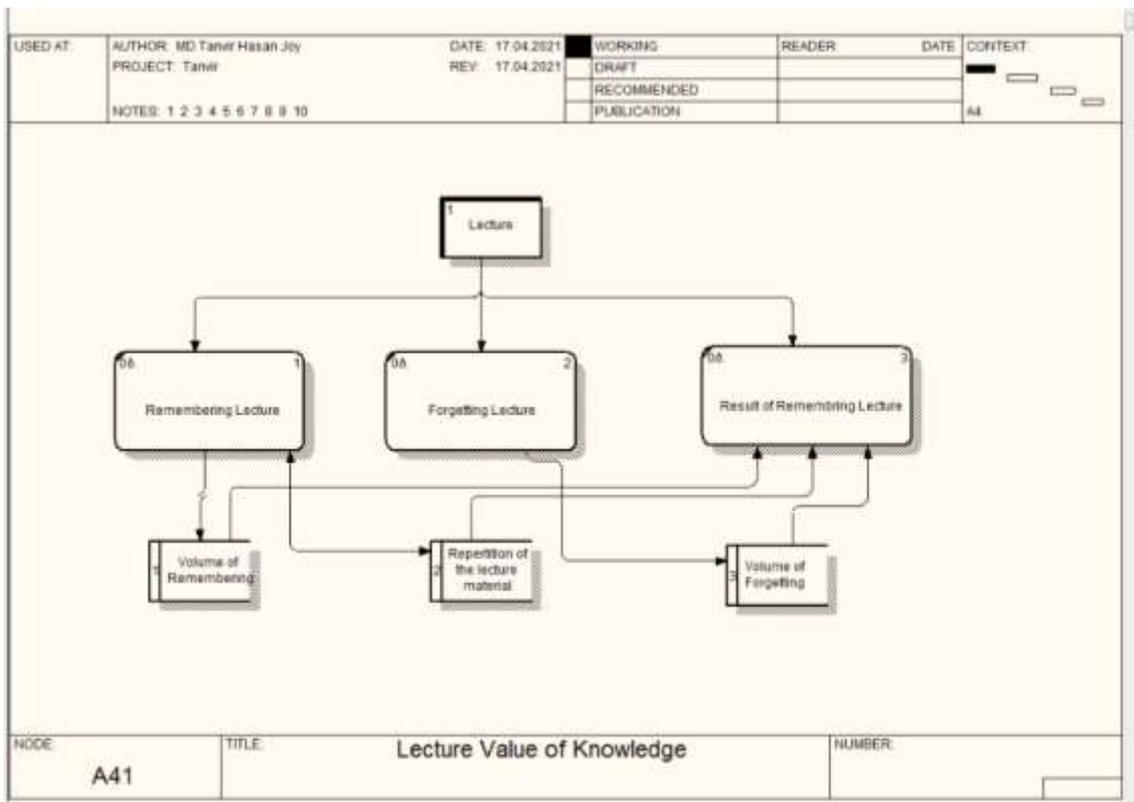


Figure 3 – A4 - decomposition diagram

Conclusion

The use of information systems makes any production more competitive and profitable by increasing its manageability and adaptability. Such automation makes it possible to increase the efficiency of management by providing managers and specialists with the most complete, operational and reliable information based on a single data bank, and reduce the cost of finished products due to optimal management of technological processes. A pre-design survey of the learning process was carried out, a technical task for the creation of an automated training system "Programming Technologies" was developed, a technical project of an automated training system "Programming Technologies" was created.

References

1. Vokh, E. P. Features of the organization of differentiated training in graphic disciplines for future engineers of fire and technosphere safety / E. P. Vokh, N. N. Michurova // Bulletin of Modern Research. – 2018. – № 6.1(21). – Pp. 127-130. – EDN GOVDYA.

2. Gidirim, A.V. Diagnostics of the level of formation of visual perception of younger schoolchildren with mental retardation in the lessons of fine arts / A.V. Gidirim, L. D. Lesova // *Bulletin of Modern Research*. – 2018. – № 6.1(21). – Pp. 131-134. – EDN XURIVN.
3. Abibulaeva, M. R. Experimental study of the development of visual perception of younger schoolchildren with mental retardation in the lessons of fine arts / M. R. Abibulaeva // *Alley of Science*. - 2018. – T. 8. – № 5(21). – Pp. 1107-1110. – EDN OVNENJ.
4. Shilova, E. A. Studying the vocabulary of students with intellectual disabilities (mental retardation) in the lessons of fine arts / E. A. Shilova // *Pedagogical image*. – 2019. – Vol. 13. – № 3(44). – Pp. 410-420. – DOI 10.32343/2409-5052-2019-13-3-410-420. – EDN COIZLH.
5. Kustov, P. V. Possibilities of using innovative teaching methods in higher education / P. V. Kustov, N. N. Silkin // *Bulletin of modern research*. – 2018. – № 6.1(21). – Pp. 156-158. – EDN UVIROM.
6. Kolchina, V. V. Professional training of managers in the context of a competence-based approach. Materials of scientific research. Part 1 / V. V. Kolchina, M. G. Sergeeva // *Vocational education and society*. – 2020. – № 1(33). – Pp. 20-131. – EDN YPLPHU.
7. Shikhov, Yu. A. On paradigms of professional pedagogy / Yu. A. Shikhov // *Almanac of modern science and education*. - 2007. – No. 5. – pp. 256-29. – EDN PEKIKH.
8. Raimbekova, G. S. The case - study method as a modern technology / G. S. Raimbekova, A. A. Sadykova // *Scientific and practical research*. – 2020. – № 3-1(26). – Pp. 25-28. – EDN IDEZWH.
9. Kanibolotskaya, O. A. The case-study method as a modern interactive technology for teaching foreign languages to students of higher education / O. A. Kanibolotskaya, L. V. Kalashnik // *International Scientific and Practical Conference World science*. – 2016. – Vol. 4. – № 6(10). – Pp. 14-16. – EDN WBDJZJ.
10. Sadykova, A. A. The case - study method as a modern technology / A. A. Sadykova, N. R. Mirzadinova, G. B. Nurkhanova // *Bulletin of Modern Research*. – 2018. – № 6.1(21). – Pp. 169-171. – EDN XURIZF.
11. Sul'tonov, S. T. The case-study method as a modern technology of professionally oriented student education / S. T. Sul'tonov // *Problems of modern science and education*. – 2020. – № 1(146). – Pp. 59-61. – EDN ACYJQA.

12. The use of case technologies in teaching clinical disciplines / V. K. Pavlov, A.V. Feitelson, S. N. Tikhonenkov, D. S. R. Rajkumar // Integrative trends in medicine and education. – 2017. – Vol. 4. – S. 12. – EDN YOPBTP.

13. Rozhnova, E. A. On the use of interactive forms in professionally oriented foreign language teaching at a technical university / E. A. Rozhnova, S. M. Simakova // Bulletin of the Samara State Technical University. Series: Psychological and pedagogical sciences. – 2013. – № 1(19). – Pp. 123-129. – EDN RBNTEP.

14. Chumakova, T. N. Organization of practical classes at the university using the case method / T. N. Chumakova // Bulletin of the Don State Agrarian University. – 2020. – № 3-2(37). – Pp. 77-83. – EDN UHWHET.

Список литературы

1. Vokh, E. P. Features of the organization of differentiated training in graphic disciplines for future engineers of fire and technosphere safety / E. P. Vokh, N. N. Michurova // Bulletin of Modern Research. – 2018. – № 6.1(21). – Pp. 127-130. – EDN GOVDYA.

2. Gidirim, A.V. Diagnostics of the level of formation of visual perception of younger schoolchildren with mental retardation in the lessons of fine arts / A.V. Gidirim, L. D. Lesova // Bulletin of Modern Research. – 2018. – № 6.1(21). – Pp. 131-134. – EDN XURIVN.

3. Abibulaeva, M. R. Experimental study of the development of visual perception of younger schoolchildren with mental retardation in the lessons of fine arts / M. R. Abibulaeva // Alley of Science. - 2018. – Т. 8. – № 5(21). – Pp. 1107-1110. – EDN OVNENJ.

4. Shilova, E. A. Studying the vocabulary of students with intellectual disabilities (mental retardation) in the lessons of fine arts / E. A. Shilova // Pedagogical image. – 2019. – Vol. 13. – № 3(44). – Pp. 410-420. – DOI 10.32343/2409-5052-2019-13-3-410-420. – EDN COIZLH.

5. Kustov, P. V. Possibilities of using innovative teaching methods in higher education / P. V. Kustov, N. N. Silkin // Bulletin of modern research. – 2018. – № 6.1(21). – Pp. 156-158. – EDN UVIROM.

6. Kolchina, V. V. Professional training of managers in the context of a competence-based approach. Materials of scientific research. Part 1 / V. V. Kolchina, M. G. Sergeeva // Vocational education and society. – 2020. – № 1(33). – Pp. 20-131. – EDN YPLPHU.

7. Shikhov, Yu. A. On paradigms of professional pedagogy / Yu. A. Shikhov // Almanac of modern science and education. - 2007. – No. 5. – pp. 256-29. – EDN PE-KIKH.
8. Raimbekova, G. S. The case - study method as a modern technology / G. S. Raimbekova, A. A. Sadykova // Scientific and practical research. – 2020. – № 3-1(26). – Pp. 25-28. – EDN IDEZWH.
9. Kanibolotskaya, O. A. The case-study method as a modern interactive technology for teaching foreign languages to students of higher education / O. A. Kanibolotskaya, L. V. Kalashnik // International Scientific and Practical Conference World science. – 2016. – Vol. 4. – № 6(10). – Pp. 14-16. – EDN WBDJZJ.
10. Sadykova, A. A. The case - study method as a modern technology / A. A. Sadykova, N. R. Mirzadinova, G. B. Nurkhanova // Bulletin of Modern Research. – 2018. – № 6.1(21). – Pp. 169-171. – EDN XURIZF.
11. Sulstonov, S. T. The case-study method as a modern technology of professionally oriented student education / S. T. Sulstonov // Problems of modern science and education. – 2020. – № 1(146). – Pp. 59-61. – EDN ACYJQA.
12. The use of case technologies in teaching clinical disciplines / V. K. Pavlov, A.V. Feitelson, S. N. Tikhonenkov, D. S. R. Rajkumar // Integrative trends in medicine and education. – 2017. – Vol. 4. – S. 12. – EDN YOPBTP.
13. Rozhnova, E. A. On the use of interactive forms in professionally oriented foreign language teaching at a technical university / E. A. Rozhnova, S. M. Simakova // Bulletin of the Samara State Technical University. Series: Psychological and pedagogical sciences. – 2013. – № 1(19). – Pp. 123-129. – EDN RBNTEP.
14. Chumakova, T. N. Organization of practical classes at the university using the case method / T. N. Chumakova // Bulletin of the Don State Agrarian University. – 2020. – № 3-2(37). – Pp. 77-83. – EDN UHWHET.

THE DEVELOPMENT OF A WORD RECOGNITION SYSTEM

Joy MD Tanvir Hasan¹, E.A. Anikeev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The development of a word recognition system with Python is examined in this article, with particular attention paid to the process from dataset preparation to model assessment. Utilizing the powerful libraries provided by Python, such as TensorFlow, PyTorch, and OpenCV, the research tackles the problem of text recognition in various media, such as printed and handwritten texts. The approach places significant emphasis on the utilization of Convolutional Neural Networks (CNNs) [1] to extract visual features, as well as Recurrent Neural Networks (RNNs), specifically Long Short-Term Memory (LSTM) [2] networks, for effectively processing the sequential characteristics inherent in textual data. By employing rigorous preprocessing approaches and utilizing established assessment criteria, this study demonstrates the efficacy of machine learning methods in augmenting word recognition skills. By demonstrating the potential of Python in facilitating the integration of technology and human language, this work provides a significant addition to the academic field. The ramifications of the research have substantial importance for advancing data processing and creating accessible technology.

Keywords: Convolutional Neural Networks, Recurrent Neural Network, Long Short-Term Memory, word recognition, Python

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ СЛОВ

Джой МД Танвир Хасан¹, Е.А. Анিকেев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматривается разработка системы распознавания слов на Python, при этом особое внимание уделяется процессу от подготовки набора данных до оценки модели. Используя мощные библиотеки, предоставляемые Python, такие как TensorFlow, PyTorch и OpenCV, в исследовании рассматривается проблема распознавания текста на различных носителях, таких как печатные и рукописные тексты. В этом подходе значительный

акцент делается на использовании сверточных нейронных сетей (CNN) [1] для извлечения визуальных признаков, а также рекуррентных нейронных сетей (RNN), в частности сетей с длительной кратковременной памятью (LSTM) [2], для эффективной обработки последовательных символов, присущих текстовым данным. Используя строгие подходы к предварительной обработке и установленные критерии оценки, это исследование демонстрирует эффективность методов машинного обучения в совершенствовании навыков распознавания слов. Демонстрируя потенциал Python в области интеграции технологий и человеческого языка, эта работа представляет собой значительное дополнение к научной деятельности. Результаты исследования имеют существенное значение для совершенствования обработки данных и создания доступных технологий.

Ключевые слова: Сверточные нейронные сети, рекуррентная нейронная сеть, Долговременная кратковременная память, распознавание слов, Python.

With advancements in machine learning and artificial intelligence, it is becoming feasible to establish a connection between the content of our papers and the information stored in our files. Word recognition is a crucial component of this bridge that serves a purpose beyond mere book scanning. With this technology, robots can learn and use human words. The difficulties of creating a word recognition system with the Python computer language are looked at in this piece. Python is a widely used programming language renowned for its user-friendly interface and robust libraries, which are recognized for promoting innovative concepts in the fields of data science and machine learning.

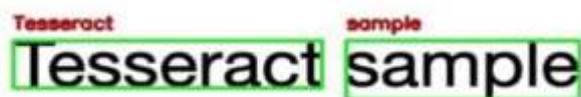


Figure 1 – Example Image for Word Recognition

In the beginning, there was an effort to convert handwritten or typed documents into a form that computers could read and understand. Word recognition started. Data input automation, record security, real-time translation, and text-to-speech systems for the visually impaired all require this position. A multitude of display options, including various types of handwriting, fonts, sizes, positions, and backdrops, contribute to the issue. It becomes more difficult to find the right words when all of these factors combine. Due of its extensive library and tool support, Python makes an excellent protagonist. Notable examples are TensorFlow, PyTorch, Keras, and OpenCV. No matter

your level of expertise, these tools will make short work of these difficulties. How to use Python to create a word recognition system is the subject of this article. Some of the most crucial processes are data preparation, model selection, model training, and system success testing. We are recognizing the enormous impact of word-reading technology by doing this. In addition to improving computers' efficiency and usefulness, improving computers' understanding of human language opens the door to innovative uses of technology that capture people's attention. A word recognition system's improvement goes beyond only its technical features. This occurrence shows that we are getting closer to a future where technology and human connections are more integrated. Every machine learning model is constructed on top of a sample that has been meticulously prepared. In the context of word recognition tasks, files typically consist of images or scanned documents containing textual content, along with corresponding transcriptions. The selection of appropriate information holds significant importance. It is imperative for the model to accurately represent the diverse range of text encountered in real-world scenarios, encompassing variances in handwriting style, typefaces, text arrangement, and the intricacy of the backdrop. The IAM Handwriting Database [4] and the COCO-Text dataset [5] are crucial datasets for these activities. The IAM Handwriting Database is utilized for handwriting recognition, while the COCO-Text dataset is employed for text detection in nature photographs.

Preprocessing prepares raw data for model training and assessment, which is vital to word recognition system development. This phase aims to normalize input data to improve the model's capacity to learn from various text pictures. This article covers each preprocessing stage, emphasizing its value and approach. Normalization is an important step that makes sure all the pictures in a file are the same size and scale. It is very important to do this so that the model can handle the data correctly. At this step, the pictures are changed to the same size so that there aren't any differences in size that could make learning unfair or ineffective. For instance, larger images might have a greater impact on the learning process, or a model might struggle to correctly identify small text. Normalization is the process of changing the pixel values of pictures so that they all have the same size, which is usually from 0 to 1. By making sure that gradients are calculated more consistently during training, normalizing pixel values speeds up the model's convergence [6]. The process of grayscale conversion is employed to decrease the number of color channels from three (RGB) to one, to streamline the input for the model. The decrease in color information is substantial due to the redundancy of color information in text recognition tasks, which prioritize the shape and structure of letters rather than their color. Using grayscale conversion has the benefit of making

computations simpler. This lets the model focus on finding relevant textual attributes, which greatly improves its training effectiveness [7]. Denoising removes background noise from images so models don't have to deal with it. Shadows, paper texture, and scan defects are among the numerous noise-causing elements. Gaussian blurring and median filtering smooth images, making text easier to read. When dealing with datasets of natural pictures with background noise, these procedures are crucial [7]. Thresholding increases text-background contrast. So, the text sticks out more. To convert a gray-scale image to binary, pixels must be identified as black or white using a cutoff value. Otsu's thresholding [8] makes text-background separation easier by employing computer methods to establish the optimal threshold setting. A binary format improves the picture by focusing the model on textual structure rather than color or brightness [7]. Histogram equalization can be used to modify the contrast of photographs. The photos' contrast is improved with the `equalizeHist()` function. The design of the neural network is crucial, necessitating a harmonious equilibrium between intricacy and effectiveness. The initial layers of CNNs are responsible for feature extraction, whereas the filters that are included in these levels are responsible for independently identifying edges, shapes, and textures. The design of these layers, which includes aspects like number, size, and stride, has a significant impact on the degree to which the network is sensitive to textual components [1].

In the realm of sequential data processing, RNNs and their more advanced equivalents, LSTMs, perform exceptionally well. Their capacity to parse lists of text or properties in a certain order is one of their capabilities. Because it helps computers comprehend the sequence of letters and the semantic meaning of words contained inside lines, proficiency in this ability is especially helpful for word recognition [2]. During the implementation phase, the conceptual design is transformed into a functional model using programming techniques. Python modules like Pandas, which is used for data administration, and Matplotlib, which is used for visualization, are crucial for the early investigation of datasets. Both OpenCV and PIL are powerful libraries that may be used for image loading and preprocessing tasks when dealing with picture data. To properly apply pretreatment operations, it is vital to have a complete understanding of the techniques involved in picture transformation. OpenCV and other libraries have comprehensive capabilities for transforming images, which include scaling, filtering, and thresholding, among other possible transformations. NumPy, on the other hand, may be utilized for operations that are effective when applied to image arrays. PyTorch and TensorFlow are the two libraries that are considered to be the most effective mod-

els for neural networks. These frameworks enable the stacking of CNN and RNN layers, which enables the building of complicated model architectures. They do this by providing an intuitive application programming interface (API). The Keras application programming interface (API) of TensorFlow, for example, makes the creation of each layer, activation function, and connections between layers simpler [9]. The process of training a model requires a significant amount of computer power and involves adjusting the weights of the network depending on the disparity between its predictions and the actual outputs. To complete this procedure, you will need to choose an appropriate loss function (for example, categorical cross-entropy for multi-class classification) and an optimizer (for example, Adam or SGD). When it comes to monitoring the training process, many tools, such as TensorFlow's TensorBoard, might prove to be quite useful. These tools allow for the visualization of parameters such as loss and accuracy.

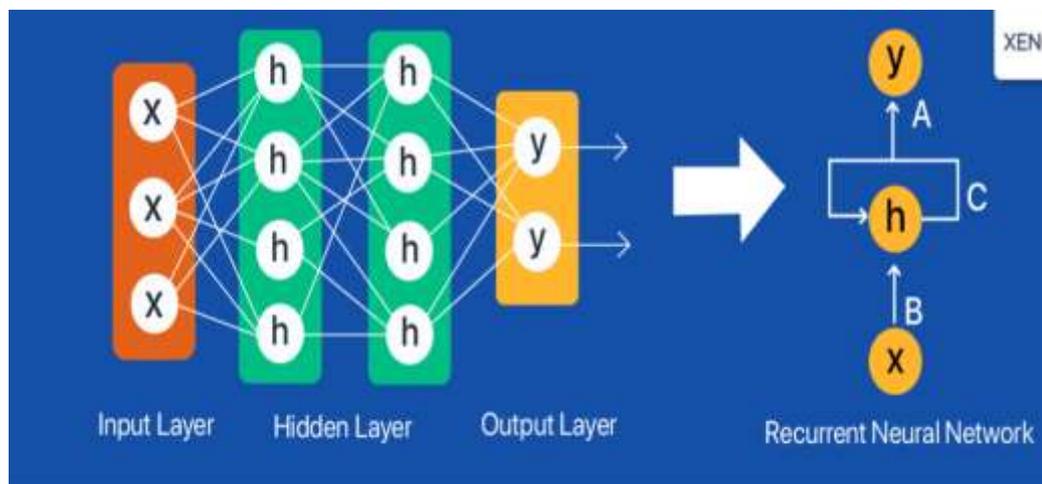


Figure 2 – CNN for Text Recognition [10]

A comprehensive evaluation approach includes both quantitative metrics and qualitative assessments to guarantee the model's effectiveness across diverse circumstances. The concept of accuracy, although serving as a broad measure of performance, can be deceptive, particularly when dealing with imbalanced datasets. These measures offer a more detailed perspective on the performance of the model, emphasizing its capacity to accurately detect and avoid overlooking pertinent events. Provides a valuable understanding of the model's mistake patterns, which is essential for creating incremental enhancements.

Conclusion

The process of developing a word recognition system using Python demonstrates how creativity and technology can work together. This piece talked about the many steps that go into making a system. Art and science have both had an impact on the

creation of datasets, which we use to improve our raw materials and build neural network models for word recognition. Python's machine learning catalytic function is shown by using theory models in code. By training these models, we saw that machine learning needs to be evaluated, learned, and fixed. Evaluation tools show both success and potential problems. The high marks for accuracy, precision, recall, and F1 in our technology and word recognition systems show that they can make apps better. Both machine learning and AI are always changing. The new goals include making the model smarter about writing styles, language nuances, and the bigger picture. When word recognition algorithms are built into more complex systems, they open up new ways to learn and come up with ideas. The goal is to create a word recognition system that blends human knowledge with machine understanding in a way that works well. Improvements made to these systems make it easier for technology and natural language processing to come together. This will make it easier for people to share new information and knowledge and communicate clearly. Python, along with researchers and writers, is making great strides in the area of word recognition, which helps people understand written words in a variety of forms.

References

1. “What are Convolutional Neural Networks? | IBM.” Available: <https://www.ibm.com/topics/convolutional-neural-networks>
2. “Understanding LSTM Networks -- colah’s blog.” Available: <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>
3. M. Bisht and R. Gupta, “Offline Handwritten Devanagari Word Recognition Using CNN-RNN-CTC,” SN Computer Science, Dec. 13, 2022. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42979-022-01461-x>
4. “Research Group on Computer Vision and Artificial Intelligence – Computer Vision and Artificial Intelligence.” Available: <https://fki.tic.heia-fr.ch/databases/iam-handwriting-database>
5. “COCO-Text V2.0.” Available: <https://bgshih.github.io/cocotext/>
6. S. Jaiswal, “What is Normalization in Machine Learning? A Comprehensive Guide to Data Rescaling,” Jan. 04, 2024. Available: <https://www.datacamp.com/tutorial/normalization-in-machine-learning>
7. M. Patel, “The Complete Guide to Image Preprocessing Techniques in Python,” Medium, Oct. 23, 2023. Available: <https://medium.com/@maahip1304/the-complete-guide-to-image-preprocessing-techniques-in-python-dca30804550c>

8. A. Murzova and A. Murzova, “Otsu’s Thresholding Technique | LearnOpenCV,” LearnOpenCV – Learn OpenCV, PyTorch, Keras, Tensorflow with code, & tutorials, May 05, 2021. Available: <https://learnopencv.com/otsu-thresholding-with-opencv/>.

9. H. Scheidl, “Build a Handwritten Text Recognition System using TensorFlow,” *Medium*, May 22, 2023. Available: <https://towardsdatascience.com/build-a-handwritten-text-recognition-system-using-tensorflow-2326a3487cd5>

10. N. S. Gill, “Convolutional Recurrent Neural Network For Text Recognition,” *XenonStack*, May 03, 2023. Available: <https://www.xenonstack.com/insights/crnn-for-text-recognition>

Список литературы

1. “What are Convolutional Neural Networks? | IBM.” Available: <https://www.ibm.com/topics/convolutional-neural-networks>

2. “Understanding LSTM Networks -- colah’s blog.” Available: <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>

3. M. Bisht and R. Gupta, “Offline Handwritten Devanagari Word Recognition Using CNN-RNN-CTC,” *SN Computer Science*, Dec. 13, 2022. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42979-022-01461-x>.

4. “Research Group on Computer Vision and Artificial Intelligence — Computer Vision and Artificial Intelligence.” Available: <https://fki.tic.heia-fr.ch/databases/iam-handwriting-database>

5. “COCO-Text V2.0.” Available: <https://bgshih.github.io/cocotext/>

6. S. Jaiswal, “What is Normalization in Machine Learning? A Comprehensive Guide to Data Rescaling,” Jan. 04, 2024. Available: <https://www.datacamp.com/tutorial/normalization-in-machine-learning>

7. M. Patel, “The Complete Guide to Image Preprocessing Techniques in Python,” *Medium*, Oct. 23, 2023. Available: <https://medium.com/@maahip1304/the-complete-guide-to-image-preprocessing-techniques-in-python-dca30804550c>

8. A. Murzova and A. Murzova, “Otsu’s Thresholding Technique | LearnOpenCV,” LearnOpenCV – Learn OpenCV, PyTorch, Keras, Tensorflow with code, & tutorials, May 05, 2021. Available: <https://learnopencv.com/otsu-thresholding-with-opencv/>.

9. H. Scheidl, “Build a Handwritten Text Recognition System using TensorFlow,” *Medium*, May 22, 2023. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/build-a-handwritten-text-recognition-system-using-tensorflow-2326a3487cd5>

10. N. S. Gill, “Convolutional Recurrent Neural Network For Text Recognition,” *XenonStack*, May 03, 2023. Available: <https://www.xenonstack.com/insights/crnn-for-text-recognition>.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ

С.А. Евдокимова¹, Д.В. Аверьянов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются технологии искусственного интеллекта, применяемые в процессе автоматизации сборки изделий. Показано, что для управления робототехническими системами могут использоваться системы машинного обучения и распознавания речевых команд. Для контроля процесса сборки применяется компьютерное зрение.

Ключевые слова: интеллектуальные технологии, автоматизация, сборка изделий, робототехнический комплекс, компьютерное зрение.

INTELLIGENT TECHNOLOGIES USED TO AUTOMATE THE PRODUCT ASSEMBLY PROCESS

S.A. Evdokimova¹, D.V. Averyanov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses artificial intelligence technologies used in the process of automation of product assembly. It is shown that machine learning and speech command recognition systems can be used to control robotic systems. Computer vision is used to control the assembly process.

Keywords: intelligent technologies, automation, product assembly, robotic complex, computer vision.

В настоящее время искусственный интеллект и технологии машинного обучения играют важную роль в анализе данных, оптимизации ресурсов, прогнозировании значений показателей в различных экономических, организационных и технических системах [1-4]. Индустрия 4.0 способствует интеграции интеллек-

туальных технологий в автоматизацию производственных процессов с целью повышения качества промышленных изделий и поддержки принятия решений [5, 6].

Процесс сборки машиностроительных изделий, являющийся заключительным этапом изготовления изделия, определяет его основные эксплуатационные качества. Это связано с тем, что возникающие в процессе сборки погрешности могут существенно снизить точность и потребительские качества собираемого изделия. В современных сборочных системах для сокращения времени, затрат и повышения качества сборки широко применяется автоматизация и роботизированные комплексы [5, 7].

Операции процесса сборки делятся на две группы:

1) процессы соединения деталей и их фиксации в сборочной единице в соответствии с требованиями конструкции изделия;

2) вспомогательные процессы – ориентация деталей, удаление готовых изделий, их перемещение, контроль сборки.

Для выполнения операций сборки двух деталей их необходимо переместить в зону сборки, сориентировать, расположить необходимым образом относительно друг друга, соединить и зафиксировать положение. Перемещение деталей и сборочных единиц между операциями осуществляется конвейерами, поворотными столами, манипуляторами или роботами.

В работе [8] автоматизированную сборку изделий авторы реализовали с помощью робота-манипулятора KUKA KR6 R900 и разработали для него программное обеспечение, которое управляет роботом. Предложенный робототехнический комплекс выполняет установку деталей и сборку резьбовым соединением. Для реализации операции сборки разработаны алгоритмы управления процессами вкручивания / выкручивания винтов в отверстия. Рассматриваются нормальный процесс выполнения алгоритма, например, содержащий процедуры для вкручивания винта:

- медленное вкручивание со скоростью 10%;
- разгон вкручивания с 10% до 100%;
- вкручивание с заданной скоростью;
- замедление винта до 10%ж
- затягивание винта до предельного момента

При этом важной задачей является определение и контроль момента затяжки винтовых соединений. Предложенная авторами система путем использования интеллектуальных функций реализует контроль качества процесса сборки и повышает его качество.

В процессе управления сборкой требуется обработать большое количество данных о компонентах – форма, шероховатость, геометрический допуск, номинальный размер, номинальная точность размеров и материал монтажной поверхности компонента, и соединениях – ограничения позиционирования между компонентами, последовательность позиционирования, режим позиционирования и другие ограничения.

Для хранения всей информации необходимо использовать базы данных и базы знаний, хранящие не только информацию об изделиях и компонентах, но и сборочные чертежи, маршрутные карты технологических процессов и т.д. Современные CAD/CAM/CAPP системы обеспечивают такие хранилища. Это системы ADEM, T-Flex, Вертикаль и другие.

В работе Ревонченкова И.Ф. [9] отмечает, что в системе управления роботом сборки накапливается большое количество информации и для нее необходима специальная система организации и хранения всех данных. Предлагаемая автором система управления роботом использует речевой ввод команд для настройки робототехнической системы сборки. Для обучения робота имеется база знаний, которая выводит подсказки при распознавании команд оператора. Количество команд ограничено словарем, что ускоряет процесс распознавания речи оператора. При этом все слова оператор должен произносить четко и отдельно в отличие от обычных фраз, произносимых слитными предложениями. Накопленные знания в базе знаний позволяют расширить начальный словарь команд.

Авторы в [10] предлагают подход вывода решений при создании систем управления робототехническими комплексами. Самообучающаяся система управления использует вывод по аналогии путем поиска сходного описания ситуации, хранившейся в базе данных.

При выполнении сборки изделий необходимо проверять, чтобы все компоненты были правильно размещены. При автоматизированной сборке невозможно добиться 100% производства без дефектов, поэтому следует выполнять контроль качества сборки. Для этого используют системы машинного зрения, обеспечивающие наличие каждого компонента сборки, его положение и отсутствие перекосов [11].

Например, система машинного зрения Project X фирмы Aberlink [12] (рисунок 1) обеспечивает техническое зрение в цехе путем использования регистрации положения в плоскости XY. При этом камера может свободно перемещаться по области измерения без ограничений, что позволяет добиться высоких результатов контроля точности измерений. Система обеспечивает полностью автоматизированный бесконтактный контроль с ЧПУ и высокую скорость оптического сканирования, имеет программируемый цифровой зум.

Модуль Aberlink 3D, совместимый с системой машинного зрения Project 3D, выполняет автоматическое распознавание элементов, контроль геометрических размеров и произвольной формы компонентов, отклонений от необходимого расположения любых деталей, а также поддерживает импорт/экспорт данных в популярные форматы графических файлов. Модуль Aberlink 3D рассчитывает статистические данные по партиям, строит гистограммы и графики разбросов, необходимые для оценки контроля качества сборки.

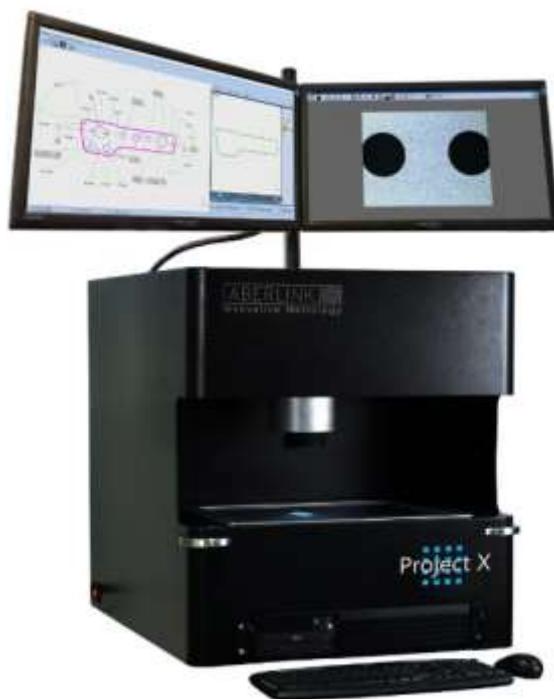


Рисунок 1 – Система машинного зрения Project X фирмы Aberlink

Контроль и поиск дефектов в сборочных узлах в системах машинного зрения осуществляется с помощью методов машинного обучения, для применения которых необходимо создать базу данных фотографий продукции без дефектов и с ними.

Таким образом, для автоматизации процесса сборки применяется совокупность технических и программных средств. Системы управления робототехническими сборочными комплексами строятся на основе машинного обучения, систем распознавания речи, чертежей. Для контроля качества результата операций сборки используются системы машинного зрения.

Список литературы

1. Fábio, C.E. Adaptability in Industry 4.0: service-oriented architecture to deploy artificial intelligence on industrial automation / C.E. Fábio, D. Santos de Freitas // Revista e-TECH: Tecnologias para Competitividade Industrial. – 2023. – Vol. 16(3). – DOI: 10.18624/etech.v16i3.1301.

2. Evdokimova, S.A. Segmentation of store customers to increase sales using ABC-XYZ-analysis and clustering methods / S.A. Evdokimova // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Т. 2032. – С. 012117. – DOI: 10.1088/1742-6596/2032/1/012117.

3. Черепанов, Н.В. Проблемы и задачи развития искусственного интеллекта на машиностроительном предприятии / Н.В. Черепанов, С.П. Буслаев // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 7. – С. 175-179.

4. Евдокимова, С.А. Применение алгоритмов кластеризации для анализа клиентской базы магазина / С.А. Евдокимова, А.В. Журавлев, Т.П. Новикова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 4-12. – DOI:10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.

5. Табылов, А.У. Оценка эффективности современных роботизированных технологических комплексов в машиностроении / А.У. Табылов // Наука через призму времени. – 2023. – № 1 (70). – С. 40-44.

6. Суворов, А.П. Компьютерное моделирование при проектировании комбинированного инструмента для формообразования фасонных поверхностей / А.П. Суворов, А.В. Кузовкин // Моделирование систем и процессов. – 2023. – Т. 16, № 3. – С. 63-70.

7. Ахрамеева, Е.В. Промышленный робот как объект управления / Е.В. Ахрамеева, Т.А. Акименко, Т.Р. Кузнецова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 12. – С. 583-585.

8. Автоматизированная сборка изделий роботом-манипулятором с динамометрическим контролем процесса затягивания винтовых соединений / Я.Ю. Пикалов [и др.] // iPolytech Journal. – 2023. – Vol. 27(4). – С. 664-681.

9. Ревонченкова, И.Ф. Проектирование и применение речевого интерфейса в управлении роботом сборки в машиностроении / И.Ф. Ревонченкова // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2019. – № 3. – С. 106-119.

10. Ермолов, И.Л. Возможный подход к созданию самообучающихся систем управления автономными роботами / И.Л. Ермолов, С.П. Хрипунов // Робототехника и техническая кибернетика. – 2023. – Т. 11, № 1. – С. 45-50.

11. Ушаков, М.В. Анализ возможностей существующего программного обеспечения КИМ / М.В. Ушаков, И.А. Воробьев, С.М. Никольский // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 10. – С. 506-510.

12. Aberlink | CMM Coordinate Measuring Machines. – URL: <https://www.aberlink.com/>(дата обращения: 25.03.2024).

13. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Fabio, C.E. Adaptability in Industry 4.0: service-oriented architecture to deploy artificial intelligence on industrial automation / C.E. Fábio, D. Santos de Freitas // Revista e-TECH: Tecnologias para Competitividade Industrial. – 2023. – Vol. 16(3). – DOI: 10.18624/etech.v16i3.1301.

2. Evdokimova, S.A. Segmentation of store customers to increase sales using ABC-XYZ-analysis and clustering methods / S.A. Evdokimova // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Т. 2032. – P. 012117. – DOI: 10.1088/1742-6596/2032/1/012117.

3. Cherepanov, N.V. Problems and tasks for the development of artificial intelligence at a machine-building enterprise / N.V. Cherepanov, S.P. Buslaev // Innovations and investments. – 2021. – No. 7. – P. 175-179.

4. Evdokimova, S.A. Application of clustering algorithms to analyze the store's customer base / S.A. Evdokimova, A.V. Zhuravlev, T.P. Novikova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Т. 14, No. 2. – P. 4-12. – DOI:10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.

5. Tabylov, A.U. Assessing the effectiveness of modern robotic technological complexes in mechanical engineering / A.U. Tabylov // Science through the prism of time. – 2023. – No. 1 (70). – pp. 40-44.

6. Suvorov, A.P. Computer modeling in the design of a combined tool for shaping shaped surfaces / A.P. Suvorov, A.V. Kuzovkin // Modeling of systems and processes. – 2023. – T. 16, No. 3. – P. 63-70.

7. Akhrameeva, E.V. Industrial robot as a control object / E.V. Akhrameeva, T.A. Akimenko, T.R. Kuznetsova // News of Tula State University. Technical science. – 2023. – No. 12. – P. 583-585.

8. Automated assembly of products using a robotic manipulator with dynamometer control of the process of tightening screw connections / Ya.Yu. Pikalov [etc.] // iPolytech Journal. – 2023. – Vol. 27(4). – pp. 664-681.

9. Revonchenkova, I.F. Design and application of a speech interface in controlling an assembly robot in mechanical engineering / I.F. Revonchenkova // Assembly in mechanical engineering, instrument making. – 2019. – No. 3. – P. 106-119.

10. Ermolov, I.L. A possible approach to the creation of self-learning control systems for autonomous robots / I.L. Ermolov, S.P. Khripunov // Robotics and technical cybernetics. – 2023. – T. 11, No. 1. – P. 45-50.

11. Ushakov, M.V. Analysis of the capabilities of existing KIM software / M.V. Ushakov, I.A. Vorobyov, S.M. Nikolsky // News of Tula State University. Technical science. – 2021. – No. 10. – P. 506-510.

12. Aberlink | CMM Coordinate Measuring Machines. – URL: <https://www.aberlink.com/>(access date: 03/25/2024).

13. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ СКЛАДА НА ОСНОВЕ ИОТ и WMS

С.А. Евдокимова¹, А.И. Гончарова¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются особенности автоматизации процессов на складе на основе интернета вещей, приводится разработанная модель деятельности склада с использованием IoT и WMS. Отмечено, что с помощью IoT выполняются такие процессы, как маркировка товаров RFID-метками, передача на хранение, сбор заказа.

Ключевые слова: автоматизация склада, интернет вещей, межмашинные взаимодействия, адресное хранение товаров, терминалы сбора данных.

PROCESS MODEL FOR WAREHOUSE AUTOMATION BASED ON IOT AND WMS

S.A. Evdokimova¹, A.I. Goncharova¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses the features of automation of processes in a warehouse based on the Internet of things, and provides a developed model of warehouse activity using IoT and WMS. It is noted that with the help of IoT, processes such as tagging of goods with RFID tags, transfer to storage, and order collection are carried out.

Keywords: warehouse automation, Internet of things, machine-to-machine interactions, addressable storage of goods, data collection terminals.

Индустрия 4.0 представляет собой концепцию автоматизации производственных процессов с использованием современных интеллектуальных технологий – интеллектуальных межмашинных взаимодействий (Machine to Machine) и интернета вещей (IoT) [1, 2]. Для повышения эффективности логистических процессов транспортировка, хранение и перевозка различных объектов должны

быть организованы таким образом, чтобы заказчики и поставщики могли в реальном режиме времени отслеживать и контролировать нахождение и перемещение поставок товаров [3, 4]. Для этого все объекты снабжаются необходимыми датчиками, маркируются определенным образом, и вся информация от них передается в систему управления.

Автоматизация процессов на складе подразумевает использование информационных и интеллектуальных технологий, робототехнических систем и другого специализированного оборудования, обеспечивающих передачу данных между физическими объектами. Из-за растущего объема интернет-заказов и разнообразия заказов клиентов складские операции необходимо организовывать с учетом синхронизации уже сделанных заказов на поставку [5-8]. Для этой цели используются системы управления складами (WMS), обеспечивающие хранение всей информации о нахождении поступивших на склад товаров, заказах клиентов и статусах их выполнения, ожидаемых поставках и т.д. [4, 9].

Технология интернета вещей обеспечивает отслеживание нахождения товаров маркировкой с помощью RFID-меток, работа которых основана на радиочастотном электромагнитном излучении.

В [10] авторы рассмотрели практический пример организации хранилища товаров на базе IoT и отметили проблему, с которой столкнулись – интеграцию данных, поступающих из различных источников. Для поддержки процесса интеграции, разбитого на три составляющие – сбор, передача и обмен – выбрана технология RFID, являющаяся признанным продуктом интернета вещей. Реализация IoT включает проектирование сетевой и облачной инфраструктуры, шлюзов и средств сбора данных).

Исследование внедрения IoT на складе в [11] позволило выявить положительные тенденции в улучшении управлением складом, обеспечении контроля всех процессов на складе, улучшении видимости загруженности работников склада. Эффективность внедрения интернета вещей полностью определяется использованными техническими и программными средствами, их взаимодействием и обменом данными, так как они, как правило, используют различные протоколы связи и форматы хранения данных. Поэтому важно при проектировании системы автоматизации склада определить ее архитектуру.

Рассмотрим работу склада с большим ассортиментом товаров небольшого объема. В этом случае сильно возрастает роль обеспечения актуальной и согласованных данных о наличии продукции на складе и сделанных заказах на поставку.

Склад можно разделить на зоны приема и отгрузки заказов, в которых выполняются прием, проверка качества, маркировка товаров и передачу на хранение, комплектация и отгрузка, а также можно выделить внутреннюю зону, которая отвечает за формирование и изменение заказов на поставку. Внутренняя зона представлена WMS-системой и системой управления базами данных, в которой хранится информация не только об имеющихся товарах на складе, но и текущих заказах клиентов, заказов на поставку товаров, информация о зарезервированных и ожидаемых товарах.

На рисунке 1 представлена модель процессов при автоматизации склада на основе IoT. Такие процессы, как маркировка товаров RFID-метками, передача на хранение, сбор заказа выполняются с помощью технологии интернета вещей. WMS-система рассчитывает оптимальное расположение товаров на стеллажах с учетом спроса клиентов, их веса, условий хранения, чтобы обеспечить быстрый поиск и доступ к ним. Для этого используется адресное хранение товаров, и система определяет какой товар куда следует поставить.

Для упрощения процессов приема, перемещения и отбора товаров необходимы терминалы сбора данных (ТСД), которые путем сканирования штрихкодов на товарах передают данные в систему управления с помощью Wi-Fi, 3G/4G или других каналов связи.

WMS и IoT обеспечивают информатизацию складских операций, а для реализации операций перемещения товаров, компоновки заказов необходимо использовать робототехнические системы, которые собираются, как правило, индивидуально для каждого склада с учетом видов товаров.

Крупные роботизированные системы для склада выполняют транспортировку товаров к месту хранения и располагают их на полках, при этом их движение осуществляется по выданной системой управления траектории. Они представлены автоматическими управляемыми транспортными средствами (AGV), ленточными конвейерами и роботами-манипуляторами. Также данные системы осуществляют сортировку и автоматическую упаковку товаров, размеры которой подбираются индивидуально для каждого заказа.

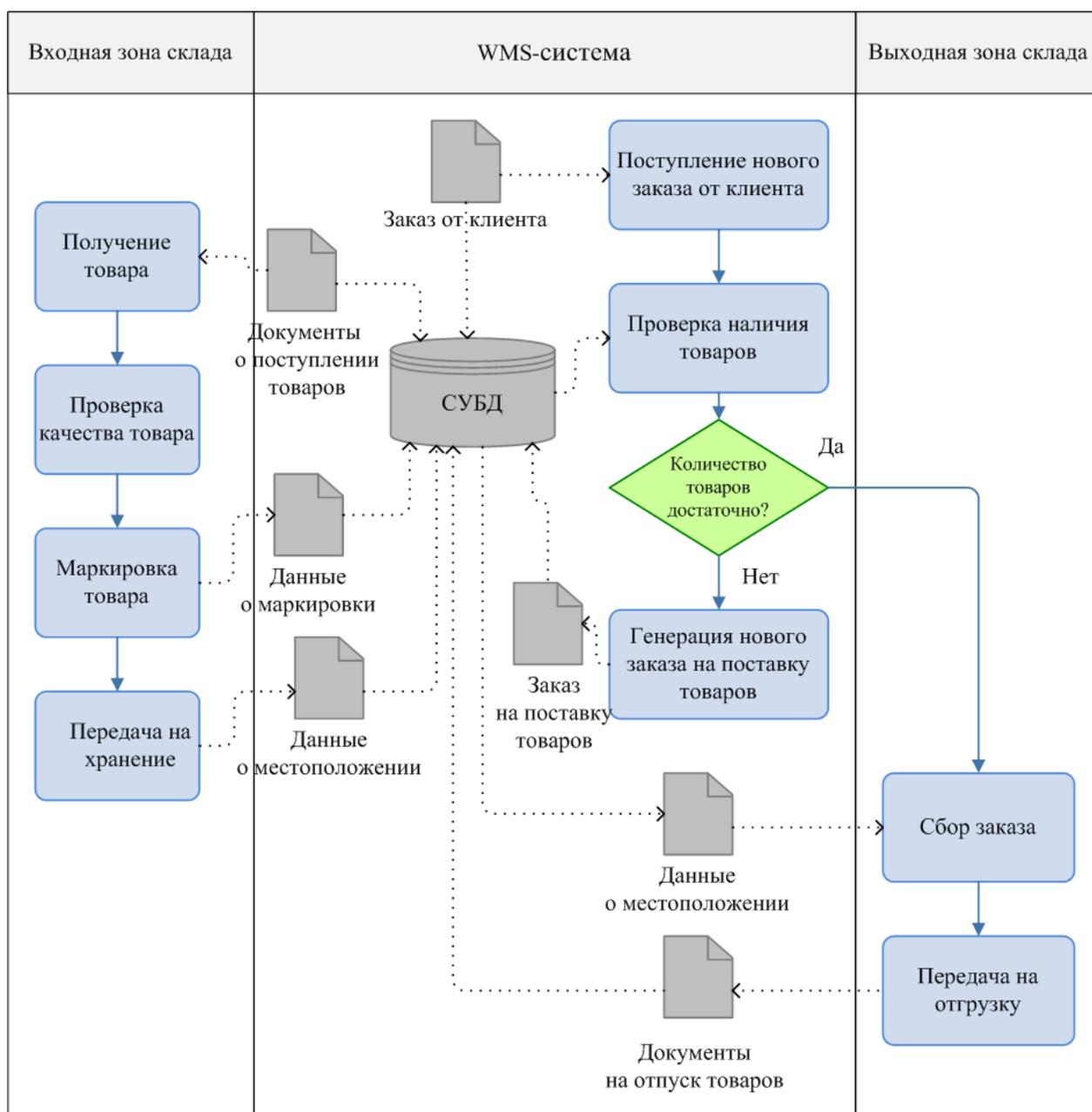


Рисунок 1 – Модель процессов при автоматизации склада на основе IoT и WMS

Главной функцией малых роботизированных систем является перемещение грузов по складу, а также доставка товаров сотруднику для сборки заказов, т.е. человеку не нужно самостоятельно искать нужные товары. При этом перемещение роботов и сотрудников склада организуется таким образом, что выбираются минимальные пути перемещения и исключаются пересечения.

Таким образом, для автоматизации складских операций с использованием интернета вещей необходимо выбрать WMS-систему и определить состав робототехнических устройств для выполнения операций перемещения и упаковки товаров.

Список литературы

1. Малышев, Е.А. Использование технологии интернет вещей и «умный склад» в складской логистике и ее перспективы развития / Е.А. Малышев, Е.О. Шевель // Актуальные проблемы экономики и управления. – 2023. – № 1 (12). – С. 304-309.
2. Использование цифровых технологий в логистике / В.В. Негреева [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2020. – № 2. – С. 94-102.
3. Новикова, Т.П. Информационная система управления логистическим центром / Т.П. Новикова, С.А. Евдокимова, В.И. Куницын // Перспективные аспекты моделирования систем и процессов : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж, 2023. – С. 341-347.
4. Гаваев, А.С. Эффект от внедрения WMS-системы / А.С. Гаваев, А.А. Усанов // Russian Economic Bulletin. – 2023. – Т. 6, № 1. – С. 266-270.
5. Новикова Т.П., Евдокимова С.А., Новиков А.И. Исследование применимости PERT метода к процессу управления проектами дизайн-центра микроэлектроники // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 77-85.
6. Тертерян А.С., Бровко А.В. Методы оптимизации в многокритериальных задачах с использованием локальной качественной важности критериев // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 107-114.
7. Евдокимова, С.А. Применение алгоритмов кластеризации для анализа клиентской базы магазина / С.А. Евдокимова, А.В. Журавлев, Т.П. Новикова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 4-12.
8. Евдокимова, С.А. Анализ товарного ассортимента запасных частей дилерского предприятия автомобильного сервиса с помощью алгоритма FP-Growth / С.А. Евдокимова, К.В. Фролов, А.И. Новиков // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 24-33.
9. Zhen, L. A literature review of smart warehouse operations management / L. Zhen, H. Li // Frontiers of Engineering Management. – 2022. – Vol. 9. – Pp. 31-55.
10. Sahara, C.R. Real-time data integration of an internet-of-things-based smart warehouse: a case study / C.R. Sahara, A.M. Aamer // International Journal of Pervasive Computing and Communications. – 2022. – Vol. 18, № 5. – Pp. 622-644.
11. Nirmal, S. To design a smart framework with integration of IoT for warehouse / S. Nirmal, V. Somani, S. Kumar // Webology. – 2021. – Vol. 18(1). – Pp. 1774-1784.

12. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Malyshev, E.A. The use of Internet of Things technology and “smart warehouse” in warehouse logistics and its development prospects / E.A. Malyshev, E.O. Shevel // Current problems of economics and management. – 2023. – No. 1 (12). – Pp. 304-309.

2. Use of digital technologies in logistics / V.V. Negreeva [i dr.] // Scientific journal of NRU ITMO. Series: Economics and environmental management. – 2020. – No. 2. – P. 94-102.

3. Novikova, T.P. Logistics center management information system / T.P. Novikova, S.A. Evdokimova, V.I. Kunitsyn // Perspective aspects of modeling systems and processes: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference. – Voronezh, 2023. – P. 341-347.

4. Gavaev, A.S. Effect of implementing a WMS system / A.S. Gavaev, A.A. Usanov // Russian Economic Bulletin. – 2023. – Т. 6, No. 1. – P. 266-270.

5. Novikova T.P., Evdokimova S.A., Novikov A.I. Study of the applicability of the PERT method to the project management process of a microelectronics design center // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 1. – P. 77-85.

6. Terteryan A.S., Brovko A.V. Optimization methods in multicriteria problems using local qualitative importance of criteria // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 1. – P. 107-114.

7. Evdokimova, S.A. Application of clustering algorithms to analyze the store’s customer base / S.A. Evdokimova, A.V. Zhuravlev, T.P. Novikova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Т. 14, No. 2. – P. 4-12.

8. Evdokimova, S.A. Analysis of the product range of spare parts of an automobile service dealership using the FP-Growth algorithm / S.A. Evdokimova, K.V. Frolov, A.I. Novikov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 3. – P. 24-33.

9. Zhen, L. A literature review of smart warehouse operations management / L. Zhen, H. Li // Frontiers of Engineering Management. – 2022. – Vol. 9. – Pp. 31-55.

10. Sahara, C.R. Real-time data integration of an internet-of-things-based smart warehouse: a case study / C.R. Sahara, A.M. Aamer // International Journal of Pervasive Computing and Communications. – 2022. – Vol. 18, No. 5. – Pp. 622-644.

11. Nirmal, S. To design a smart framework with integration of IoT for warehouse / S. Nirmal, V. Somani, S. Kumar // Webology. – 2021. – Vol. 18(1). – Pp. 1774-1784.

12. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ГРАФИЧЕСКИЙ СПОСОБ ЗАДАНИЯ ФУНКЦИИ

В.Д. Косых¹, С.В. Писарева¹, А.В. Рудова¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе представляется введение в понятие функции, что считается заданной функцией и при каких условиях. Так же рассматривается область функции и их примеры. Обозревается преимущество и недостаток построения графической функции – наглядность и неточность. Показываются определенные типы функций (степенная, показательная, логарифмическая, тригонометрическая) и их вид, так же указывается что нужно для построения их графика. Цель работы заключается в том, чтобы показать, как графически задать различные виды функций.

Ключевые слова: функция, введение в понятие функции, область допустимых значений, график, степенная функция, показательная функция, логарифмическая функция, тригонометрическая функция, диапазон значений, графический метод, коэффициент, прямая, парабола, гипербола, примеры графиков функций, преимущество и недостаток построения графической функции.

A GRAPHICAL WAY TO SET A FUNCTION

V.D. Kosykh¹, S.V. Pisareva¹, A.V. Rudova¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper presents an introduction to the concept of a function, what is considered a given function and under what conditions. The scope of the function and their examples are also considered. The advantage and disadvantage of constructing a graphical function is observed – visibility and inaccuracy. Certain types of functions (power, exponential, logarithmic, trigonometric) and their type are shown, as well as what is needed to plot them. The purpose of the work is to show how to graphically define different types of functions.

Keywords: function, introduction to the concept of function, range of acceptable values, graph, power function, exponential function, logarithmic function, trigonometric function, range of values, graphical method, coefficient, straight line, parabola, hyperbola, examples of graphs of functions, advantage and disadvantage of constructing a graphical function.

Правило соответствия между группами X и Y называется функцией. Согласно этому правилу, для каждого элемента группы X можно найти один элемент группы Y .

Функция считается заданной, если:

- определяет область действия определения функции X ;
- установлен диапазон значений для функции Y ;
- правило (закон) соответствия. Каждому значению аргумента существует только одно значение функции. Для ясности функции, такое требование обязательно.

Все допустимые значения аргументов, для которых функция $y = f(x)$ определяется диапазоном функций. Область допустимых значений функции – это совокупность Y всех активных значений функций, которые подходят для данной области.

$$y = x^3 + 1; \quad \text{область определения функции: } -\infty < x < +\infty ;$$

$$\text{область значений функции: } -\infty < y < +\infty .$$

$$y = \sqrt{x - 5} ; \quad \text{область определения функции: } x \geq 5 ;$$

$$\text{область значений функции: } y \geq 0 .$$

$$y = \frac{\sin^2 x}{|x - 4|} ; \quad \text{область определения функции: } x \neq 4 ;$$

$$\text{область значений функции: } y \geq 0 .$$

Рисунок 1 – Примеры функций

Если использовать графический метод для построения функции $y = f(x)$, это будет не всегда точно в поиске корней. Такой метод имеет преимущество перед другими методами, он помогает наглядно показать значения. В таких науках как физика, использование графического метода является частым. Он используется для определения функций, и графики являются единственным доступным методом для этого. Также этот метод не редко используется в технике.

Функция бывает:

- степенная (линейная, квадратичная, дробно – рациональная, корень);
- показательная;
- логарифмическая;
- тригонометрическая.

Степенной функцией называют такую функцию, которая имеет вид $y = x^a, y = k * x^a$. Где a является показателем степени и действительным числом, k играет роль некоторого коэффициента, отличного от нуля.

Линейная функция – это функция, которая имеет вид $y = k * x + b$. k является угловым коэффициентом, а b – это свободный член. Для построения графика такой функции необходимо задать два значения аргумента X и Y . (значения могут быть любыми). Такая функция на графике изображается прямой.

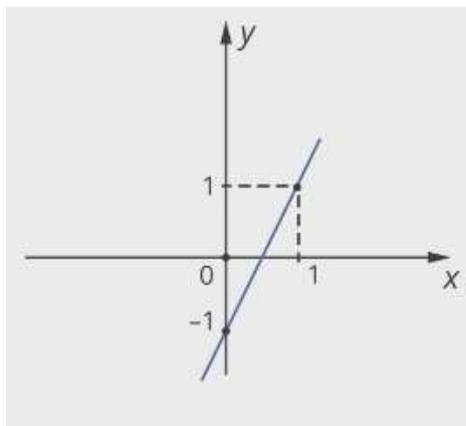


Рисунок 2 – Линейная функция

Функция вида $y = a * x^2 + b * x + c$, $a \neq 0$ называется квадратичной функцией. Где a – старший коэффициент, b – коэффициент при x , c – свободный член. Графиком квадратичной функции является парабола. От знаков параметров зависит вид параболы:

$a > 0$ - ветки параболы направлены вверх;

$a < 0$ - ветки параболы направлены вниз;

b - определяет положение вершины параболы;

c - определяет координату пересечения параболы с осью ординат: $y(0) =$

c .

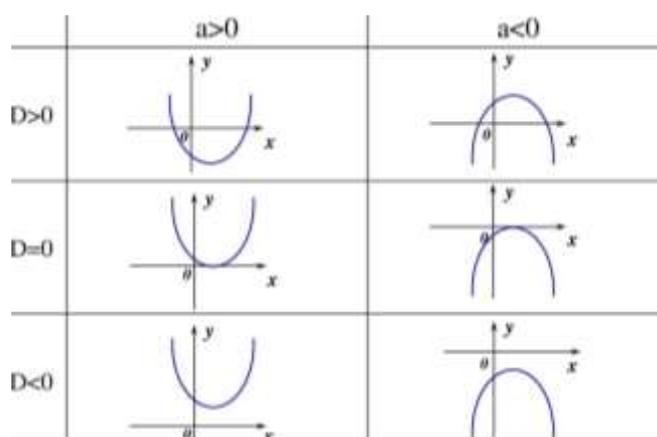


Рисунок 3 – Квадратичная функция

$f(x) = \frac{P_m(x)}{Q_n(x)}$ – функция такого вида называется рациональной дробью, где

в числителе многочлен степени m , а в знаменателе многочлен степени n .

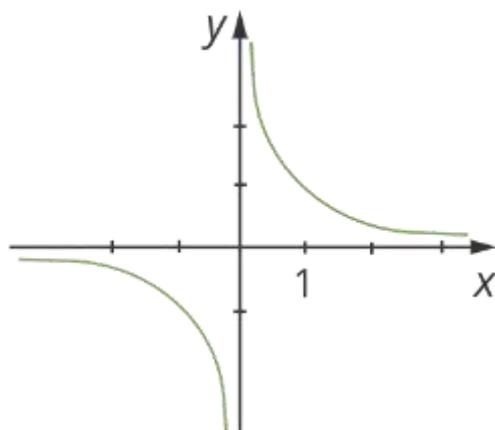


Рисунок 4 – График функции – гипербола

Функция корня – это функция вида $y = a\sqrt{k * x}$, где $a \neq 0$; $x \geq 0$ при $k > 0$; $x \leq 0$ при $k < 0$. Графиком этой функции является перевернутая ветвь параболы.

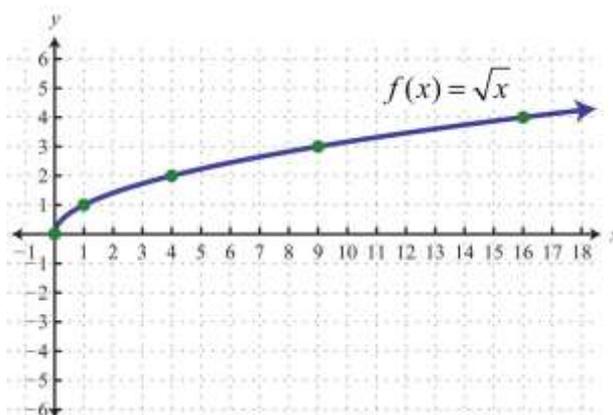


Рисунок 5 – Функция корня

Показательная функция – это функция, которая имеет вид $y = a^x$, $a > 0$, $a \neq 1$. В этой функции переменная x является показателем степени, поэтому функция получила название показательной. При изменении переменной соответственно и меняется показатель степени. В таком случае основание остаётся прежним.

Показательная функция имеет следующие основные функции:

- область определения - набор действительных чисел, то есть $D(y) = R$, так как степень a^x , где $a > 0$, определена для любого действительного значения переменной x ;
- область значений - множество положительных чисел, то есть $E(y) = (0; +\infty)$, так как при $a > 0$ и любом x выполняется неравенство $a^x > 0$;

- Нулей функции нет, так как ни при каких значениях переменной показательная функция не обращается в 0. Промежуток $(-\infty; +\infty)$ является промежутком знакопостоянства функции;
- Показательная функция непрерывна;
- Когда значение $a > 1$ функция возрастает, а убывает она при $0 < a < 1$;
- График показательной функции всегда проходит через точку $(0;1)$, так как $f(0) = a^0 = 1$.

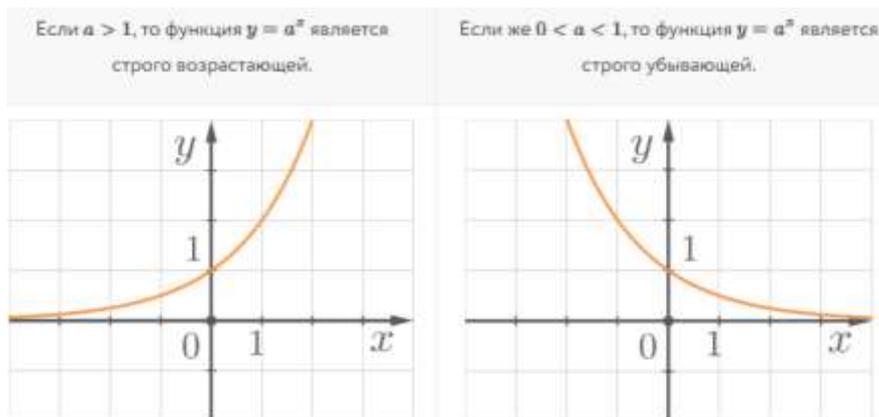


Рисунок 6 – Показательная функция

Функция $y = \log_a x$, где $a > 0, a \neq 1$ называется **логарифмической**. Она определена при $x > 0$, а множество ее значений — вся числовая ось. Показательная и логарифмическая функции являются взаимно обратными.

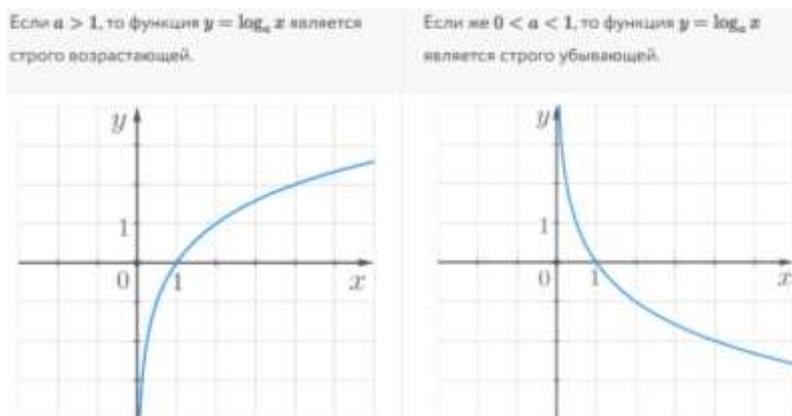


Рисунок 7 – Логарифмическая функция

Тригонометрические функции основаны на прямоугольных треугольниках. Для определения функций, разбивается окружность на четыре части и определяются координаты точки, которая соответствует углу.

$\sin x$ угла - это значение координаты оси Y, $\cos x$ - значение координаты оси X, а $\tan x$ и $\cot x$ - это отношение координат.

К таким функциям относятся:

- Прямые ($\sin x$, $\cos x$);
- Производные ($\tan x$, $\cot x$, $\sec x$, $\csc x$);
- Обратные ($\arcsin x$, $\arccos x$).

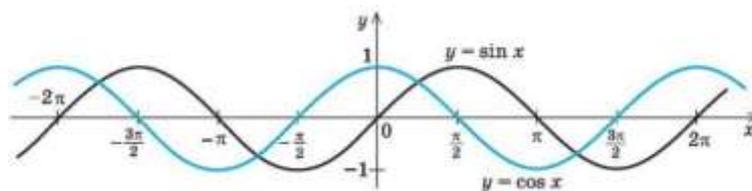


Рисунок 8 – Прямые тригонометрические функции

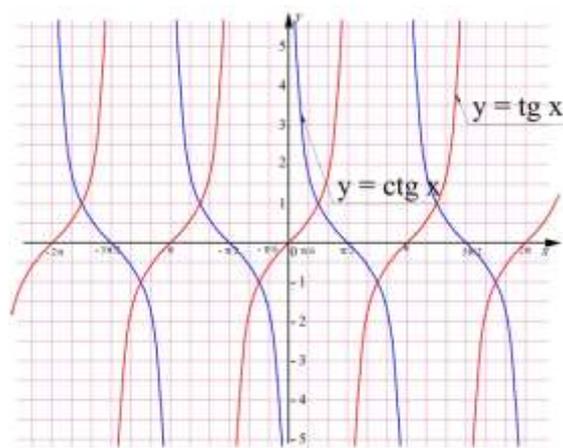


Рисунок 9 – Производные тригонометрические функции

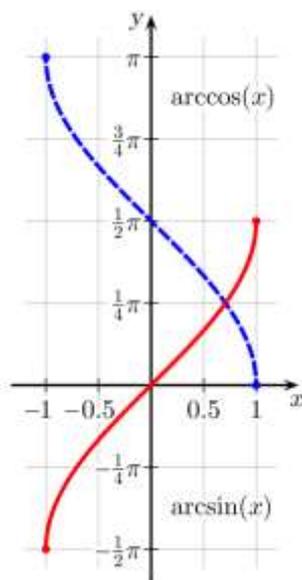


Рисунок 10 – Обратные тригонометрические функции

Список литературы

1. Виды степенных функций — графики и уравнения. URL: <https://wika.tutoronline.ru/algebra/class/11/vidy-stepennyh-funkczij--grafiki-i-uravneniya> (дата обращения: 28.02.2024).

2. Виды функций. Графики функций // ИнтернетУрок | Дистанционное обучение, онлайн-образование. – URL: <https://interneturok.ru/lesson/repetitorskiy-proekt/prakticheskie-zanyatiya-po-podgotovke-k-ege-po-matematike/tema-4-pokazatelnye-i-logarifmicheskie-funktsii-trigonometriya/vidy-funktsiy-grafiki-funktsiy> (дата обращения: 28.02.2024).
3. Дробно-рациональная функция // Файловый архив для студентов. StudFiles. URL: <https://studfile.net/preview/7830967/page:4/> (дата обращения: 28.02.2024).
4. Лекции по математике. Раздел "Функции" // Образовательная социальная сеть. URL: <https://nsportal.ru/shkola/matematika/library/2022/04/13/lektzii-po-matematike-razdel-funktsii-1-kurs-spo> (дата обращения: 28.02.2024).
5. Логарифмическая функция, её свойства и график // ЯКласс. URL: <https://www.yaklass.ru/p/algebra/11-klass/logarifmy-pokazatelnaia-i-logarifmicheskaia-funktsii-9160/svoistva-logarifmicheskoi-funktsii-i-ee-grafik-9167/re-ec4dece9-1c52-4123-8e5d-f460c69d83b8> (дата обращения: 28.02.2024).
6. Область допустимых значений (ОДЗ): функции, в квадратном уравнении, обыкновенной дроби. URL: <https://wiki.fenix.help/matematika/odz> (дата обращения: 28.02.2024).
7. Обратные тригонометрические функции // Википедия – свободная интернет-энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Обратные_тригонометрические_функции (дата обращения: 28.02.2024).
8. Показательная функция // Файловый архив для студентов. StudFiles URL: <https://studfile.net/preview/7410914/page:2/> (дата обращения: 28.02.2024).
9. Построение графиков сложных функций. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-grafikov-slozhnyh-funktsiy> (дата обращения: 28.02.2024).
10. Построение графиков тригонометрических функций с помощью линейных преобразований. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-grafikov-trigonometricheskih-funktsiy-s-pomoschu-lineynyh-preobrazovaniy> (дата обращения: 28.02.2024).
11. Построение графиков функций. URL: <https://resh.edu.ru/subject/lesson/4016/conspect/225681/> (дата обращения: 28.02.2024).
12. Тригонометрические функции // Фоксфорд. URL: https://foxford.ru/wiki/matematika/trigonometricheskie-funktsii?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения: 28.02.2024).

13. Функции, их свойства и графики // Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. URL: <http://www.fa.ru/fil/surgut/student/Documents/Функции%2С%20их%20свойства%20и%20графики.pdf> (дата обращения: 28.02.2024).

14. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Fractional rational function // File archive for students. StudFiles URL: <https://studfile.net/preview/7830967/page:4/> (date of access: 02/28/2024).

2. Functions, their properties and graphs // Financial University under the Government of the Russian Federation URL: <http://www.fa.ru/fil/surgut/student/Documents/Функции%2С%20их%20свойства%20и%20графики.pdf> (date of application: 02/28/2024).

3. Indicative function // File archive for students. StudFiles URL: <https://studfile.net/preview/7410914/page:2/> (date of access: 02/28/2024).

4. Inverse trigonometric functions // ru.wikipedia.org URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Обратные_тригонометрические_функции (date of application: 28.02.2024).

5. Lectures on mathematics. Section "Functions" // Educational social network URL: <https://nsportal.ru/shkola/matematika/library/2022/04/13/lektcii-po-matematike-razdel-funktsii-1-kurs-spo> (date of application: 02/28/2024).

6. Logarithmic function, its properties and graph // URL class: <https://www.yaklass.ru/p/algebra/11-klass/logarifmy-pokazatelnaia-i-logarifmicheskaia-funktsii-9160/svoistva-logarifmicheskoi-funktsii-i-ee-grafik-9167/re-ec4dece9-1c52-4123-8e5d-f460c69d83b8> (date of application: 28.02.2024).

7. Plotting complex functions // cyberleninka.ru URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-grafikov-slozhnyh-funktsiy> (date of application: 28.02.2024).

8. Plotting functions // resh.edu.ru URL: <https://resh.edu.ru/subject/lesson/4016/conspect/225681/> (date of application: 28.02.2024).

9. Plotting trigonometric functions using linear transformations // cyberleninka.ru URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-grafikov-trigonometricheskikh-funktsiy-s-pomoschyu-lineynyh-preobrazovaniy> (date of application: 28.02.2024).

10. The range of acceptable values (DL): functions, in a quadratic equation, of an ordinary fraction // wiki.fenix.help URL: <https://wiki.fenix.help/matematika/odz> (date of application: 28.02.2024).

11. Trigonometric functions // Foxford URL: https://foxford.ru/wiki/matematika/trigonometricheskie-funktsii?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyan-dex.ru%2F (date of application: 28.02.2024).

12. Types of functions. Graphic Editor // Online Editor | Detailed description, online image URL: <https://interneturok.ru/lesson/repetitorskiy-proekt/prakticheskie-zanyatiya-po-podgotovke-k-ege-po-matematike/tema-4-pokazatelnye-i-logarifmicheskie-funktsii-trigonometriya/vidy-funktsiy-grafiki-funktsiy> (date of application: 28.02.2024).

13. Types of power functions — graphs and equations // TutorOnline URL: <https://wika.tutoronline.ru/algebra/class/11/vidy-stepennyh-funkczij--grafiki-i-uravneniya> (date of application: 28.02.2024).

14. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

DOI: 10.58168/MoInSyTe2024_320-325

УДК 674:330.115.001.57(075.8)

УНИФИЦИРОВАННОЕ ОПИСАНИЕ АТТРИБУТИВНОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПАРКЕТНЫХ РАБОТ

И.С. Кущева¹, Е.С. Хухрянская²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

²ФГБОУ ВПО ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Аннотация. В статье представлено описание иерархической структуры атрибутивной модели объекта сложных геометрических характеристик, участвующего в регулярном плотном размещении в замкнутой области. Рассмотрены случаи размещения как регулярной, так и нерегулярной художественной паркетной укладки.

Ключевые слова: проектирование, моделирование, структура модели, паркетные работы, регулярная укладка.

UNIFIED DESCRIPTION OF THE ATTRIBUTE MODEL OF THE PLACEMENT OBJECTS IN THE FLOOR COVERING DESIGN

I.S. Kuscheva¹, E.S. Khukhryanskaya²

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

²Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy Named
After Professor N.Ye. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin"

Abstract. The article describes the hierarchical structure of the attribute model of a complex geometric characteristics object of involved in regular dense space in a closed area. The cases of placement of both regular and irregular artistic parquet stacking are considered.

Keywords: designing, simulation, the structure of the model, parquet floor design, regular stacking.

Несмотря на то, что производство элементов художественного паркета трудозатратно во всех отношениях, напольное паркетное покрытие остается актуальным, поскольку открывает возможности уникальных дизайнерских композиционных решений [1]. Сегодня все детали изготавливают с помощью лазерной резки и систем автоматизированного проектирования, которые позволяют на основе унифицированного представления визуализировать альтернативные варианты орнамента и цветовые вариации укладки.

Все объекты, входящие в паркетную укладку, будь то элементы художественного паркета или множество паркетных планок в определенном порядке составляющих повторяющийся узор, для оптимизации работы с ними можно представить в виде атрибутивной модели [2, 3].

Совокупность клепок, входящих в состав единичного раппорта регулярной укладки, индивидуальна в зависимости от орнамента и является единичным объектом клонирования в рамках заданной области.

Клепка представляет собой именованную область хранения информации, описывающую структурно завершенную часть единичного раппорта выбранной регулярной укладки (вид паркетной планки). Характеристическими атрибутами являются: масштаб, тип и цвет материала клепки.

Элемент клепки соответствует единице информации, описывающий конфигурацию паркетной плашки. Несмотря на соответствие плашки определенному стандарту, количество входящих в нее элементов может варьироваться в пределах $3 \div n_R$, где n_R – количество элементов (ребер) клепки.

Параметры элемента характеризуются совокупностью необходимых данных об элементе, таких как идентификационный номер, привязка к внутренней системе координат, границы элемента клепки (список вершин ребер).

С учетом вышеизложенного, представим иерархическую трехуровневую структуру атрибутивной модели [4] раппорта орнамента регулярной паркетной укладки (рис. 1).

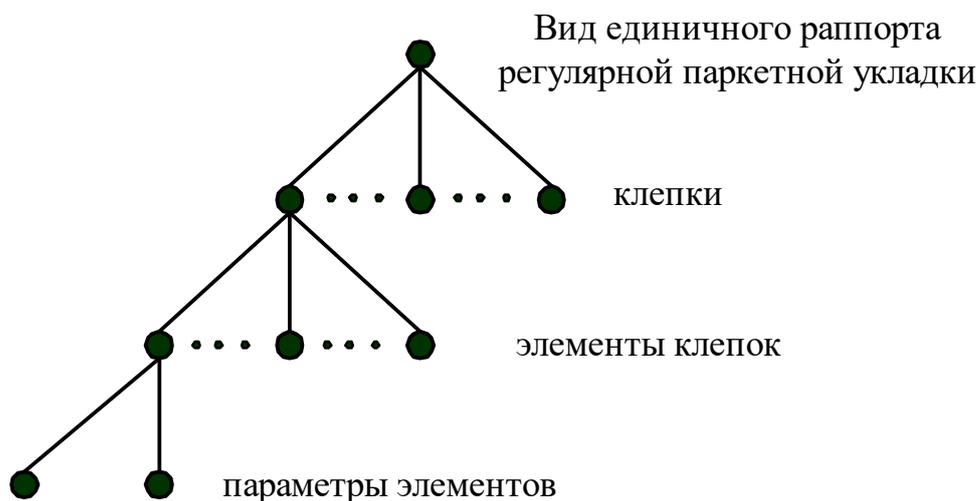


Рисунок 1 – ерархическая структура атрибутивной модели раппорта регулярной укладки

Что касается художественного паркета, то вышеуказанную модель в обобщенном виде следует расширить следующим образом, добавив особенности присущие данному виду[5, 6, 7].

Представим иерархическую структуру атрибутивной модели контура, заполненного художественным орнаментом (рис.2.) произвольной глубины. В качестве структурных единиц назовем элементы, подэлементы и стандартные примитивы.

На верхнем уровне область художественного паркета, представляется в виде совокупности элементов и/или стандартных примитивов. Уровень элементов включает в себя набор стандартных примитивов и/или подэлементов, которые определяются рекурсивно и рассматриваются как единое целое на определенном уровне декомпозиции. Последний уровень содержит множество стандартных примитивов, являющимися наименьшими неделимыми элементами (точка, линия, полигон) и характеризующимися совокупностью атрибутов (цвет, масштаб, положение относительно базовой точки и т.д.).

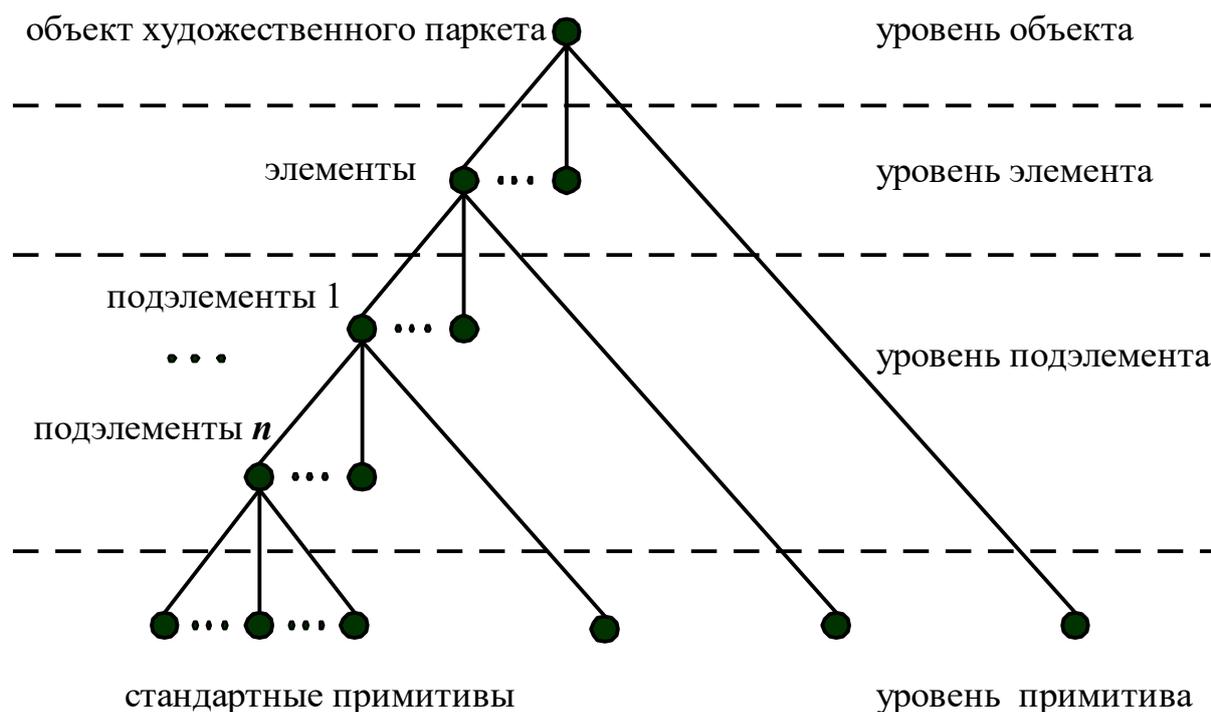


Рисунок 2 – Иерархическая структура атрибутивной модели вставки художественного паркета

В качестве внешних атрибутов примем:

- ✓ конфигурацию внешнего контура художественного включения, получаемого объединением элементов и подэлементов;
- ✓ точку привязки контура оригинального орнамента к окну видимости, которое соответствует проектируемому помещению;
- ✓ ориентацию объекта художественного паркета, относительно точки привязки однозначно определяющую расположение включения внутри окна видимости.

Таким образом, была представлена вся иерархическая структура объектов составляющих паркетную укладку, на основе которой можно смоделировать любой вариант паркетного напольного покрытия.

Список литературы

1. Федонов, Р. А. Основы строительного производства для спец. "Мастер столярно-плотничных, паркетных работ" : учебник / Р.А. Федонов – Москва : Кнорус, 2023. – 234 с.
2. Тертерян, А. С. Методы оптимизации в многокритериальных задачах с использованием локальной качественной важности критериев / А. С. Тертерян,

А. В. Бровко // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 107-114.

3. Кущева, И.С. Специфика некоторых оптимизационных моделей в задачах упаковки в подотраслях лесного комплекса / И.С. Кущева, Е.С. Хухрянская // Моделирование систем и процессов. – 2017. – Т. 10. № 3. С. 10-18.

4. Новиков, Ф.А. Дискретная математика для программистов : учеб. для вузов / Ф.А. Новиков. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 384 с.

5. Вирт, Н. Алгоритмы и структуры данных / Н. Вирт ; пер. с англ. Ф.В. Ткачев. – М: ДМК Пресс, 2016. – 272 с.

6. Кущева, И.С. Унифицированная модель включений элементов художественного паркета / И.С. Кущева, Е.С. Хухрянская // Моделирование систем и процессов. – 2010. № 1-2.– С. 32-36.

7. Юров, А.Н. Организация технических условий и информационных данных в 3D моделях программных систем / А.Н. Юров, В.В. Сокольников, К.С. Меремьянин // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 4. – С. 83-89.

8. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Fedonov, R.A. Fundamentals of construction production for specials. "Master of carpentry, parquet works" : textbook / R.A. Fedonov – Publisher: Knorus, 2023. – 234 p.

2. Terterian, A.S. Multi-criteria optimization using local qualitative importance of criteria / A.S. Terterian, A.V. Brovko // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 1. - P. 107-114.

3. Kushcheva, I.S. Specificity of some optimization models in packaging tasks in forestry sub-sectors / I.S.Kushcheva, E.S. Khukhryanskaya // Modeling of systems and processes. – 2017. – Т. 10, No. 3. - P. 10-18.

4. Novikov, F.A. Discrete mathematics for programmers : textbook for universities / F.A. Novikov. – 3rd ed. – St. Petersburg: Piter, 2009. – 384 p.

5. Wirth, N. Algorithms and data structures / N. Wirth ; translated from English by F.V. Tkachev. – Moscow: DMK Press, 2016. – 272 p.

6. Kushcheva, I.S. Unified model of inclusions of the artistic parquet elements / I.S.Kushcheva, E.S. Khukhryanskaya // Modeling of systems and processes. – 2010. – No. 1-2. - P. 32-36.

7. Yurov, A.N. Organization of technical specifications and information data in 3D models of software systems / A.N. Yurov, V.V. Sokol'nikov, K.S. Merem'yanin // Modeling of systems and processes. – 2020. – T. 13, No. 4. - P. 83-89.

8. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

КАК СТАТЬ ДИЗАЙНЕРОМ В ИТ: ПУТЬ К ПРОФЕССИИ

Н.О. Майгур¹, К.Е. Роцин¹, Н.В. Бурдюг¹, Т.В. Шевченко¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе рассматривается проблема недооценки роли дизайнера в компаниях ИТ-сферы и необходимость изменения подхода к их работе для успешного развития продукта. Статья указывает на необходимость изменения подхода компаний к дизайнерам и внедрения профессиональных стандартов работы с дизайнерами, чтобы обеспечить успешное взаимодействие и включить дизайн в стратегическое планирование продукта.

Ключевые слова: веб-дизайн, UI/UX-Интерфейсы, графический дизайн, Photoshop, Figma, дизайн тренды.

HOW TO BECOME A DESIGNER IN IT: THE PATH TO THE PROFESSION

N.O. Maygur¹, K.E. Roshchin¹, N.V. Burdyug¹, T.V. Shevchenko¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper examines the problem of underestimating the role of a designer in IT companies and the need to change the approach to their work for the successful development of products. The article points to the need to change the approach of companies to designers and the introduction of professional standards for working with designers in order to ensure successful interaction and include design in strategic product planning.

Keywords: web design, UI/UX Interfaces, graphic design, Photoshop, Figma, design trends.

Для успешной работы в ИТ-сфере компаниям необходимо лучше понимать и ценить роль дизайнера, чтобы обеспечить эффективную разработку продукта с учетом потребностей и предпочтений пользователей.

Дизайнеры опираются на исследование привычек, культурных предпочтений и стремлений людей при принятии своих решений. Кроме того, они сопровождают продукт при его появлении на рынке, помогая собирать обратную связь о повышении качества жизни и делая выводы о дальнейшем развитии.

Дизайнер - это социальный участник, борющийся за качество через опыт клиентов. Именно дизайнер помогает инженерам собирать культурный контекст, реальную потребительскую среду, в которой живут пользователи, выявлять текущий опыт людей, идентифицировать преграды и предлагать наилучшие решения, учитывая окружение клиентов.

Дизайнеру помогают программисты найти гармонию между целями бизнеса и техническими ограничениями на пути к созданию идеального продукта, который улучшит качество жизни людей.

Дизайнер направлен на улучшение качества жизни, в то время как программисты ориентированы на техническое совершенство. Совместная работа дизайнера с программистами позволяет поддерживать связь с реальностью потребителя и разрабатывать цельные решения, учитывая контекст жизни и потребности пользователей. Для этого дизайнеры работают над идеальной моделью (прототипом) продукта, способной улучшить жизнь пользователей, в то время как инженеры углубляются в аспекты технологий и стремятся к техническим инновациям.

Каждый бизнес при создании продукта преследует определенные цели, часто связанные с прибылью. В то же время у пользователей также есть свои цели, которые они стремятся достичь с помощью продукта. Успешным продуктом можно считать тот, который способствует достижению целей как пользователей, так и бизнеса.

Отсутствие баланса может привести к нежелательным последствиям: если одна сторона достигает своих целей, а другая нет, продукт становится невыгодным и рискует уйти с рынка.

Благодаря сбалансированному подходу дизайнеры помогают создавать продукты, которые тщательно продуманы и ориентированы на потребности конечного пользователя, будь то веб-приложения, сайты, мобильные приложения или другие системы.

Профессия дизайнера включает в себя работу над концепциями (прототипы, экспериментальные образцы, чертежи и схемы) и разработку решений, таких как веб-сайты, мобильные и веб-приложения, приложения для умных часов и другие программные продукты.

Дизайн также направлен на изучение жизни людей, находясь в поиске открытий и вдохновений, привлекает борьба за сбалансированные решения и сбор обратной связи относительно улучшения качества жизни клиентов.

Одним из основных преимуществ профессии дизайнера является визуально-эстетическая и творческая сторона работы, оказывающая наибольшее влияние на первое впечатление и создающая уникальный стиль.

Основные направления дизайна в диджитал: графдизайн, веб-дизайн, ux-дизайн, дизайн интерфейсов и бренд-дизайн.

Графический проектирование — про выразительную зрительную культуру и красоту: цвет, форма, образы, иконки, тенюшки, линии, текстуры, логотипы, цвета. Графдизайнер подсобляет унаследовать неповторимой привлекательную зрительную культуру, которая действует на впечатление, он создает настроение, а для этого базируется на ценности бренда. вследствие зрительных образов сходу считывается какой бренд перед нами: озорной или деловой, нежный или заряженный.

Дизайн — про выразительную подачу и порядок информации, про то, как должен казаться и делать сайт: о расположении необходимых для юзера материалов, о внешнем облике, о функциональности меню и кнопок, об удобном доступе к сайту со массы экранов многообразных размеров. Веб-дизайн интерфейса — про архитектуру комфортных, многофункциональных и обдуманых систем. очутившись в подобной системе юзеры просто разбираются и приобретают желаемое за минимум усилий.

UX-дизайн — про исследование и моделирование технологии взаимодействия юзера с порядком с целью извлечения желаемого. UX-дизайнер помогает образовать численный продукт, который отвечает ожиданиям юзера.

Бренд-дизайн — про создание целого и вида бренда с уникальными свойствами, неповторимым вкусом. Бренд-дизайнер помогает достигнуть единичной исполнения зрительной и вербальной коммуникации, а вдобавок вогнуть ее в согласовании с действием продукта. При таком раскладе у клиентов появляется ассоциация и отношение с брендом, который они всегда испытывают в массе (по виду, на слух, по делам) посреди прочих и пожелают обратиться вновь.

Умение рисовать – это только один из навыков. Важные факторы также включают "эмпатию к людям", "стремление улучшить жизнь пользователей" и "трудолюбие", они имеют значительное влияние на успех в дизайне.

Дизайнер изучает реальность, выявляет препятствия в жизни людей и стремится их преодолеть. Моя практика показывает, что шансы стать успешным дизайнером у тех, кто просто рисует, равны шансам у многих других.

Я встречал четыре точки захода в дизайн, сопряженных со сложившимися увлечениями: программирование, моделирование, исследования, коммуникация:

Инженерный-конструкторский умение (программирование) поможет лучше и скорее собрать функциональный прототип;

Умение моделирования (дизайн) поможет собрать образец человечнее (даже без программирования возможно унаследовать рабочий вариант) и обыграть чрезмерно "железные" и не приветливые для глаз, рук и ушей аналоги инженеров;

Общественный и исследовательский умение (исследования) поможет вернее осмыслить реальную нужда и точнее рекомендовать решение;

Умение общения и налаживания контактов (коммуникация) поможет использовать связи и вдуматься в перспективу;

Опытному IT-дизайнеру необходимы все эти навыки для создания качественного решения. Например, для некоторых игроков некоторые варианты пользовательского интерфейса могут казаться плохими, тогда как другие не замечают этого. Однако опытный дизайнер, обладающий знаниями в области психологии восприятия, анализа, интервью и исследований, сможет понять суть проблемы.

Мой путь начался с веб-разработки, но затем я переквалифицировалась в дизайнера. В начале я сама занималась программированием веб-сайтов на HTML/CSS, JavaScript и PHP, в то время как дизайны поступали готовыми в формате Photoshop.

Особенно меня привлекал творческий процесс создания сайтов. Я экспериментировала с версткой и CSS, чтобы улучшить внешний вид сайтов для клиентов, а затем решила начать редактировать макеты непосредственно в Photoshop.

Постепенно я совершенствовал свои навыки как в дизайне, так и в разработке, и для меня уже не было разделения на программирование или дизайн — это стало частью моей работы.

Однако я хорошо знаком с чувством выбора между дизайном и программированием, поэтому вот некоторые аргументы за и против каждой из этих областей.

Зачем программировать не обязательно: тут в первую очередь слово о умении и высококлассном степени обладания опытом программирования.

Если кратко, если вы будете вескую долю периода обучаться программированию, то вы активизируете меньше периода акцентировать на исследования и творческие эксперименты. То есть может опуститься свойство ваших ответов как на степени верности заключения проблемы, так и на уровне выразительности.

Зачем стоит учить программирование: тут в первую очередь речь о базисном соображении и периодических тренировках.

Улучшение умений программирования сделает вас смелее в решениях, поможет вернее осознать действительность программистов, а когда вернее разбираешься в том, с чем функционируешь – вернее можешь обнаружить мысль и зажечь соучастников команды на воплощение вариантов.

Для успешной работы дизайнера необходимо умение: внимательно наблюдать за клиентами, анализировать культурный контекст и выявлять препятствия; проводить исследования и интервью для выявления потребностей и мотиваций пользователей; разрабатывать дизайн-концепции; проводить эксперименты и проверять гипотезы; и в тесном взаимодействии с разработчиками команды претворять в жизнь созданное решение.

Графические дизайнеры получают от 40 тысяч рублей. Их работа включает создание дизайна промо-материалов, оформление выставок, дизайн упаковки и разработку рекламных материалов.

Зарплата веб-дизайнеров колеблется в диапазоне от 50 до 150 тыс. рублей. Чем сильнее бренд компании в сфере разработки веб-сайтов, тем выше заработная плата. Веб-дизайнеры в таких компаниях, называемых веб-студиями, сталкиваются с высоким объемом работы по созданию и поддержке сайтов.

Специалисты по дизайну интерфейсов и UX могут зарабатывать от 150 до 200 тысяч рублей. Для этого им приходится проводить исследования пользователей продуктов, выезжать на место, вести интервью, проводить анализ конкурентов и создавать удобные для использования продукты, которые превосходят конкурентов. Обычно они работают в крупных ИТ-компаниях.

В сфере продукт дизайна специалисты зарабатывают от 150 тыс рублей. Они ориентированы на исследования пользователей, аналитику продуктов, развитие бизнес-процессов и дизайн интерфейсов, работая в компаниях, занимающихся разработкой собственных ИТ-продуктов.

Если ваша цель - графический дизайн и разработка бренда, важно освоить Photoshop и Figma. Но не стоит забывать, что в дизайне кроме инструментов важен ваш творческий потенциал. Поэтому не стоит бояться программного обеспечения.

Лучшие программы сейчас доступны бесплатно, например отличный Figma. Для UI и UX-дизайна можно использовать как бесплатные, так и платные программы, такие как Figma, Principle и ProtoPie. Также полезны Photoshop и

Illustrator для графического и бренд-дизайна, а для иллюстраций - Procreate. Можно также найти бесплатные альтернативы.

Хотите попасть в IT компанию? Изучите материалы, подготовьтесь онлайн, возьмите тестовое задание в компании, выполните как проект на курсе по дизайну. Так вы продемонстрируете свои навыки и вызовете восхищение при защите проекта.

Работа дизайнера в IT - захватывающая профессия, объединяющая творчество, технологии и удовлетворение пользователей. Тут важно активное проведение исследований, анализ данных, предложение решений. Цель - привлечь аудиторию к бренду. Работы разнообразны: от коммуникаций в маркетинге до дизайна интерфейсов.

Будет много нового, увлекательного, непростой и творческий путь, требующий постоянного обучения, изучения смежных областей, глубокого анализа данных, психологии и программирования. Но как итог - это захватывающее приключение.

Список литературы

1. Заева-Бурдонская, Е. А. Мультимедиа-дизайнер как направление подготовки дизайнера среды / Е. А. Заева-Бурдонская // Компьютер и визуальная культура дизайна в контексте эстетических, онтологических, аксиологических проблем и проектных технологий (Цифровая революция-2017) : Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 17 марта 2017 года. – Москва: Московская государственная художественно-промышленная академия им. С.Г. Строганова, 2017. – С. 248-250. – EDN YMMXDF.

2. О дизайнерах и колледже сегодня говорят Профессионалы сообщества дизайнеров и выпускники колледжа // Профессиональное образование. Столица. – 2010. – № 3. – С. 25а-30. – EDN LFUHWТ.

3. Еремина, Н. А. Проблемы формирования коммуникативных навыков сетевого взаимодействия в системе компетентностного обучения дизайнера одежды / Н. А. Еремина // Национальная Ассоциация Ученых. – 2015. – № 7-1(12). – С. 15-18. – EDN XXEDRJ.

4. Cultural code as a basis for the continuity of the development of creative competencies of students-designers in bachelor's and master's degree programs / K. Ivshin, T. Rusakova, E. Ponomarev [et al.] // 12th International Conference of Education, Research and Innovation ICERI 2019 Proceedings, Valencia, 11–13 ноября

2019 года. – Valencia: IATED Academy, 2019. – P. 10832-10840. – DOI 10.21125/ic-eri.2019.2663. – EDN HLWHRQ.

5. Чубур К.А., Струков И.И., Евдокимова С.А., Белокуров В.П., Платонов А.Д., Черкасов О.Н., Зольников К.В. Разработка математических моделей физических процессов в разнородной многослойной структуре при радиационном воздействии // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 125-133.

6. Чубур К.А., Струков И.И., Евдокимова С.А., Волков В.С., Платонов А.Д., Черкасов О.Н., Чевычелов Ю.А. Математическая модель поглощения энергии излучения многослойной структурой и решение сеточным методом // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 133-140.

7. Сазонова С.А., Николенко С.Д., Володкин Д.А. Процесс мониторинга технического состояния перекрытий и балок каркасного здания // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 54-67.

8. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Zaeva-Burdonskaya, E. A. Multimedia designer as a direction in training an environmental designer / E. A. Zaeva-Burdonskaya // Computer and visual culture of design in the context of aesthetic, ontological, axiological problems and design technologies (Digital Revolution-2017) : Collection of proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Moscow, March 17, 2017. – Moscow: Moscow State Academy of Arts and Industry named after. S.G. Stroganova, 2017. – P. 248-250. – EDN YMMXDF.

2. Professionals in the design community and college graduates are talking about designers and college today // Professional education. Capital. – 2010. – No. 3. – P. 25a-30. – EDN LFUHWT.

3. Eremina, N. A. Problems of developing communication skills of network interaction in the system of competency-based training for clothing designers / N. A. Eremina // National Association of Scientists. – 2015. – No. 7-1(12). – pp. 15-18. – EDN XXEDRJ.

4. Cultural code as a basis for the continuity of the development of creative competencies of student-designers in bachelor's and master's degree programs / K. Ivshin, T. Rusakova, E. Ponomarev [et al.] // 12th International Conference of

Education , Research and Innovation ICERI 2019 Proceedings, Valencia, November 11–13, 2019. – Valencia: IATED Academy, 2019. – P. 10832-10840. – DOI 10.21125/iceri.2019.2663. – EDN HLWHRQ.

5. Chubur K.A., Strukov I.I., Evdokimova S.A., Belokurov V.P., Platonov A.D., Cherkasov O.N., Zolnikov K.V. Development of mathematical models of physical processes in a heterogeneous multilayer structure under radiation exposure // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 1. – P. 125-133.

6. Chubur K.A., Strukov I.I., Evdokimova S.A., Volkov V.S., Platonov A.D., Cherkasov O.N., Chevychelov Yu.A. Mathematical model of absorption of radiation energy by a multilayer structure and solution using the grid method // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 1. – P. 133-140.

7. Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Volodkin D.A. The process of monitoring the technical condition of floors and beams of a frame building // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 2. – P. 54-67.

8. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ФОРМАТИРОВАНИЕ ТРЁХМЕРНЫХ ГРАФИКОВ И ГРАФИКОВ В ПОЛЯРНЫХ КООРДИНАТАХ

Б.С. Матвийчук¹, А.Е. Наденов¹, Г.А. Спесивцев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются методы и техники форматирования трёхмерных графиков и графиков в полярных координатах с использованием компьютерной системы MathCad, рекомендации по оптимальному использованию инструментов форматирования и визуализации для более наглядного представления данных.

Ключевые слова: форматирование графиков, трёхмерные графики, визуализация данных, полярные графики, компьютерная система MathCAD.

FORMATTING THREE-DIMENSIONAL GRAPHS AND POLAR COORDINATE GRAPHS

B.S. Matviychuk¹, A.E. Nadenov¹, G.A. Spesivtsev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses methods and techniques for formatting three-dimensional graphs and graphs in polar coordinates using the MathCad computer system, recommendations on the optimal use of formatting and visualization tools for a more visual representation of data.

Keywords: graphs formatting, three-dimensional graphs, data visualization, graphs in polar coordinates, MathCAD computer system.

В современную цифровую эпоху объем информации, с которой приходится работать, постоянно растет. Собранные данные, обычно, представлены в виде сухих цифр в таблицах, которые сложно понять без дополнительных пояснений. Графики - отличный способ визуализировать данные и облегчить их понимание. В большинстве случаев, они закрывают потребность в быстрой и достаточно информативной визуализации данных. График показывает зависимость

показателя от времени (обычно, расположенной по оси абсцисс) или позволяет сравнивать показатели между собой (если их много).

У MathCAD есть хороший инструментарий для гибкой работы с любым типом графиков. По умолчанию, если пользователь ввёл данные только для оси ординат, система автоматически определит диапазон для аргумента на оси абсцисс от -10 до 10 с шагом 1, а количество точек на графике – 100. Через эти точки можно провести линии, что более наглядно покажет последовательное изменение значений во времени.

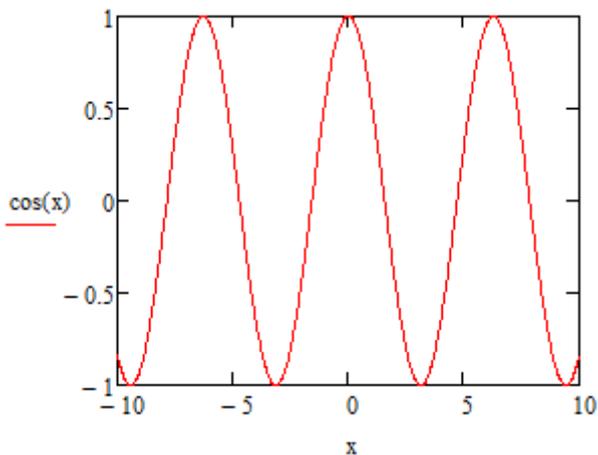


Рисунок 1 – Простой двумерный график

Если же пользователь вводит свою переменную на оси абсцисс, тогда количество точек может контролироваться с помощью с помощью шага этой переменной.

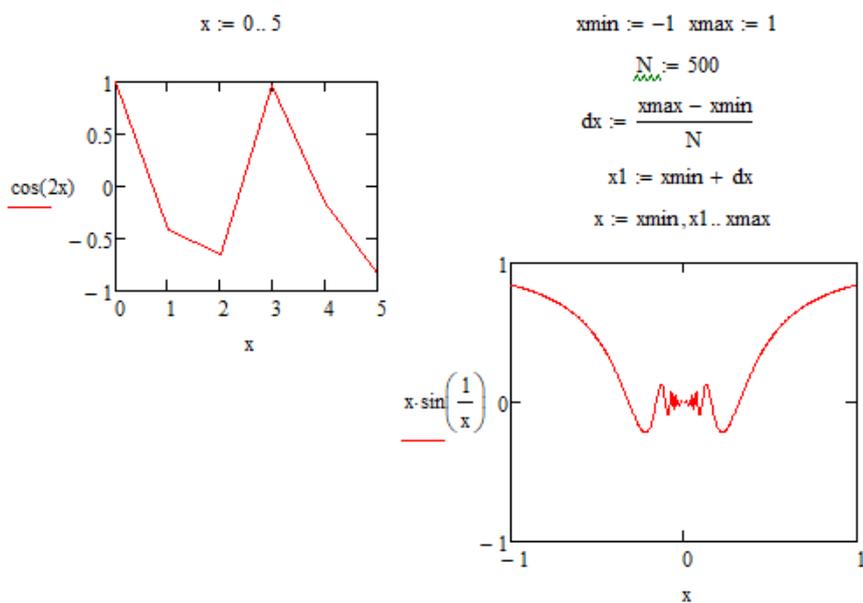


Рисунок 2 – Построение графика с помощью интервальной переменной (слева) и при заданном количестве точек (справа)

Стандартные графики, обычно, включают в себя только базовый функционал для быстрой визуализации данных. MathCAD позволяет форматировать стандартные графики, что может повысить их понимание, например, для сторонних читателей, позволяет подчеркнуть ключевые аспекты определённых данных и, банально, улучшить визуальное восприятие. Для начала форматирования достаточно выделить нужный график и дважды нажать по нему левой кнопкой мыши, после чего откроется окно форматирования графика. В нём есть множество параметров, которые позволяют настроить любой аспект внешнего вида графика, вроде положения и ориентации графика в пространстве, его расцветку, границы и присвоить название осям и самому графику.

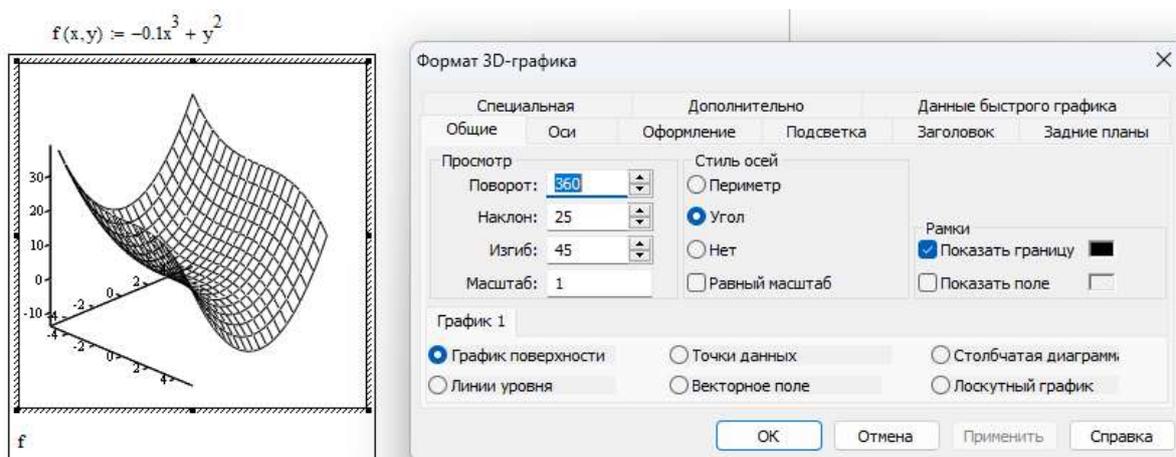


Рисунок 3 – Стандартный трёхмерный график и окно форматирования трёхмерного графика

На вкладке «Общие» можно изменить вид графика, его ориентацию в пространстве, стиль линий осей и граней куба, окружающего график.

Во вкладке "Оси", для каждой из осей, можно настроить цвет линий, их толщину, отображения подписей и формат чисел.

На вкладке «Оформление» можно изменить параметры линий, точек и заливки поверхности: настроить цвета для каждого из этих компонентов, типы их отображения, размеры линий и точек.

Вкладка «Подсветка» позволяет включить несколько различных источников света, настроить их основной, рассеянный и отраженный цвета, направление источника, или выбрать готовую схему светов.

Вкладка «Заголовок» позволяет задать, собственно, заголовок графика. Заголовков можно разместить сверху графика или снизу него.

На вкладке «Задние планы», для каждой из плоскостей, можно включить и настроить отображение сетки линий осей и заливку заднего плана.

Во вкладке «Дополнительно» можно добавить эффекты, вроде тумана и блеска, выбрать шаблон для карты цветов графика и изменить дистанцию зрителя от графика.

Вкладка «Данные быстрого графика» позволяет установить диапазон изменения координат осей X и Y и выбрать тип координатной системы (декартовы, сферические или цилиндрические).

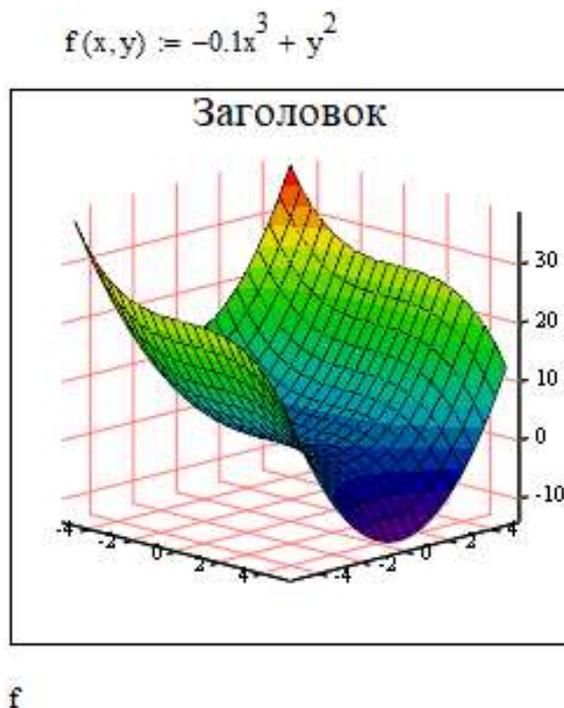


Рисунок 4 – Трёхмерный график после форматирования

Форматирование доступно и для полярного графика. Он имеет сходные с двумерным графиком настройки форматирования, расходятся только некоторые пункты в настройках осей. Для вызова окна форматирования так же достаточно выделить нужный график и дважды щёлкнуть по нему.

Во вкладке «Полярные оси» можно установить тип масштабирования (логарифмический или линейный), отображение радиальной и угловой сетки и выбрать стиль оси: «Периметр» будет отображать границу вокруг полярного графика, «Прямоугольная сетка» - две перпендикулярных линии, пересекающихся в центре графика или отключить отображение оси вообще.

На вкладке «Трассировка» изменяются характеристики кривых, отображающих функции графика. Максимальное их количество на одном графике – 16. Для каждой кривой может быть установлен свой цвет, тип линии и т.п.

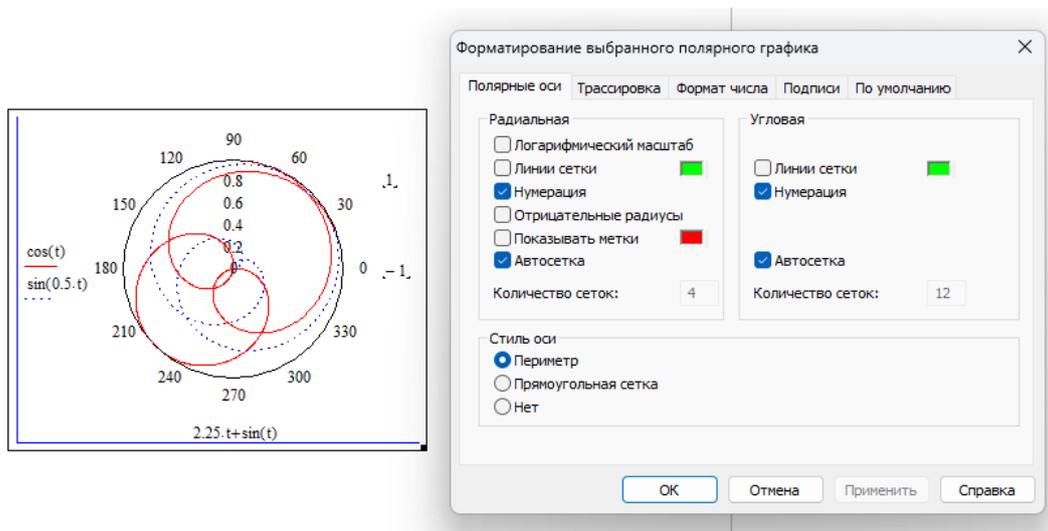


Рисунок 5 – Стандартный полярный график нескольких функций

Во вкладке «Формат числа» позволяет настроить формат отображения чисел. На выбор даны такие форматы, как «Десятичный», «Научный», «Инженерный» и «Дробь».

Заголовок для полярного графика можно установить на вкладке «Подпись» с возможностью выбора верхнего или нижнего его положения.

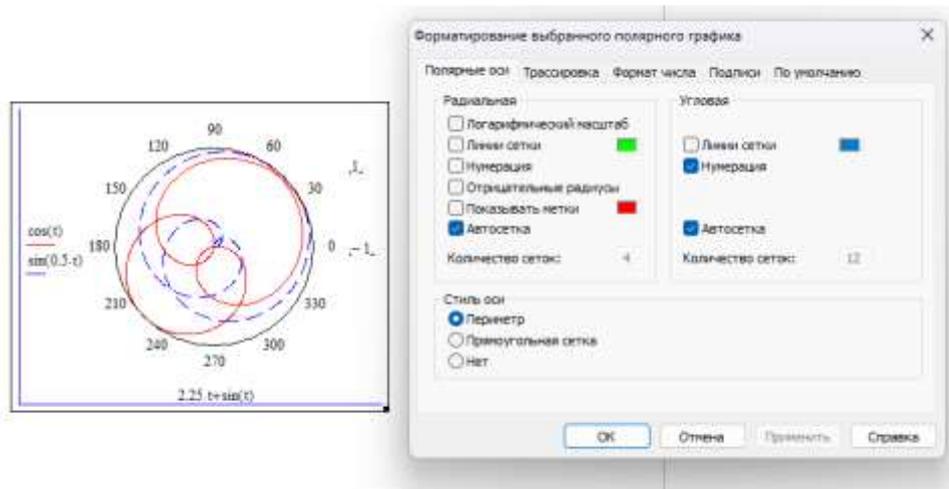


Рисунок 6 – Полярный график после форматирования

Список литературы

1. НОУ ИНТУИТ | Data Mining. Лекция 16: Способы визуального представления данных. Методы визуализации – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/188> (Дата обращения: 13.03.2024)
2. График | Аналитические задачи в бизнесе – URL: https://ru.hexlet.io/courses/analytics-in-business/lessons/multiline-chart/theory_unit (Дата обращения: 14.03.2024)

3. ГЛАВА 6 Трехмерный визуальный анализ данных – URL: <https://hr-portal.ru/statistica/gl6/gl6.php> (Дата обращения: 14.03.2024)
4. Богданова, Д.Р. Обзор методов оценки эмоциональной окраски текстов / Д.Р. Богданова, А.М. Рахимов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 11-16. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-11-16.
5. Форматирование трехмерных графиков – URL: <https://studylib.ru/doc/137798/formatirovanie-trehmernyh-grafikov> (Дата обращения: 13.03.2024)
6. Использование пакета mathcad как средства персонализированного обучения математике при реализации функционально-графической линии. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-paketa-mathcad-kak-sredstva-personalizirovannogo-obucheniya-matematike-pri-realizatsii-funktsionalno-graficheskoy/viewer> (Дата обращения: 14.03.2024)
7. Суханов, В.В. Аналитическое обеспечение организации данных в распределенных информационных системах критического применения / В.В. Суханов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 60-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-60-67.
8. Форматирование трехмерных графиков – URL: <http://www.mathcad12.ru/16/index16.html> (Дата обращения: 13.03.2024)
9. Руководство пользователя Mathcad – URL: http://old.exponenta.ru/soft/mathcad/usersguide/chapter20/20_3.asp (Дата обращения: 14.03.2024)
10. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. KNOW INTUIT | Data Mining. Lecture 16: Ways of visual representation of data. Visualization methods – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/188> (Date of application: 03/13/2024).
2. Schedule | Analytical tasks in business – URL: https://ru.hexlet.io/courses/analytics-in-business/lessons/multiline-chart/theory_unit (Date of application: 03/14/2024).
3. CHAPTER 6 Three-dimensional visual data analysis – URL: <https://hr-portal.ru/statistica/gl6/gl6.php> (Date of application: 03/14/2024).

4. Sukhanov, V.V. Analytical support for data organization in distributed information systems of critical application / V.V. Sukhanov // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 3. – pp. 60-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-60-67.
5. Formatting three-dimensional graphs - URL: <https://studylib.ru/doc/137798/formatirovanie-trehmernyh-grafikov> (Date of application: 03/13/2024).
6. Using the mathcad package as a means of personalized teaching mathematics in the implementation of a functional graphic line -URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-paketa-mathcad-kak-sredstva-personalizirovannogo-obucheniya-matematike-pri-realizatsii-funktsionalno-graficheskoy/viewer> (Date of application: 03/14/2024).
7. Bogdanova, D.R. Review of methods for assessing the emotional coloring of texts / D.R. Bogdanova, A.M. Rakhimov // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 3. – pp. 11-16. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-11-16.
8. 16.4.2. Formatting of three-dimensional graphs - URL: <http://www.mathcad12.ru/16/index16.html> (Date of application: 03/13/2024).
9. Mathcad User's Guide – URL: http://old.exponenta.ru/soft/mathcad/usersguide/chapter20/20_3.asp (Date of application: 03/14/2024).
10. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ РАСЧЕТА И АНАЛИЗА ТЕПЛО-, ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ ОТ ТРУДОСПОСОБНОЙ КАТЕГОРИИ НАСЕЛЕНИЯ

Д.А. Мельников¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа существующих информационных систем в области расчета и анализа тепло-, газовыделений на стадии создания систем микроклимата, которые рассчитывают расход приточного воздуха. Предложено моделирование собственной системы определения количества теплоступлений и газовых выделений при проектировании систем микроклимата в зданиях и помещениях, предназначенных для работы трудоспособной категории населения.

Ключевые слова: модуль, информационная система, моделирование, СанПиН, СНиП

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE MODULE FOR CALCULATION AND ANALYSIS OF HEAT AND GAS EMISSIONS FROM WORKING AGE POPULATION

D.A. Melnikov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents the results of an analysis of existing information systems in the field of calculation and analysis of heat and gas emissions at the stage of creating microclimate systems that calculate the flow of supply air. Modeling of our own system for determining the amount of heat input and gas emissions when designing microclimate systems in buildings and premises intended for the working population is proposed.

Keywords: module, information system, modeling, SanPiN, SNiP

В современном мире, особенно в урбанизированных районах, системы микроклимата, такие как системы кондиционирования воздуха, отопления и вентиляции, широко используются для обеспечения комфортных условий пребывания внутри помещений. Однако при разработке данных систем необходимо учитывать проблемы, связанные с выбросами тепла и газов в атмосферу.

При создании системы обеспечения микроклимата необходимо учитывать количество и вид вредных веществ, выделяемых человеком в зависимости от типа помещения и выполняемой в нем работы. В большинстве общественных зданий основным источником вредных веществ является человек, выделяющий тепло, влагу и газообразные вещества. Согласно СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», расход приточного воздуха должен рассчитываться с учетом выделяемых в помещении вредных веществ, как в теплый, так и в холодный период года [1].

Сравнение основных программ, используемых для проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа существующих информационных систем для работы логистического центра

Критерии сравнения	Наименование приложения		
	Aero master	Trace 700	ClimaWin
Тип приложения: -Web-сервис; -Десктопное приложение.	+ -	- +	- +
Зависимость от интернета	+	-	-
Обновление и поддержка	-	+	-
Бесплатное распространение	+	-	-
Учет параметров помещения	-	+	-
Учет категории работы	+	+	+
Функциональные возможности: - Расчет тепло- и газовыделения; - Формирование отчета по помещениям с предложением по улучшению	+ -	+ -	+ +

На основании рассмотренных аналогов можно сделать вывод, что процесс расчета и анализа тепло-, газовыделения от трудоспособной категории населения

во всех современных программных средствах несет скорее дополнительный функционал к основной части программы, а углубленный анализ тепло- и газовой выделений осуществляется вручную.

В связи с этим, принято решение об автоматизации данного процесса, то есть использовании программного модуля для выполнения следующих функций:

- оценка газовой выделений, тепловыделений внутри помещения;
- оценка воздухообмена в помещениях;
- определение количества рабочих мест в помещении.

Для наилучшего понимания устройства системы необходимо составить IDEF0-диаграммы работы программы, которая представлена на рис. 1-2.

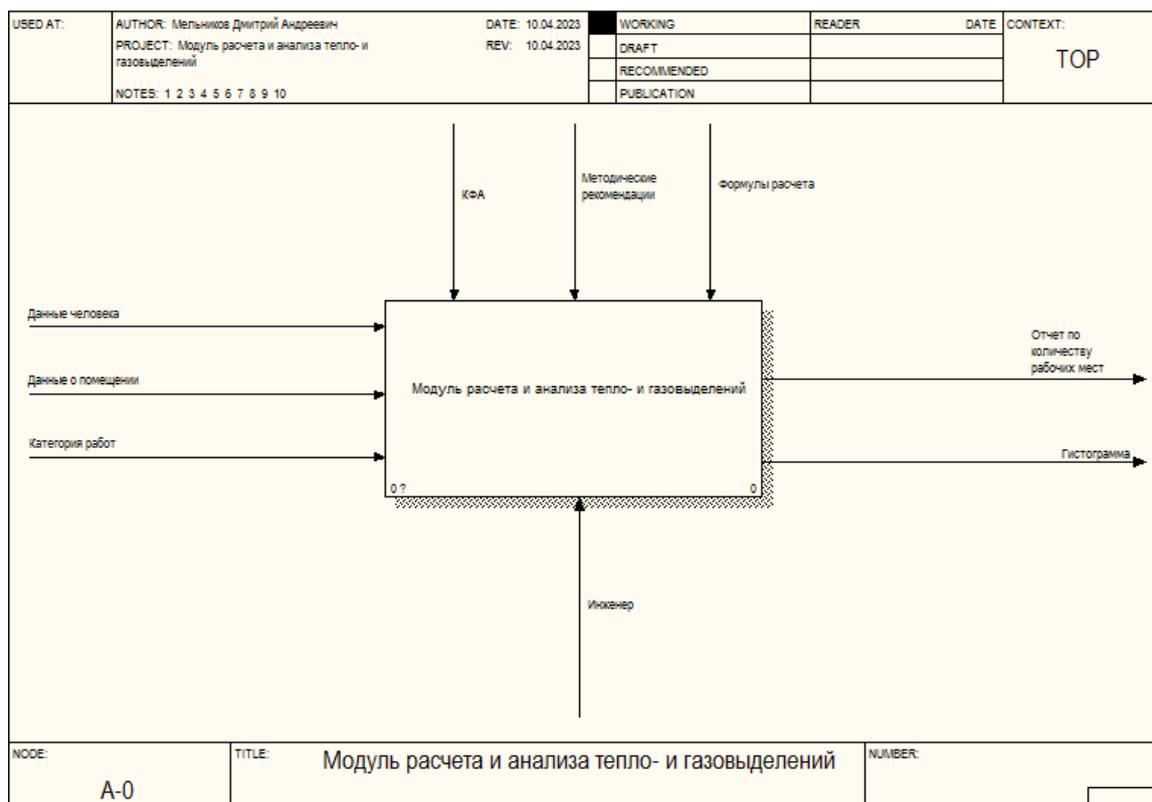


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма

На вход диаграммы поступают следующие данные: категория работ, данные о помещении, куда входят концентрация CO₂ в помещении, концентрация CO₂ в наружном воздухе, температура удаляемого воздуха, температура приточного воздуха, данные человека, куда входят ФИО, масса тела, возраст, пол.

Механизм выполнения вычислений – инженер.

Системы управления: КФА, методические рекомендации, формулы расчета.

Выходные данные: гистограмма и отчет по количеству рабочих мест.

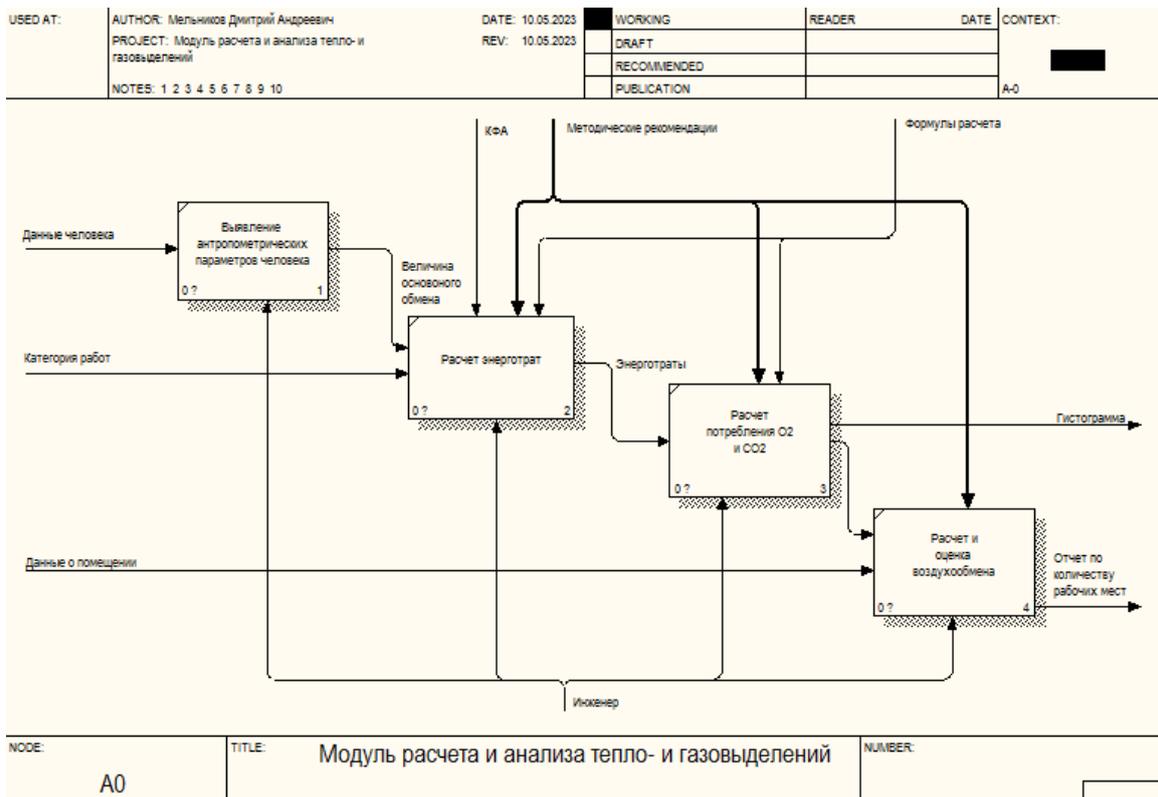


Рисунок 2 – Декомпозиция IDEF0-диаграммы

Процессы, представленные на диаграмме:

Выявление антропометрических параметров человека – процесс внесения данных о человеке с последующим расчетом его величины основного обмена.

Расчет энергозатрат – процесс расчета энергозатрат на основании внесенных данных человека, а также выбранной категории работ.

Расчет потребления O₂ и CO₂ – процесс расчета потребления O₂ и CO₂ человека.

Расчет и оценка воздухообмена – после расчета величин выбирается наибольшая, которая затем сравнивается с величиной нормального воздухообмена для помещения. По результатам сравнения делается вывод об оптимальном количестве рабочих мест в помещении.

Блок-схема процесса расчета количества рабочих мест представлена на рис. 3.

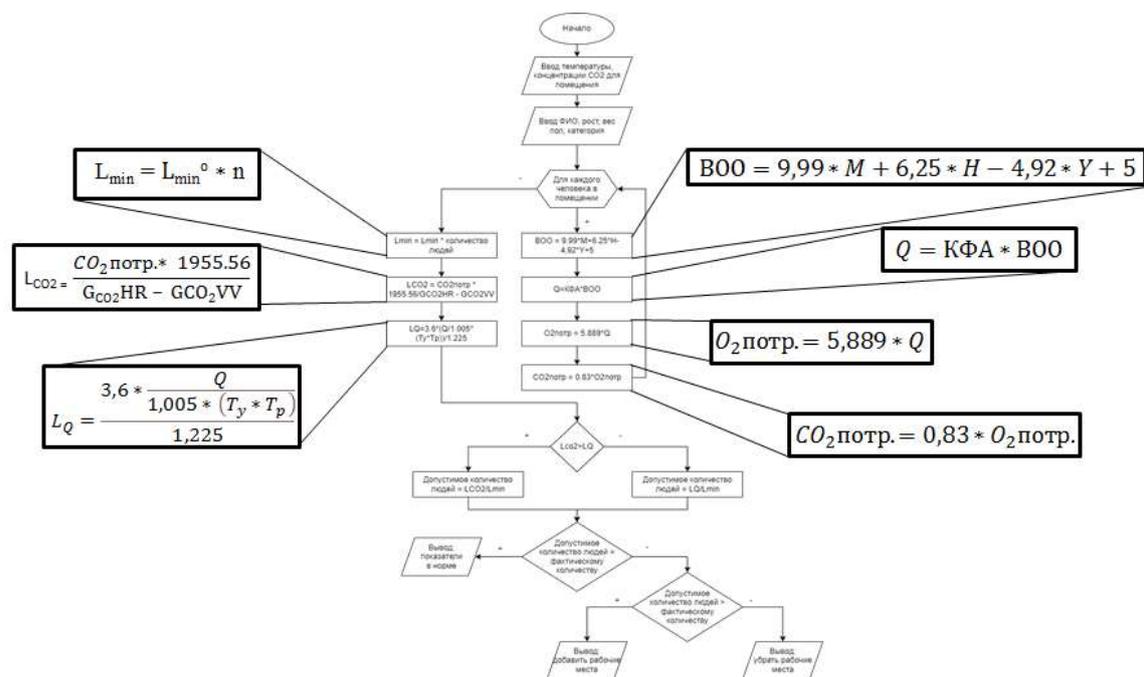


Рисунок 3 – Блок-схема процесса расчета количества рабочих места

Данная блок-схема отражает общую структуру и принцип работы модуля расчета. Завершающим этапом является моделирование интерфейса, рис. 4.



Рисунок 4 – Основное окно модуля расчета

Окно на рис. 4 является главным окном программы, так как здесь происходит расчет выделения энергии, кислорода и углекислого газа, а также реализованы вспомогательные средства, такие как: отчет и гистограмма.

Выводы

Современный мир постоянно развивается, строятся новые здания и сооружения, человечество увеличивается с каждым днем, всё это сдвигает современных людей к заострению собственного внимания на оптимизации рабочих мест,

проектированию систем микроклимата, согласно санитарным нормам и правилам.

Список литературы

1. Лобанов Д.В., Мерщев А.А., Соловьев С.А. Системы персональной энергосберегающей вентиляции офисных помещений // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2017. № 3(2). С. 60-69.
2. Лобанов Д. В. и др. Определение теплоступлений от человека с учетом энерготрат и физической активности //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. ВГ Шухова. – 2023. – №. 1. – С. 42-52.
3. Звягинцева, А.В. Моделирование процессов и разработка мероприятий по сокращению пылегазовыделения на карьерах горно-обогатительного комбината / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 26-32.
4. Методические рекомендации 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402716140/>.
5. Баканова С. В., Ерёмкин А. И. Методика оценки эффективности воздухораспределения и определения воздухообмена в помещениях хранения скоропортящейся продукции //Региональная архитектура и строительство. – 2015. – №. 2. – С. 130-135.
6. Переверзев П. П. Функциональное моделирование процессов организации производства на машиностроительных предприятиях //Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №. 2. – С. 259-259.
7. Лобанов Д. В. и др. Обоснование учета комплекса физических параметров человека при проектировании систем вентиляции //Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. – №. 1. – С. 48-58.
8. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Lobanov D.V., Mershchiev A.A., Solovyov S.A. Personal energy-saving ventilation systems for office premises // Housing and communal infrastructure. 2017. No. 3(2). pp. 60-69.
2. Lobanov D.V. et al. Determination of heat input from a person taking into account energy expenditure and physical activity // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after. VG Shukhova. – 2023. – No. 1. – pp. 42-52.
3. Zvyagintseva, A.V. Modeling of processes and development of measures to reduce dust and gas emissions in the quarries of a mining and processing plant / A.V. Zvyagintseva, S.A. Sazonova, V.V. Kulneva // Modeling of systems and processes. – 2019. – T. 12, No. 2. – P. 26-32.
4. Methodological Recommendations 2.3.1.0253-21 “Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation”. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402716140/>.
5. Bakanova S.V., Eremkin A.I. Methodology for assessing the efficiency of air distribution and determining air exchange in storage rooms for perishable products // Regional architecture and construction. – 2015. – No. 2. – pp. 130-135.
6. Pereverzev P. P. Functional modeling of production organization processes at machine-building enterprises // Modern problems of science and education. – 2012. – No. 2. – pp. 259-259.
7. Lobanov D.V. et al. Justification for taking into account the complex of physical parameters of a person when designing ventilation systems // Housing and communal infrastructure. – 2022. – No. 1. – pp. 48-58.
8. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Т.А. Мурадян¹, А.И. Заревич¹, Д.В. Шеховцов²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

²АО «Росэлектроника»

Аннотация. В современных условиях информационная безопасность является ключевым аспектом функционирования любой организации. Статья посвящена обзору фундаментальных принципов, методов проектирования и практических подходов к внедрению систем защиты информации. Рассматриваются стратегии защиты от внутренних и внешних угроз, а также анализируются актуальные требования и стандарты в области информационной безопасности. Особое внимание уделяется интеграции современных технологий защиты данных в бизнес-процессы компаний, что позволяет повысить их устойчивость к кибератакам и снизить риски утечки информации.

Ключевые слова: информационная безопасность, шифрование, целостность данных, управление доступом.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF INFORMATION SECURITY SYSTEMS

T.A. Muradyan¹, A.I. Zarevich¹, D.V. Shekhovtsov²

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

²JSC «Roselektronika»

Abstract. In modern conditions, information security is a key aspect of the functioning of any organization. The article is devoted to the review of fundamental principles, design methods and practical approaches to the implementation of information security systems. Strategies for protection against internal and external threats are considered, as well as current requirements and standards in the field of information security are analyzed. Special attention is paid to the integration of modern data protection technologies into the business processes of companies, which makes it possible to increase their resistance to cyber attacks and reduce the risks of information leakage.

Keywords: information security, encryption, data integrity, access control

Введение

В современном мире, где основным активом организаций является информация, важность её защиты не может быть переоценена. Проектирование и внедрение систем защиты информации (СЗИ) становится ключевой задачей для обеспечения конфиденциальности, целостности и доступности данных. С каждым годом увеличивается количество угроз, направленных на нарушение работы информационных систем, что делает этот процесс непрерывным и требующим постоянного совершенствования.

Процесс проектирования СЗИ требует комплексного подхода и включает в себя анализ рисков, выбор соответствующих технологий и методов защиты, а также их интеграцию в существующую инфраструктуру IT-системы. Внедрение же этих систем подразумевает не только техническую реализацию выбранных решений, но и обучение персонала, разработку политик безопасности и процедур реагирования на инциденты, чтобы обеспечить эффективное функционирование и управление системой защиты информации.

Проектирование систем защиты информации является сложным процессом, требующим интеграции технических и административных мер. В современном цифровом мире данные становятся ключевым ресурсом, обеспечивающим работоспособность бизнеса, государственных структур и частной жизни граждан. Этот процесс начинается с оценки угроз и рисков для информационных активов и определения требований к защите. Затем, на базе полученных данных, разрабатывается архитектура защиты, эффективно совмещающая в себе средства криптографической защиты, контроля доступа, обеспечения целостности и противодействия вредоносному ПО. Внедрение системы защиты информации завершается мониторингом эффективности и своевременным реагированием на угрозы.

Анализ угроз и уязвимостей информационных систем

В начальной фазе проектирования системы защиты информации ключевую роль играет анализ угроз и уязвимостей. Для этого оцениваются потенциальные риски, подвергаемые информационные активы, возможные каналы утечек данных и слабые звенья в инфраструктуре. Эксперты осуществляют классификацию угроз по источникам (внешние, внутренние), по типу (реальные, потенциальные) и по последствиям (утечка, искажение, уничтожение данных). В результате создается база данных уязвимостей, которая становится основой для

планирования мероприятий по повышению уровня безопасности и разработке архитектуры защищенной информационной системы.

Выбор и проектирование эффективных методов и средств защиты информации

В процессе выбора и проектирования методов и средств защиты информации критически важно опираться на комплексный анализ угроз и уязвимостей системы. Эффективность мер защиты напрямую зависит от точности определения актуальных векторов атак и потенциальных рисков для активов. Сбалансированный подход предполагает сочетание технических, программных и организационных мер. Разработка должна учитывать не только современные тенденции и стандарты в области информационной безопасности, но и предвидеть возможное развитие угрового ландшафта. При этом важно обеспечить гибкость системы защиты для её адаптации под изменяющиеся условия работы и требования, а также уделять внимание user experience, чтобы меры защиты не становились препятствием для пользователя.

Планирование и реализация процесса внедрения системы защиты информации

При планировании внедрения системы защиты информации важно рассмотреть несколько этапов. Вначале необходим анализ текущих рисков и уязвимостей, затем - разработка подходящей стратегии защиты. Выбор инструментов и технологий должен учитывать специфику компании и требования законодательства. Обучение персонала является ключевым для эффективной работы системы. В процессе реализации важно тестирование на возможные проблемы для их своевременного устранения. Постоянный мониторинг и адаптация системы обеспечат её актуальность и надёжность.

Оценка эффективности и поддержка системы защиты информации

Оценка эффективности системы защиты информации – ключевой этап, обеспечивающий её актуальность и надёжность. Аудит и регулярная проверка безопасности помогают выявлять уязвимости и прогнозировать потенциальные угрозы, что позволяет оперативно модернизировать систему. Поддержка системы предполагает обновление программного обеспечения, антивирусной защиты и патчей безопасности. Также важно проведение тренингов для сотрудников, повышающих их осведомлённость в вопросах кибербезопасности. Эти меры

способствуют поддержанию высокого уровня защиты информационных ресурсов организации.

Список литературы

1. Евдокимова С.А., Новикова Т.П., Новиков А.И. Алгоритм анализа клиентской базы торговой организации // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 24-35.

2. Тертерян А.С., Бровко А.В. Методы оптимизации в многокритериальных задачах с использованием локальной качественной важности критериев // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 107-114.

3. Евдокимова С.А., Фролов К.В., Новиков А.И. Анализ товарного ассортимента запасных частей дилерского предприятия автомобильного сервиса с помощью алгоритма FP-Growth // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 24-33.

4. Евдокимова, С.А. Применение алгоритмов кластеризации для анализа клиентской базы магазина / С.А. Евдокимова, А.В. Журавлев, Т.П. Новикова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 4-12. – DOI:10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.

5. Новикова, Т. П. Управление данными : лабораторный практикум / Т. П. Новикова. – Воронеж, 2022. – 106 с.

6. Куницын, В. И. Сравнение нотаций IDEF0 и ARIS EEPС / В. И. Куницын, С. А. Евдокимова, Т. П. Новикова // Современные цифровые технологии : Матер. II Всероссийской науч.-практ. конференции, Барнаул, 01 июня 2023 года / под общ. ред. А.А. Беушева, А.С. Авдеева, Е.Г. Боровцова, А.Г. Зрюмовой. – Барнаул : Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2023. – С. 197-200.

References

1. Evdokimova S.A., Novikova T.P., Novikov A.I. Algorithm for analyzing the customer base of a trade organization// Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 24-35.

3. Terteryan A.S., Brovko A.V. Optimization methods in multi-criteria problems using local qualitative importance of criteria// Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 107-114.

3. Evdokimova S.A., Frolov K.V., Novikov A.I. Analysis of the product range of spare parts of the automobile service dealer enterprise using the FP-Growth algorithm // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – pp. 24-33.

4. Evdokimova, S.A. Application of clustering algorithms for the analysis of the customer base of the store / S.A. Evdokimova, A.V. Zhuravlev, T.P. Novikova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 2. – pp. 4-12. – DOI:10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.

5. Novikova, T. P. Data management: laboratory workshop / T. P. Novikova. – Voronezh : Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, 2022. – 106 p.

6. Kunitsyn, V. I. Comparison of IDEF0 and ARIS EEPIC notations / V. I. Kunitsyn, S. A. Evdokimova, T. P. Novikova // Modern digital technologies : Materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference, Barnaul, June 01, 2023 / Under the general editorship of A.A. Beushev, A.S. Avdeev, E.G. Borovtsov, A.G. Zryumov. – Barnaul: Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 2023. – pp. 197-200.

РАЗРАБОТКА РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ: ИНТЕГРАЦИЯ С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ПЛАТФОРМАМИ

М.А. Осипов¹, Н.Ю. Заленская¹, Н.Н. Литвинов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Современное образование ставит перед собой задачу не только передачи знаний, но и развития критического мышления, самостоятельности и инициативности у студентов. Рейтинговая система оценки, основанная на комплексном подходе к оценке учебной активности студента, вносит значительный вклад в решение этой задачи. Она позволяет прозрачно и объективно оценивать успехи студентов, мотивируя их к дальнейшему развитию. В данной статье будет рассмотрена методология разработки такой системы и её интеграция с современными образовательными платформами.

Ключевые слова: образовательная платформа, оценивание успеваемости, высшее образование

DEVELOPMENT OF A RATING SYSTEM FOR ASSESSING STUDENT KNOWLEDGE: INTEGRATION WITH AUTOMATED EDUCATIONAL PLATFORMS

M.A. Osipov¹, N.Yu. Zalenskaya¹, N.N. Litvinov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. Modern education sets itself the task of not only transferring knowledge, but also developing critical thinking, independence and initiative among students. The rating assessment system, based on an integrated approach to assessing a student's educational activity, makes a significant contribution to solving this problem. It allows you to transparently and objectively evaluate the success of students, motivating them for further development. This article will discuss the methodology for developing such a system and its integration with modern educational platforms.

Keywords: educational platform, assessment of academic performance, higher education

Рейтинговая система оценки знаний студентов предполагает накопление баллов за выполнение различных видов учебной активности: лекционные курсы, семинары, лабораторные работы, курсовые проекты, самостоятельные и исследовательские задания. Ключевой особенностью такой системы является возможность адаптации под специфику образовательного процесса в разных учебных заведениях и дисциплинах.

Принципы формирования рейтинга

1. **Комплексность:** Оценка должна учитывать разнообразные аспекты образовательной деятельности студента.
2. **Объективность:** Критерии и баллы за каждый вид деятельности должны быть четко определены и прозрачны.
3. **Динамичность:** Система должна позволять отслеживать прогресс студента в течение всего периода обучения.
4. **Мотивация:** Рейтинговая система должна способствовать повышению интереса студентов к учебному процессу и их активному участию.

Более детально, общий рейтинг ($R_{\text{общ}}$) может включать в себя следующие компоненты:

1. **Академическая успеваемость ($R_{\text{акад}}$):** Оценки за экзамены, зачеты, курсовые работы и проекты.
2. **Научная деятельность ($R_{\text{науч}}$):** Участие в научных конференциях, публикации.
3. **Публичные выступления ($R_{\text{выст}}$):** Участие в дебатах, конкурсах, олимпиадах.
4. **Социальная активность ($R_{\text{соц}}$):** Участие в волонтерских проектах, общественной жизни университета.

Общий рейтинг студента может быть выражен как:

$$R_{\text{общ}} = \alpha R_{\text{акад}} + \beta R_{\text{науч}} + \gamma R_{\text{выст}} + \delta R_{\text{соц}}$$

где $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – коэффициенты важности каждой компоненты, что позволяет гибко настраивать систему в зависимости от специфики учебного заведения и направления подготовки

Для создания алгоритма, описывающего процесс реализации и функционирования рейтинговой системы оценки знаний студентов с использованием C++, можно воспользоваться следующими шагами:

1. **Определение структуры данных для хранения информации о студентах.**

- Создание класса StudentActivity для хранения имени студента и его баллов по академической деятельности, научной работе, публичных выступлениях и социальной активности.
- 2. Разработка функции для расчета общего рейтинга.
 - В классе StudentActivity реализация метода calculateTotalRating, принимающего коэффициенты значимости каждой деятельности ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) и вычисляющего общий рейтинг как сумму произведений баллов по каждому направлению на соответствующий коэффициент.
- 3. Считывание и обработка данных о студентах.
 - Определение функций для считывания данных из внешних источников (файлов, баз данных), их парсинга и инициализации объектов класса StudentActivity.
- 4. Вычисление и вывод результатов.
 - Для каждого студента вызов метода calculateTotalRating и вывод полученного рейтинга на экран или сохранение его в файл/базу данных для дальнейшего анализа.
- 5. Главная функция.
 - В функции main организация чтения данных о студентах, инициализация объектов StudentActivity и вызов функций для расчета и вывода рейтингов.

Алгоритмически это можно представить так:

начало

создать класс StudentActivity с полями:

- name (имя студента)
- academicPerformance (академическая деятельность)
- researchActivity (научная деятельность)
- publicSpeaking (публичные выступления)
- socialActivity (социальная активность)

создать метод calculateTotalRating для класса StudentActivity:

входные данные: alpha, beta, gamma, delta (коэффициенты значимости деятельностей)

общий рейтинг = (academicPerformance * alpha) + (researchActivity * beta) +

(publicSpeaking * gamma) + (socialActivity * delta)

вывод общего рейтинга

в функции main:

считать данные о студентах

для каждого студента:

инициализировать объект StudentActivity

вызвать метод calculateTotalRating

вывести общий рейтинг студента

конец

Выводы

Рейтинговая система оценки знаний студентов является важным инструментом современного образовательного процесса. Её разработка и интеграция требуют тщательного анализа и понимания целей и задач образовательной программы. Применение такой системы позволяет не только повысить мотивацию студентов к учебе, но и сделать процесс оценки их знаний и умений более объективным и прозрачным.

Внедрение рейтинговой системы способствует формированию комплексного подхода к обучению, где важное место занимает не только получение теоретических знаний, но и развитие практических навыков, участие в научной и общественной жизни учебного заведения. Это подразумевает создание условий для всестороннего развития личности студента, стимулирование его к самосовершенствованию и самореализации.

Завершая, хочется отметить, что успешное внедрение и функционирование рейтинговой системы оценки требует не только использования передовых технологий и методик, но и постоянного диалога между всеми участниками образовательного процесса: администрацией учебного заведения, преподавателями, студентами и их родителями. Только совместными усилиями можно достичь поставленных целей и сделать образование максимально эффективным и соответствующим современным требованиям.

Список литературы

1. Дьяков С.Н. Фаткин В.А., Система рейтинговой оценки знаний студентов / Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса 2021 - С. 78–81.

2. Теребова Е. Н., Сергиенко Л. А., Павлова М. А. Разработка рейтинговой системы оценивания результатов обучения студентов экологических направлений подготовки // Принципы экологии. 2023. Т. 14. № 4. С. 3–2.

3. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

4. Новикова, Т. П. Математическая модель распределения трудовых ресурсов при технической эксплуатации и ремонте автотранспортных средств / Т. П. Новикова, А. И. Новиков, С. В. Дорохин // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса : Материалы 5-й Междунар. науч.-практ. интернет-конференции, Орел, 18–20 апреля 2016 года / под общ. ред. А.Н. Новикова. – Орел, 2016. – С. 133-139.

References

1. Dyakov S.N. Fatkin V.A., System of rating assessment of students' knowledge / Territory of new opportunities. Bulletin of the Vladivostok State University of Economics and Service 2021 - pp. 78–81.

2. Terebova E. N., Sergienko L. A., Pavlova M. A. Development of a rating system for assessing the learning outcomes of students in environmental training // Principles of Ecology. 2023. T. 14. No. 4. P. 3–2.

3. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. Using third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 2. – P. 33-41.

4. Novikova, T. P. Mathematical model of distribution of labor resources during technical operation and repair of vehicles / Т. П. Novikova, А. И. Novikov, S. V. Dorokhin // Current issues of innovative development of the transport complex: Materials 5th Int. scientific-practical Internet conferences, Orel, April 18–20, 2016 / general. ed. A.N. Novikova. – Orel, 2016. – pp. 133-139.

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ПЕРСОНАЛЬНЫХ НОСИМЫХ УСТРОЙСТВ

В.И. Анциферова¹, А.С. Фролов¹, В.С. Шапкин¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются принципы работы и основы Wi-Fi сетей, их безопасность и средства защиты.

Ключевые слова: Wi-Fi, беспроводные сети, безопасность, протокол безопасности, хакерские атаки.

SECURITY ANALYSIS OF WIRELESS NETWORKS OF PERSONAL WEARABLE DEVICES

V.I. Antsiferova¹, A.S. Frolov¹, V.S. Shapkin¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses the principles of operation and fundamentals of Wi-Fi networks, their security and means of protection.

Keywords: Wi-Fi, wireless networks, security, security protocol, hacker attacks.

В современном мире беспроводные технологии обмена информацией на основе стандартов IEEE 802.11 заняли очень важное место. Беспроводные сети – это сети радиосвязи, которые удобны в использовании, имеют неплохую пропускную способность и относительно недорогие для общественного пользования. Подключение персональных устройств к сети Ethernet все реже происходит с помощью кабеля, но вместе с этим повышаются требования к защите информации в беспроводных сетях.

Международные хакерские группировки, такие, как Anonymous, кибер вымогатели Conti и другие активно пытаются внедряться в важнейшие Российские

ресурсы и нарушать их работоспособность. Например, 9 мая 2022 года была проведена мощнейшая АРТ- атака на видео хостинг “Rutube”, в результате чего доступ к сервису был потерян почти на день. Хакеры влезли в систему, модифицировали код так, чтобы он удалял данные сервиса из хранилища. Конечно, простые люди не являются целью этих группировок, однако, и на территории нашей страны немало мелких бандитских групп, занимающихся взломом, кражей денег и информации у простых людей. Примерно половина атак и взломов происходит по слабо защищенным Wi-Fi сетям и каналам. Именно поэтому тема кибер безопасности и безопасности Wi-Fi сетей крайне важна, и каждый человек должен надежно защищать свои персональные устройства и данные.

Стандарты работы Wi-Fi. Рассмотрим работу сети на примере подключения к интернету в квартире. Через сетевой интернет-кабель роутер получает трафик, преобразовывает его в радиоволны и транслирует в виде радиосигналов.

Приемник, коим может являться компьютер, ноутбук, планшет, смартфон, ТВ, видит эти волны, принимает и декодирует их.

Характеристики стандарта. За все годы развития технологии было множество вариаций и версий стандарта. Рассмотрим основные стандарты Wi-Fi 802.11 (рис. 1).

Протокол	Тактовая частота	Ширина канала	MIMO	Макс. скорость передачи данных (теоретическая)
802.11ax	2,4 или 5 ГГц	20, 40, 80, 160 МГц	Многопользовательский (MU-MIMO)	2,4 Гбит/с ¹
802.11ac wave2	5 ГГц	20, 40, 80, 160 МГц	Многопользовательский (MU-MIMO)	1,73 Гбит/с ²
802.11ac wave1	5 ГГц	20, 40, 80 МГц	Однопользовательский (MIMO SU)	866,7 Мбит/с ²
802.11n	2,4 или 5 ГГц	20, 40 МГц	Однопользовательский (MIMO SU)	450 Мбит/с ³
802.11g	2,4 ГГц	20 МГц	Н/Д	54 Мбит/с
802.11a	5 ГГц	20 МГц	Н/Д	54 Мбит/с
стандарт 802.11b	2,4 ГГц	20 МГц	Н/Д	11 Мбит/с
Устаревший версии 802.11	2,4 ГГц	20 МГц	Н/Д	2 Мбит/с

Рисунок 1 – Стандарты Wi-Fi

По спецификации 802.11a данные передаются со скоростью до 54 Мбит/с в секунду. Он предусматривает также мультиплексирование с ортогональным делением частот (orthogonal frequency-division multiplexing OFDM), более эффективную технику кодирования, предусматривающую разделение исходного сигнала на передающей стороне на несколько подсигналов. Такой подход

позволяет уменьшить воздействие помех. Радиус работы (дальность) в помещении – 35 м.

Спецификация 802.11b является самой медленной и наименее дорогой. На некоторое время, благодаря своей стоимости, она получила широкое распространение, но сейчас была вытеснена. Стандарт 802.11b предназначен для работы в диапазоне 2,4 ГГц. Скорость передачи данных составляет до 11 Мбит/с в секунду при использовании для повышения скорости манипуляции с дополняющим кодом. Радиус работы (дальность) в помещении – 38 м.

Спецификация 802.11g, как и 802.11b, предусматривает работу в диапазоне 2,4 ГГц, однако обеспечивает значительно большую скорость передачи данных - до 54 Мбит/с в секунду. Стоит заметить, что диапазон 2.4 ГГц не является лицензированным. Спецификация 802.11g быстрее, поскольку в ней используется такое же кодирование, как и в 802.11a. Радиус работы (дальность) в помещении – 38 м.

Самая широко распространенная спецификация - 802.11n. В ней существенно увеличена скорость передачи данных и расширен частотный диапазон. Спецификация 802.11n может обеспечить скорость передачи данных 140 Мбит/с в секунду, в идеальных условиях. Радиус работы (дальность) в помещении – 70 м.

IEEE 802.11ac — спецификация, работающая в диапазоне частот 5 ГГц, получила название Wi-Fi 5. Позволяет существенно расширить пропускную способность сети, начиная от 433 Мбит/с и до 6,77 Гбит/с. Это наиболее существенное нововведение относительно IEEE 802.11n. Кроме того, ожидается снижение энергопотребления (Дж/бит), благодаря чему увеличится время автономной работы мобильных устройств. В 2020 г. заменена спецификацией IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6). Радиус работы (дальность) в помещении – 112 м.

Wi-Fi 6 - спецификация беспроводных локальных компьютерных сетей в наборе стандарта IEEE 802.11. В дополнение к использованию технологий MIMO, в стандарте WiFi 6 вводится режим ортогонального частотного мультиплексирования для улучшения спектральной эффективности, и модуляция для увеличения пропускной способности; хотя номинальная скорость передачи данных только на 37 % выше, чем в предыдущем стандарте IEEE 802.11ac, ожидается, что Wi-Fi 6 позволит в 4 раза увеличить среднюю пропускную способность. Устройства данного стандарта предназначены для работы в уже существующих диапазонах 2,4 ГГц и 5 ГГц, но могут включать дополнительные полосы частот в диапазонах от 1 до 7 ГГц.

802.11ad – самая быстрая, на данный момент, технология Wi-Fi, имеющая неофициальное название WiGig. Способна передавать данные со скоростью до 7 Гбит/с, однако сигнал действует только примерно на расстоянии до 10 метров. И передавать данные можно только в зоне прямой видимости. Именно поэтому 802.11ad не используется в беспроводных роутерах.

Возникающие при работе Wi-Fi сетей угрозы можно разделить на два типа:

- Прямые угрозы – возникают при передаче информации по беспроводному интерфейсу 802.11;
- Косвенные угрозы – связанные с наличием на объекте или рядом с объектом большого количества Wi-Fi сетей.

За последние несколько лет человечество наблюдало сильные вирусные атаки, такие как, например, Expetya и Wannacry, что говорит о наличии уязвимостей в информационной безопасности как домашних Wi-Fi сетей, так и больших корпоративных сетей. Хакеры, создатели вредоносных программ после создания ПО многократно тестируют и проверяют свой “продукт” на обнаружение популярными антивирусными программами и это дает плоды. Только через несколько часов хороший антивирус распознает угрозы и пополняет базу. Слабые “защитники” могут вовсе не успеть увидеть врага и будут сами заражены.

Самыми популярными угрозами являются:

- ботнеты;
- атаки на веб-приложения;
- шифровальщики;
- целевые атаки;
- фишинг;
- уязвимости в ОС;
- уязвимости в устанавливаемом ПО;
- нецелевые атаки.

Конечно, простые межсетевые экраны и средства защиты, изобретенные в далеких 2000х годах, можно забыть. Позже на их смену пришли многофункциональные интернет-шлюзы (MSBG), которые имеют неплохой функционал. И да, этот же обширный функционал используется хакерами, как разнообразие для выбора атакуемой цели. Сейчас же для защиты сетевого периметра используются современные шлюзы безопасности (UTM) (рис. 2) и усовершенствованные межсетевые экраны (NGFW) (рис. 3).

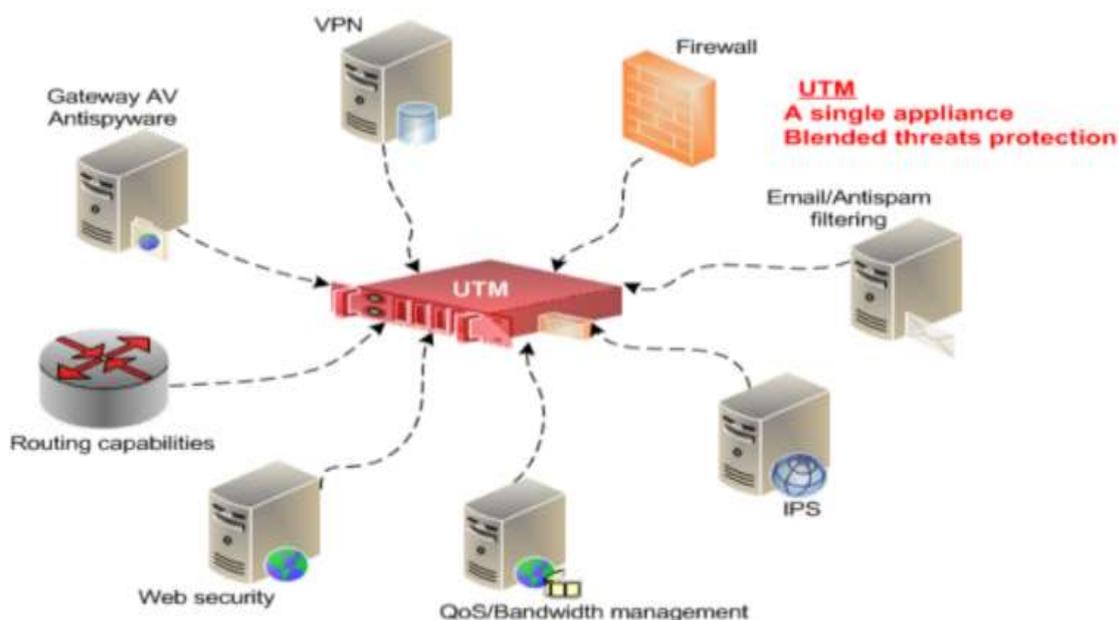


Рисунок 2 – Unified Threat Management

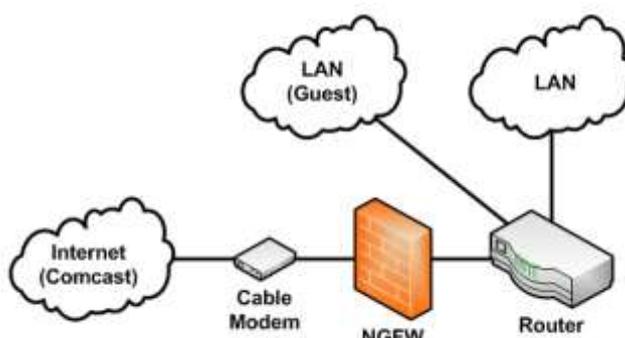


Рисунок 3 – Next-Generation Firewall

Отличие этих типов решений в наличии систем глубокого анализа входящего и исходящего трафика. Происходит анализ ошибок сетевых протоколов, характер сетевых соединений, обращения к подозрительным ресурсам и выявляются угрозы в обычном типе трафика. На каждом этапе развития беспроводных технологий росла и их защита. Внедрение и применение технологии TKIP (Протокол целостности временного ключа в протоколе защищённого беспроводного доступа Wi-Fi Protected Access) добавило к базовому шифрованию WEP немало функций, таких, как:

- TimeStamp – добавление метки времени в алгоритм шифрования MIC
- Счетчик последовательностей TKIP, который обеспечивает запись кадров, отправленных по уникальному MAC-адресу для предотвращения использования атаки методом повторения кадров

- Алгоритм смешивания ключей, который вычисляет для каждого кадра уникальный 128-битный ключ

Однако, TKIP был крайне уязвимым и на его замену пришел более безопасный Counter/CBC-MAC (CCMP), состоящий из двух алгоритмов

- CBC-MAC – для проверки целостности сообщений MIC
- AES шифрование в режиме счетчика

Никакие методы шифрования не спасут без установления подлинности и подтверждения запроса пользователя для подключения к сети, то есть без аутентификации. Только после выполнения аутентификации пользователь получает доступ к сети по безопасным каналам. Существуют следующие методы аутентификации:

Открытая. Защита сети на основе ограничения доступа, что не является безопасным способом. В запросе аутентификации присутствует только MAC – адрес. Используется статический WEP и SKIP

Аутентификация с общим ключом. Пользователь делает запрос на аутентификацию, в ответ получает подтверждение, содержащее 128 байт информации. Далее происходит WEP шифрование и тест отправляется точке доступа на расшифровку. В случае совпадения текста пользователь подключается к сети. Весьма уязвимая схема аутентификации, на нее проводятся атаки “Maninthemiddle”. Используется шифрование SKIP и динамический WEP.

Аутентификация по MAC – адресу. Метод поддерживается производителем Cisco и D-Link, однако в 802.11 не предусмотрен. MAC адрес сравнивается с таблицей разрешенных адресов и используется как дополнительная мера защиты.

- WPA. Промежуточный стандарт, включающий в себя новую систему аутентификации с помощью RADIUS сервера и предустановленного ключа WPA-PSK. Используется шифрование TKIP, расширение AES-CCMP, в качестве обратной совместимости WEP.

- WPA2. Довольно безопасный метод, в качестве шифра выбран блочный AES. Так же, как и в WPA, предусмотрено два варианта аутентификации.

- WPA3. В нем алгоритм TKIP/AES был заменен на шифрование SAE, также были устранены уязвимости, способствующие атакам KRACK. Протокол использует 192-битное шифрование, более устойчивое к взломам.

В итоге мы видим, что, даже при условии постоянно совершенствующихся средств защиты, улучшаются, и методы взлома, и каждый должен знать базовые принципы защиты себя и своих персональных устройств от интернет-атак.

Список литературы

1. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В. М. Вишнеvский [и др.]. – Москва : Техносфера, 2005. – 595 с.
2. Гордейчик С. В. Безопасность беспроводных сетей / С. В. Гордейчик, В.В. Дубровин. - Москва: Горячая линия - Телеком, 2008. - 288 с.
3. Технологии современных беспроводных сетей Wi-Fi. – Режим доступа: <https://okwifi.com/soveti/standarty-wifi.html>. – Заглавие с экрана.
4. Стандарты Wi-Fi: список самых распространенных протоколов. – Режим доступа: <https://wifigid.ru/poleznoe-i-interesnoe/standarty-wi-fi>. – Заглавие с экрана.
5. Взлом беспроводной сети: способы и программы. Режим доступа: <https://tproger.ru/articles/vzlom-wi-fisposoby-i-programmy/>. – Заглавие с экрана.
6. Wi-Fi сети: проникновение и защита. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/224955/>. – Заглавие с экрана.
7. Модификация метода поиска информации в сети интернет на основе использования методов индуктивного рассуждения / В. В. Лавлинский, А. Л. Савченко, И. А. Земцов, О. Г. Иванова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 61-67.

References

1. Broadband wireless information transmission networks / V.M. Vishnevsky [et al.]. - Moscow: Technosphere, 2005. – 595 p.
2. Gordeychik S.V. Security of wireless networks / S. V. Gordeychik, V. V. Dubrovin. – Moscow : Hotline-Telecom, 2008. – 288 p.
3. Technologies of modern wireless Wi-Fi networks. – URL: <https://okwifi.com/soveti/standarty-wifi.html>. – Title from the screen.
4. Wi-Fi standards: a list of the most common protocols. – URL: <https://wifigid.ru/poleznoe-i-interesnoe/standarty-wi-fi>. – Title from the screen.
5. Hacking a wireless network: methods and programs. – URL: <https://tproger.ru/articles/vzlom-wi-fisposoby-i-programmy/>. – Title from the screen.
6. Wi-Fi networks: penetration and protection. – URL: <https://habr.com/ru/post/224955/>. – Title from the screen.
7. Modification of the method of searching for information on the Internet based on the use of inductive reasoning methods / V. V. Lavlinsky, A. L. Savchenko, I. A. Zemtsov, O. G. Ivanova // Modeling of systems and processes. – 2019. – vol. 12, No. 1. – pp. 61-67.

СОВРЕМЕННЫЕ УЯЗВИМОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ И МАРШРУТИЗАТОРОВ

Д.Г. Пахомов¹, В.И. Анциферова¹, Ю.А. Чевычелов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются принципы работы и основы Wi-Fi сетей, их безопасность и средства защиты.

Ключевые слова: Wi-Fi, беспроводные сети, безопасность, протокол безопасности, хакерские атаки.

MODERN VULNERABILITIES OF WIRELESS NETWORKS AND ROUTERS

D.G. Pakhomov¹, V.I. Antsiferova¹, Yu.A. Chevychelov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses the principles of operation and fundamentals of Wi-Fi networks, their security and means of protection.

Keywords: Wi-Fi, wireless networks, security, security protocol, hacker attacks.

В настоящей эпохе цифровизации и постоянного прогресса технологий Wi-Fi сети стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Более того, они являются основой для подключения множества устройств, таких как смартфоны, планшеты, ноутбуки и даже умные домашние устройства. Однако, несмотря на все их преимущества, Wi-Fi сети также оказались подвержены различным уязвимостям в последние годы.

В данной статье будут рассмотрены некоторые из наиболее актуальных уязвимостей Wi-Fi сетей, маршрутизаторов и предоставлены рекомендации по их преодолению.

Недостаток в структуре стандарта IEEE 802.11. Данный недостаток вынуждает точки доступа передавать сетевые кадры в формате простого текста. Кадры или фреймы Wi-Fi (WiFi frame) представляют собой контейнеры данных, состоящие из заголовка, полезной нагрузки и трейлера. Они содержат такую информацию, как MAC-адрес источника и пункта назначения, а также данные для контроля и управления. Кадры упорядочиваются и имеют очередность, передаваясь контролируемым образом, чтобы избежать коллизий и максимизировать производительность обмена данными путем мониторинга состояний busy/idle для точек приема. Исследователи обнаружили, что упорядоченные/буферизованные кадры недостаточно защищены от злоумышленников, которые в итоге получают возможность манипулировать передачей данных, осуществлять спуфинг клиента, перенаправление и перехват кадров. «Описанная атака имеет масштабное влияние, так как затрагивает различные устройства и операционные системы (Linux, FreeBSD, iOS и Android), а также может быть использована для перехвата TCP-соединений, клиентского и сетевого трафика», – пишут специалисты. Проблема заключается в том, что стандарт IEEE 802.11 имеет энергосберегающие механизмы, которые позволяют устройствам экономить энергию за счет буферизации или постановки в очередь кадров, предназначенных для «спящих» устройств.

То есть, когда клиентская станция (принимающее устройство) переходит в спящий режим, она отправляет точке доступа кадр со специальным заголовком, содержащим «энергосберегающий» бит, после чего все кадры, предназначенные для этой станции, ставятся в очередь. Как только клиентская станция просыпается, точка доступа извлекает буферизованные кадры из очереди, шифрует и передает адресату. Однако стандарт не содержит явных указаний по управлению безопасностью для таких кадров в очереди, а также не устанавливает ограничений (например, не определяет, как долго кадры могут оставаться в таком состоянии). Эксперты объясняют, что злоумышленник может подделать MAC-адрес устройства в сети и передать «энергосберегающие» кадры точке доступа, вынудив ее поставить в очередь кадры, предназначенные для жертвы. После этого атакующий передает точке доступа кадр пробуждения и получает кадры из очереди.

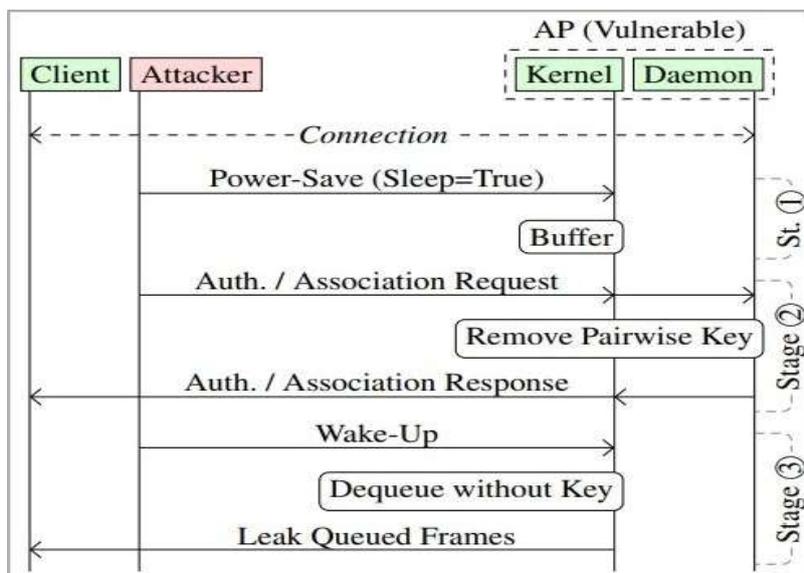


Рисунок 1 – Схема атаки

Доклад специалистов гласит, что передаваемые кадры обычно шифруются с помощью группового ключа шифрования, общего для всех устройств в сети Wi-Fi, или парного ключа шифрования, который уникален для каждого устройства и используется для шифрования кадров, которыми обмениваются конкретные устройства. Но злоумышленник может передать точке доступа кадры аутентификации и ассоциации, тем самым заставив ее передавать кадры в виде простого текста или шифровать их ключом, предоставленным самим атакующим. Перед такими атаками уязвимы самые разные модели сетевых устройств, производства Lancom, Aruba, Cisco, Asus и D-Link. Список протестированных специалистами девайсов приведен ниже.

Hardware	Software	SCO	FR
LANCOM LN-1700	10.42.0255	●	●
Aruba AP-305/7008	ArubaOS 8.4.0.0	●	●
Cisco Catalyst 9130	IOS XE 17.2.1.11	●	○
Hostapd on Linux	Version 2.10	●	●
Asus RT-AC51U	3.0.0.4.380_8591	●	○
D-Link DIR-853	ET853pnp-1.05-b55 ¹	●	—
D-Link DIR-853	OpenWRT 22.03	●	●
Cisco WAG320N	V1.00.08	●	—
Asus RT-N10	Tomato 1.28	●	—

Рисунок 2 – Уязвимый софт

Кроме того, исследователи предупреждают, что подобные атаки могут использоваться для внедрения вредоносного содержимого (например, JavaScript) в

TCP-пакеты. «Злоумышленник может использовать собственный сервер, подключенный к интернету, для инъекции данных в TCP-соединение путем инъекции off-path TCP-пакетов с поддельным IP-адресом отправителя. Это может быть использовано, например, для отправки вредоносного JavaScript-кода жертве в HTTP-соединениях с целью использования уязвимостей в браузере», — сообщается в отчете. Разработчики признают, что описанные атаки могут представлять угрозу для таких продуктов, как Cisco Wireless Access Point и Cisco Meraki с беспроводными возможностями. При этом, в компании отмечают, что полученные злоумышленником кадры вряд ли поставят под угрозу общую безопасность хорошо защищенной сети.

Блок уязвимостей маршрутизаторов, выявленных за март текущего 2024 года.

- Уязвимость интерфейса `apply.cgi` микропрограммного обеспечения маршрутизатора TRENDnet TEW-827DRU связана с непринятием мер по нейтрализации специальных элементов, используемых в команде ОС. Эксплуатация уязвимости может позволить нарушителю, действующему удаленно, повысить свои привилегии до уровня root-пользователя путём изменения параметров почтового запроса `usapps.config.smb_admin_name`.

- Уязвимость функции `formQuickIndex` файла `/goform/QuickIndex` микропрограммного обеспечения маршрутизатора Tenda AC18 связана с возможностью чтения данных за границами буфера в памяти. Эксплуатация уязвимости может позволить нарушителю, действующему удаленно, повысить свои привилегии путём записи специально сформированных данных в аргумент `PPROEPassword`.

- Уязвимость службы HNAP микропрограммного обеспечения маршрутизаторов D-Link DIR-822 связана с возможностью переполнения буфера на основе стека. Эксплуатация уязвимости может позволить нарушителю, действующему удаленно, выполнить произвольный код.

- Уязвимость функции `fromSetIpMacBind()` микропрограммного обеспечения маршрутизатора Tenda AC9 связана с чтением данных за границами буфера в памяти. Эксплуатация уязвимости может позволить нарушителю, действующему удаленно, выполнить произвольный код или вызвать отказ в обслуживании.

- Уязвимость функции `setDiagnosisCfg` файла `/cgi-bin/cstecgi.cgi` микропрограммного обеспечения маршрутизатора Totolink X6000R су-

ществует из-за непринятия мер по нейтрализации специальных элементов, используемых в команде операционной системы. Эксплуатация уязвимости может позволить нарушителю, действующему удалённо, выполнить произвольный код.

- Уязвимость функции `fromSysToolRestoreSet()` (`/goform/SysToolRestoreSet`) микропрограммного обеспечения маршрутизатора Tenda AC18 связана с недостаточной проверкой подлинности выполняемых запросов. Эксплуатация уязвимости может позволить нарушителю, действующему удаленно, осуществить CSRF-атаку.

- Уязвимость микропрограммного обеспечения Wi Fi роутеров TP-Link Archer AX50 (AX3000) связана с непринятием мер по защите структуры веб-страницы. Эксплуатация уязвимости может позволить нарушителю выполнить произвольный JavaScript-код при загрузке созданного правила перенаправления портов.

Меры по устранению/недопущению уязвимостей:

- использование систем обнаружения и предотвращения вторжений для отслеживания индикаторов компрометации;
- ограничение доступа из общедоступных сетей (Интернет);
- использование средств межсетевого экранирования уровня веб-приложений для ограничения возможности удалённого доступа;
- использование виртуальных частных сетей для организации удаленного доступа (VPN);
- отключение функционала удалённого администрирования;
- отключение/удаление неиспользуемых учётных записей пользователей;
- использование средств межсетевого экранирования и средств обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS) для отслеживания подключений к устройству.

Список литературы

1. Модификация метода поиска информации в сети интернет на основе использования методов индуктивного рассуждения / В. В. Лавлинский, А. Л. Савченко, И. А. Земцов, О. Г. Иванова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 61-67.

2. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В. М. Вишневецкий [и др.]. - Москва: Техносфера, 2005. - 595 с.

3. Гордейчик С.В. Безопасность беспроводных сетей / С. В. Гордейчик, В. В. Дубровин. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2008. - 288 с.

4. Технологии современных беспроводных сетей Wi-Fi. – Режим доступа: <https://okwifi.com/soveti/standarty-wifi.html>. – Заглавие с экрана.

5. Взлом беспроводной сети: способы и программы. – Режим доступа: <https://tproger.ru/articles/vzlom-wi-fisposoby-i-programmy/>. – Заглавие с экрана.

6. Wi-Fi сети: проникновение и защита. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/224955/>. – Заглавие с экрана.

7. Полуэктов А. В., Макаренко Ф. В., Ягодкин А. С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Modification of the method of searching for information on the Internet based on the use of inductive reasoning methods / V. V. Lavlinsky, A. L. Savchenko, I. A. Zemtsov, O. G. Ivanova // Modeling of systems and processes. – 2019. – vol. 12, No. 1. – pp. 61-67.

2. Broadband wireless information transmission networks / V. M. Vishnevsky [et al.]. - Moscow: Technosphere, 2005. - 595 p.

3. Gordeychik S. V. Security of wireless networks / S. V. Gordeychik, V. V. Dubrovin. - Moscow: Hotline - Telecom, 2008. - 288 p.

4. Technologies of modern wireless Wi-Fi networks. – URL: <https://okwifi.com/soveti/standarty-wifi.html>. – Title from the screen.

5. Hacking a wireless network: methods and programs. – URL : <https://tproger.ru/articles/vzlom-wi-fisposoby-i-programmy/>. – Title from the screen.

6. Wi-Fi networks: penetration and protection. – URL: <https://habr.com/ru/post/224955/>. – Title from the screen.

7. Poluektov A. V., Makarenko F. V., Yagodkin A. S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ДОСТАВКИ БАНКОВСКИХ ПРОДУКТОВ

Г.С. Петров¹, В.И. Анциферова¹, М.С. Котелевский¹, А.А. Михайлов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе проводится анализ методов и инструментов для выявления и формирования нефункциональных требований к программному обеспечению, которое обеспечивает доставку банковских продуктов на территории России.

Ключевые слова: Системный анализ, требования к ИС, нефункциональные требования, надёжность, нагрузка, курьерские услуги.

ANALYSIS AND DESIGN OF NON-FUNCTIONAL REQUIREMENTS TO THE INFORMATION SYSTEM FOR DELIVERY OF BANKING PRODUCTS

G.S. Petrov¹, V.I. Antsiferova¹, M.S. Kotelevsky¹, A.A. Mikhailov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper analyzes methods and tools for identifying and forming non-functional requirements for software that provides delivery of banking products in Russia.

Keywords: System analysis, requirements, non-functional requirements, reliability, workload, courier services.

В связи с очень быстрым развитием информационных технологий в финансовом секторе нашей страны, в банковской отрасли идёт конкуренция за каждого клиента. Сейчас любое физическое лицо может стать клиентом банка, буквально, за несколько минут, при помощи мобильного приложения. Помимо условий, которые предлагает кредитно-финансовое учреждение, клиенты банка обращают

большое внимание на такие факторы, как удобство использования сайта или приложения, скорость обработки финансовых транзакций или запросов, надёжность за хранения персональных данных и т.п. Все эти факторы описывают нефункциональные требования к программному обеспечению. Разработка программного обеспечения для доставки банковских продуктов является актуальной задачей, требующей учета множества нефункциональных требований.

Нефункциональные требования или атрибуты качества - это определенные свойства программного обеспечения, которые описывают то, как, с какими нагрузками, производительностью и качеством должен работать разрабатываемый программный продукт. Ошибочная или неточная реализация нефункциональных требований может принести компании существенные финансовые убытки.

Целью данной статьи является рассмотрение методов и инструментов, предназначенных для выявления и проектирования нефункциональных требований к ПО, реализующему доставку банковских продуктов. В работе будут рассмотрены различные подходы к определению требований к качеству, а также примеры их реализации в банковских системах.

Способы выявления нефункциональных требований

На начальном этапе разработки программного обеспечения (ПО), системный аналитик выявляет нефункциональные требования путём проведения интервью, фокус-групп или опросов. Данные критерии качества являются исходными, и не гарантируют бесперебойной работы системы. Однако на данной стадии проектирования системы может быть не сразу понятно точное количество пользователей, которые будут пользоваться функционалом. Только после того, как готовый продукт выпускается в продуктовую среду, для тестирования ограниченным количеством реальных пользователей, нефункциональные требования могут быть скорректированы, для удовлетворения потребностей всех клиентов банка.

Также, в последние годы, финансовые организации выпускают сезонные фиши и продукты, например, кредит на образование. Данный функционал активно используется клиентами не весь год, поэтому компании могут корректировать нефункциональные требования к ПО, чтобы использовать дополнительные ресурсы только тогда, когда это необходимо.

Виды нефункциональных требований

Доступность характеризует процент от всего времени работы информационной системы, в течение, которого она должна работать без технических про-

блем и сбоев. Другими словами, доступность системы рассчитывается как процентное соотношение времени, когда система работает стабильно, к временному интервалу, в течении которого происходят инциденты. В финансовой отрасли уровень доступности того или иного программного обеспечения зависит от критичности продукта. Например, сервис, который обрабатывает финансовые транзакции или переводы должен быть доступен, почти, девяносто девять процентов всего времени. В то время, как сервис по предоставлению информации всех отделений банка, может иметь доступность в девяносто семь процентов.

Надёжность — это требование к качеству ИС, описывающее процесс восстановления работоспособности систем после инцидента, сбоя или аварии.

Под надёжностью понимается автоматическое переключение основного потока входящих запросов на рабочие ноды кластера, в котором развёрнут сервис, автоматический перезапуск системы после падения системы или сохранение данных в случае аварийных ситуаций. Также необходимо учитывать дублирование критичных данных, которые могут быть потеряны, в случае падения сервиса. Для обеспечения своевременного обеспечения надёжности и доступности программного обеспечения, в ходе системного анализа и проектирования ИС настраиваются алерты или оповещения группы сопровождения. Оповещения в информационной системе — это уведомления или предупреждения, которые отправляются при возникновении события или состояния, требующего внимания. Эти оповещения могут быть вызваны различными причинами, такими как системные ошибки, угрозы безопасности или проблемы с производительностью. Для дублирования данных могут использоваться базы данных или другие виды хранилищ, информация из которых, после восстановления системы, должна реплицироваться в основной источник, для поддержания консистентности данных.

Масштабируемость — это способность или возможность информационной системы обрабатывать большее количество транзакций, или работать с большей нагрузкой. Масштабируемость может быть достигнута двумя способами: с помощью вертикального масштабирования, когда система увеличивает или уменьшает свою производительность путем изменения количества ресурсов на одном сервере, или горизонтальной, когда производительность увеличивается или уменьшается путем добавления или удаления серверов.

Вертикальное масштабирование предназначено для более быстрой адаптации программного обеспечения под увеличивающиеся потребности со стороны

пользователей или бизнеса. Это достигается путём увеличения ресурсов и производительности на уже имеющемся оборудовании. Данный вариант масштабирования имеет несколько узких мест, а именно:

1) При достижении лимита производительности, всё равно придётся применять горизонтальное масштабирование.

2) Необходимо тщательно контролировать нагрузку и балансировку входящих запросов, во избежание падения сервисов.

Горизонтальное масштабирование позволяет увеличить качество и производительность работы системы при помощи добавления новых узлов и инстансов серверов, т.е. добавлением железа. У горизонтального масштабирования есть множество преимуществ, в сравнении с вертикальным:

1) При падении или сбое на одном узле, весь входной поток запросов переправляется на другой узел, без потери данных.

2) Отсутствует необходимость в миграции инфраструктуры.

3) В данном случае не требуется дорогое оборудование, для бесперебойной обработки данных при пиковых нагрузках.

Производительность информационной системы определяет количество обрабатываемых операций или запросов за определённый промежуток времени. Производительность связана с такими характеристиками программного обеспечения, как пропускная способность и задержка. Пропускная способность показывает сколько одновременно получаемых на входе запросов может обработать система за определённый промежуток времени. Задержка, наоборот, демонстрирует среднее время исполнения одного запроса. Увеличение качества производительности может быть достигнуто с помощью оптимизации кодовой базы, перераспределения

нагрузки на другие инстансы или кэширования часто используемых данных.

Для того, чтобы определить уровень производительности информационной системы, необходимо рассчитать количество успешно обрабатываемых операций или запросов за определённый промежуток времени, обычно, за секунду.

Удобство использования — это требование к качеству программного обеспечения, которое предполагает удовлетворение всех требований основного пользователя. Оно заключается в создании качественного функционала клиентской части программного обеспечения и подразумевает понятный интерфейс, позволяющий клиенту легко использовать весь функционал без проблем и инструкций. Чтобы понять, насколько качественно проработан дизайн приложения или

сайта, необходимо проанализировать отзывы клиентов и обращения в службу поддержки.

Безопасность – характеристика системы, которая очень важна в современном мире. В финансовом секторе предъявляются очень жёсткие требования и правила реализации информационной безопасности. Почти все банковские сервисы хранят или проксируют через себя персональные данные потенциальных и действующих клиентов, которые в любой момент могут быть скомпрометированы злоумышленниками.

Для обеспечения безопасности ПО необходимо учитывать следующие принципы для предотвращения любых несанкционированных попыток получения персональных данных клиента:

- 1) Использование надежных паролей и методов аутентификации;
- 2) Шифрование и маскирование данных при передаче и хранении;
- 3) Использование ролевой модели, при работе ПО;
- 4) Мониторинг, логирование и аудит действий пользователей.

Уровень текущей безопасности ПО можно оценить количеством неуспешных атак на систему.

В заключении следует отметить, что нефункциональные требования описывают не то, «что» система должна делать, для удовлетворения основных потребностей пользователя, а «как» система должна выполнять те или иные операции. Учет этих требований на ранних этапах проектирования позволяет создать более эффективную и надежную систему, которая сможет адаптироваться к изменяющимся требованиям и условиям эксплуатации, а также сократить убытки в ходе эксплуатации программного обеспечения.

Список литературы

1. Лавлинский, В.В. Теоретические основы формирования моделей и методов взаимодействия информационных процессов / В. В. Лавлинский, И. И. Струков // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 31-37.

2. Характеризация и моделирование сигналов в САПР / В. А. Скляр, В. К. Зольников, А. И. Яньков [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 62-67.

3. Насыров, Р. В. Системный анализ проблем научно-технического направления «Медицинские системы автоматизированного проектирования» /

Р. В. Насыров, О. С. Тиунов, И. С. Тиунов // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 4. – С. 38-52.

4. Суханов, В. В. Аналитическое обеспечение организации данных в распределенных информационных системах критического применения / В. В. Суханов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 60-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-60-67.

5. Вигерс, К. Разработка требований к программному обеспечению. – 3-е изд., дополненное / К. Вигерс, Дж. Битти / пер. с англ. – СПб. : БХВ-Петербург, 2014. – 736 с.

6. Елиферов В. Г. Бизнес-процессы: регламентация и управление : учебник / В. Г. Елиферов, В.В. Репин. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 319 с.

7. К вопросу о распределении ресурсов в информационной системе / М. А. Ивановский, Н. Г. Шахов, Ю. В. Кулаков, В. В. Севенюк // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 16-24.

8. Уткин, Д. М. Оценка надежности программно-технических комплексов специального назначения / Д. М. Уткин, В. К. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 78-84.

9. Полуэктов А. В., Макаренко Ф. В., Ягодкин А. С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Lavlinsky, V. V. Theoretical bases of model formation and methods of information processes interaction / V. V. Lavlinsky, I. I. Strukov // Modeling of systems and processes. Lavlinsky, I.I. Strukov // Modeling of systems and processes. - 2018. - Т. 11, № 2. - P.31-37.

2. Modification of the method of information retrieval in the Internet based on the use of inductive reasoning methods / V. V. Lavlinsky, A. L. Savchenko, I. A. Zemtsov, O. G. Ivanova // Modeling of systems and processes. - 2019. - Т. 12, № 1. - P. 61-67.

3. Nasyrov, R.V. System analysis of the problems of scientific and technical direction "Medical systems of computer-aided design" / R.V. Nasyrov, O.S. Tiunov, I.S. Tiunov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Т. 13, № 4. - P. 38-52.

4. Sukhanov, V.V.. Analytical support of data organization in the distributed information systems of critical application / V.V. Sukhanov. Sukhanov // Modeling of

systems and processes. - 2021. - T. 14, № 3. - PP. 60-67. - DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-60-67.

5. Wiegers K. Software Requirements Engineering. 3rd edition, supplemented / K. Wigers, J. Beatty / translated from English. - SPb.: BHV-Peterburg, 2014. - 736 P.

6. Eliferov V.G. Business processes: regulation and management: textbook / V.G. Eliferov, V.V. Repin. Repin - M. : INFRA-M, 2017. - 319 P.

7. On the issue of resource distribution in the information system / M.A. Ivanovsky, N.G. Shakhov, Yu.V. Kulakov, V.V. Sevenyuk // Modeling of systems and processes. – 2018. – T. 11, No. 2. – P.16-24.

8. Utkin, D.M. Assessing the reliability of special-purpose software and hardware systems / D.M. Utkin, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. – 2018. – T. 11, No. 2. – P.78-84.

9. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

А.М. Помазов¹, А.С. Ягодкин¹, О.Н. Чередникова¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматривается общее представление запаздывания в автоматических системах управления, общее описание проблем, связанных с задержкой и возможные решения этой проблемы. Рассматривается как данная проблема может повлиять на скорость работы автоматической системы регулирования. Приводится пример как сильно запаздывание влияет на систему. Проводится разбор причин запаздывания и рекомендаций для решения проблемы. Привели будущие возможные методы для решения проблем с запаздыванием.

Ключевые слова: автоматическое регулирование, задержка, запаздывание, запаздывание в системе

AUTOMATIC CONTROL SYSTEM WITH DELAY

A.M. Pomazov¹, A.S. Yagodkin¹, O.N. Cherednikova¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper considers the general idea of delay in automatic control systems, a general description of the problems associated with delay and possible solutions to this problem. It is considered how this problem can affect the speed of the automatic control system. An example is given of how much the delay affects the system. The reasons for the delay and recommendations for solving the problem are being analyzed. Future possible methods for solving problems with lag were given.

Keywords: automatic control, delay, delay, delay in the system

Определение и основные принципы системы автоматического регулирования с запаздыванием:

Автоматическое регулирование (от нем. regulieren – регулировать, от лат. regula – норма, правило), автоматическое поддержание постоянства или изменения по заданному закону некоторой физической величины, характеризующей,

как правило, производственный или технологический процесс; один из видов автоматического управления. Современные системы автоматического регулирования применяются в производственных, энергетических, транспортных, технологических и других процессах, а также в динамических системах управления не только технического характера (например, социальных) [2].

Основные виды задержек с САУ:

- Временные задержки. Этот вид задержек связан со временем, который необходим для передачи информации или выполнения операций.
- Амплитудные задержки. Задержки, вызванные инерционностью и демпфированием в механических системах.
- Фазовые задержки. Возникают при индуктивности, емкости или реактивности в электрических цепях.
- Дифференциальные задержки. Возникают из-за разницы во времени между сигналами или воздействиями
- Дискретные задержки. Задержки, связанные с временем дискретизации сигналов в цифровых системах управления.

Основные принципы автоматического регулирования:

- Обратная связь. Принцип работы заключается в непрерывном сравнении текущего состояния системы с желанным или заданным значением для уменьшению различия между ними.
- Управление. Система сама принимает решение о корректировке параметров или действий для достижения какого-то результата.
- Модель системы. Модель помогает предсказывать реакцию системы на управляющие воздействия для оптимизации процесса.
- Задание и референсное значение. Это желаемый результат, который стремится достичь система.
- Датчики. Они позволяют предоставить обратную связь. Данные используются в корректировке.
- Актуаторы. Это сигналы для преобразования в физические действия или воздействия на систему.
- Алгоритмы управления. Это программные и аппаратные компоненты для определения действий, которые должны быть приняты на основе обратной связи.
- Стабильность и устойчивость. Система должна быть способна выполнить все требования и сохранить стабильность, не смотря на различные факторы.

Моделирование системы автоматического регулирования с запаздыванием:

Линейные стационарные системы с запаздыванием по своей физической сути являются системами с распределенными параметрами. Например, простейшая САУ с запаздыванием (рис. 1) описывается характеристическим уравнением

$$1 + ke^{-st}$$

имеющим бесконечное множество корней (k — коэффициент усиления). В связи с этим анализ и синтез стационарных линейных САУ с запаздыванием наиболее известными аналитическими методами линейной теории практически невозможны.

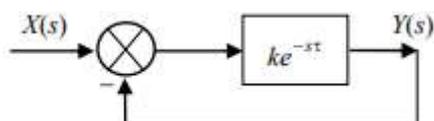


Рисунок 1

Исключение составляют только частотные методы, которые достаточно подробно представлены в учебниках по теории автоматического управления. Что касается линейных нестационарных САУ с запаздыванием, тем более нелинейных, то аналитические исследования.

Рассмотрим пример запаздывания и влияние на систему (табл. 1):

Таблица 1 – Исходные данные

Параметры	
k_0	2
T	0.4
ξ	0.7
$t_{рег}, c \leq$	1.5
$\sigma, \% \leq$	10

Передаточная функция исследуемой системы имеет вид:

$$W(p) = \frac{k_0}{T^2 p^2 + 2T\xi p + 1}$$

Математическая модель САУ с запаздыванием (рис. 2):

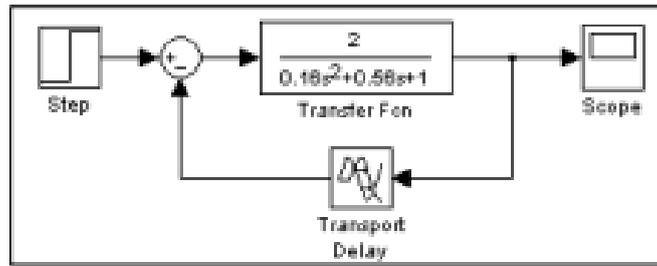


Рисунок 2 – Математическая модель САУ с запаздыванием

Далее указано, как ведет себя САУ без задержек (рис. 3). Мы создаем искусственную задержку для САУ в $t=0.5$ с (рис. 4).

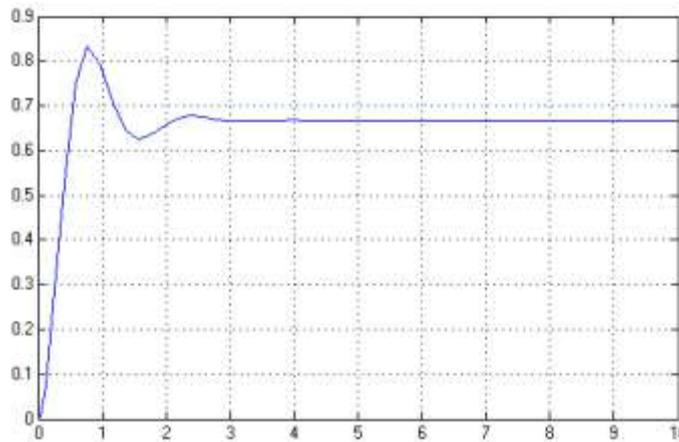


Рисунок 3 – Характеристика переходного процесса исходной САУ

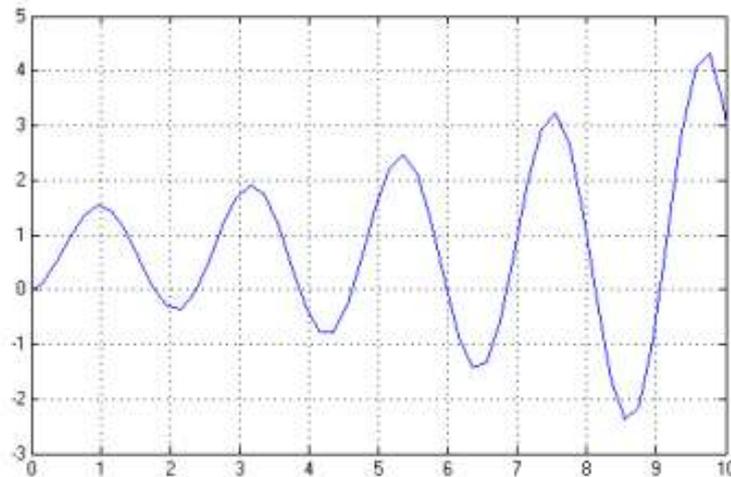


Рисунок 4 – Характеристика переходного процесса САУ с запаздыванием (при $t = 0.5$ с)

Исходя из полученных характеристик, можно сделать вывод о том, что под воздействием блока задержки сигнала система теряет устойчивость. Но следует учесть, что это происходит с определённого значения времени запаздывания τ .

Сравним характеристики исходной САУ и системы с блоком задержки сигнала (время задержки установим равным 0,5 с).

Методы для снижения уровня задержек

Сокращение задержек является необходимым действием для высокой производительности и стабильности. Для этого ниже приведены методы для борьбы с задержками в САУ:

- Использовать методы компенсации задержек. К ним относятся предиктивное управления или метод сдвига фазы.
- Применение прогнозирующих алгоритмов. Используется для будущих состояний системы на основе данных, которые система получила в текущих данных.
- Параллельное выполнение операций. Нужно это для использования многопоточности, чтобы сократить общее время обработки.
- Оптимизация алгоритмов управления. Меньше вычислительная затрата – меньше задержка.

Будущие возможные решения проблем с задержками

Технологии постоянно развиваются и так же постоянно находятся новые методы борьбы с задержками. Уже сейчас уже можно использовать предсказательные алгоритмы на основе нейронных сетей, которые все точнее определяют возможные задержки и методы, чтобы свести их к минимуму. Интеграция искусственного является одной из самых важных факторов для уменьшения задержек. Это стоит наряду с такими методами, как созданием сетей с более низкой задержкой, оптимизирование программ, создание новых математических моделей, уменьшение вычислительных затрат, создание более мощного оборудования, использование интеллектуальных датчиков и актуаторов. Но при использовании всего этого можно достичь низкой задержки.

Заключение

В заключении хочется подчеркнуть, что проблема запаздывания является очень серьезным фактором, на который нужно обращать внимание и бороться с этой проблемой. Задержки могут сильно повлиять на использование САУ. Они влияют на точность, производительность и способность к эффективному управлению. Однако, технологии не стоят на месте и постоянно появляются новые инновационные подходы к этой проблеме, чтобы создать более эффективную систему автоматического управления. Таким образом, решение проблемы запаздывания в системах автоматического регулирования требует совместных усилий инженеров, ученых и разработчиков, и является важным шагом к созданию более интеллектуальных и адаптивных технологий управления, способных эффективно справляться с вызовами современного мира.

Список литературы

1. Власов К. П. «Теория автоматического управления. Основные положения. Примеры расчёта»
2. Большая российская энциклопедия (bigenc.ru)
3. Франклин У., Паттерсон Д., Форд Д. (2019). «Систематическое мышление для решения проблем и автоматического управления». Издательство Кембриджского университета.
4. Олссон Х., Лагерквист А., Линдаль К., Риссен У. (2020). «Автоматическое управление с использованием MATLAB и Simulink». Прентис Холл.
5. Беллман Р., Гросс О., Лекуат Г. (1972). «Исследования по теории управления и оптимизации». Издательство Принстонского университета.
6. Бард Й. (2007). «Нелинейное автоматическое управление». Нью-Йорк: Вили.
7. Браун М. (2012). «Введение в автоматическое управление». Оксфорд: Издательство Оксфордского университета.
8. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Vlasov K. P. "Theory of automatic control. The main provisions. Calculation examples".
2. The Great Russian Encyclopedia (bigenc.ru)
3. Franklin W., Patterson D., Ford D. (2019). "Systematic thinking for problem solving and automatic control." Cambridge University Press.
4. Olsson H., Lagerkvist A., Lindahl K., Rissen U. (2020). "Automatic control using MATLAB and Simulink". Prentice Hall.
5. Bellman R., Gross O., Le couat G. (1972). "Research on the theory of management and optimization". Princeton University Press.
6. Bard Y. (2007). "Non-linear automatic control". New York: Wili.
7. Brown M. (2012). "Introduction to automatic control". Oxford: Oxford University Press.
8. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Д.С. Провоторов¹, А.И. Заревич¹, А.П. Лапшин²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

²АО «НИИ Приборов»

Аннотация: В статье показано, что разработка программного обеспечения информационных систем требует комплексного подхода, включающего анализ бизнес-процессов, проектирование архитектуры и выбор подходящих технологий. Четкое понимание целей и задач бизнеса, а также управления жизненным циклом программного продукта, считается ключевым в создании эффективной информационной системы, обеспечивающей преимущества в виде повышения продуктивности, уменьшения затрат и улучшения управленческих процессов на предприятии.

Ключевые слова. архитектура системы, базы данных, интерфейс пользователя, безопасность данных.

SOFTWARE DEVELOPMENT OF THE ENTERPRISE INFORMATION SYSTEM

D.S. Provotorov¹, A.I. Zarevich¹, A.P. Lapshin²

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

²JSC «Scientific Research Institute of Devices»

Abstract: The article shows that the development of information systems software requires an integrated approach, including analysis of business processes, architecture design and selection of appropriate technologies. A clear understanding of the goals and objectives of the business, as well as the management of the software product lifecycle, is considered key in creating an effective information system that provides advantages in the form of increased productivity, reduced costs and improved management processes in the enterprise.

Keywords. system architecture, databases, user interface, data security.

В современном мире, где бизнес-процессы становятся всё более сложными и динамичными, эффективное управление информационными потоками является ключом к успеху любого предприятия. Разработка программного обеспечения для информационных систем предприятия играет в этом процессе важную роль, обеспечивая автоматизацию задач, упрощение коммуникаций и повышение общей производительности работы. Эта задача требует глубокого анализа потребностей бизнеса, а также применения современных технологий и методик разработки.

Процесс разработки такого ПО включает в себя несколько этапов, начиная от формирования технического задания и заканчивая внедрением и поддержкой программного продукта. Каждый этап имеет свои особенности и требует от команды разработчиков не только технических знаний, но и понимания специфики деятельности предприятия. В этой статье мы обсудим ключевые аспекты разработки программного обеспечения для информационных систем предприятия, подчеркнув важность индивидуального подхода и интеграции с существующими бизнес-процессами.

Введение в разработку программного обеспечения информационной системы предприятия

На современном этапе развития технологии, разработка программного обеспечения информационной системы для предприятия является ключевым аспектом, обеспечивающим его успешную деятельность и развитие. Программное обеспечение играет важную роль в автоматизации процессов, улучшении управленческих решений и повышении общей эффективности работы. Создание индивидуальной информационной системы требует глубокого анализа специфики деятельности предприятия, потребностей пользователей и текущих рыночных тенденций в области ИТ.

Анализ требований и проектирование информационной системы предприятия

Анализ требований является краеугольным камнем в разработке информационной системы предприятия. Этот этап включает сбор нужд и ожиданий всех заинтересованных сторон и преобразование их в конкретные технические спецификации. Прекрасное понимание бизнес-процессов компании особенно критично. Затем следует этап проектирования, который определяет архитектуру системы, выбор технологий и формирование плана разработки. Цель этих этапов – создание эффективной, надежной и масштабируемой информационной системы, способной адаптироваться к меняющимся требованиям предприятия.

Реализация и тестирование программного обеспечения для информационной системы предприятия

В фазе реализации программного обеспечения для информационной системы предприятия команды разработчиков переводят дизайн в работающий код. Здесь применяются методологии разработки, такие как Agile или Waterfall, и языки программирования, подходящие под нужды проекта. Тестирование является ключевым для гарантии качества и надежности ПО. Тесты включают unit-тесты, интеграционные, системные и приемочные. Использование автоматизированных тестов облегчает обнаружение ошибок и ускоряет процессы регрессионного тестирования.

Внедрение и оптимизация программного обеспечения информационной системы предприятия

Внедрение программного обеспечения информационной системы предприятия требует тщательного планирования и постепенного включения всех элементов системы для обеспечения её эффективности. Оптимизация процессов после внедрения важна для выявления и устранения возможных недочетов, а также для адаптации системы под текущие и будущие потребности бизнеса. Анализ производительности, обратная связь от пользователей и регулярные обновления помогают повысить производительность системы и обеспечить её стабильность и безопасность.

Управление и поддержка программного обеспечения информационной системы предприятия

Эффективная эксплуатация и поддержка программного обеспечения являются ключевыми для обеспечения надежности и функциональности информационной системы предприятия. Это включает в себя регулярное обновление компонентов, исправление возникающих ошибок и реагирование на новые потребности бизнеса. Для этих задач требуется команда IT-специалистов, способных быстро анализировать и решать возникающие проблемы, а также проводить плановое техническое обслуживание. Ключевую роль играет процесс управления изменениями, позволяющий минимизировать риски при внедрении нововведений.

Список литературы

1. Евдокимова С.А., Новикова Т.П., Новиков А.И. Алгоритм анализа клиентской базы торговой организации // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 24-35.

2. Новикова Т.П., Евдокимова С.А., Новиков А.И. Исследование применимости PERT метода к процессу управления проектами дизайн-центра микроэлектроники // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 77-85.
3. Тертерян А.С., Бровко А.В. Методы оптимизации в многокритериальных задачах с использованием локальной качественной важности критериев // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 107-114.
4. Евдокимова С.А., Фролов К.В., Новиков А.И. Анализ товарного ассортимента запасных частей дилерского предприятия автомобильного сервиса с помощью алгоритма FP-Growth // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 24-33.
5. Евдокимова, С.А. Применение алгоритмов кластеризации для анализа клиентской базы магазина / С.А. Евдокимова, А.В. Журавлев, Т.П. Новикова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 4-12. – DOI:10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.
6. Новикова, Т. П. Информационные системы управления : лабораторный практикум / Т. П. Новикова, С. А. Евдокимова. – Воронеж, 2016. – 148 с.
7. Новикова, Т. П. Управление данными : лабораторный практикум / Т. П. Новикова. – Воронеж, 2022. – 106 с.
8. Куницын, В. И. Сравнение нотаций IDEF0 и ARIS EEPС / В. И. Куницын, С. А. Евдокимова, Т. П. Новикова // Современные цифровые технологии : Матер. II Всероссийской науч.-практ. конференции, Барнаул, 01 июня 2023 года / под общ. ред. А.А. Беушева, А.С. Авдеева, Е.Г. Боровцова, А.Г. Зрюмовой. – Барнаул : Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2023. – С. 197-200.
9. Новикова, Т. П. Математическая модель распределения трудовых ресурсов при технической эксплуатации и ремонте автотранспортных средств / Т. П. Новикова, А. И. Новиков, С. В. Дорохин // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса : Материалы 5-й Междунар. науч.-практ. интернет-конференции, Орел, 18–20 апреля 2016 года / под общ. ред. А.Н. Новикова. – Орел, 2016. – С. 133-139.

References

1. Evdokimova S.A., Novikova T.P., Novikov A.I. Algorithm for analyzing the customer base of a trade organization// Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 24-35.

2. Novikova T.P., Evdokimova S.A., Novikov A.I. Study of the applicability of the PERT method to the project management process of the microelectronics design center // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 77-85.

3. Terteryan A.S., Brovko A.V. Optimization methods in multi-criteria problems using local qualitative importance of criteria// Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 107-114.

4. Evdokimova S.A., Frolov K.V., Novikov A.I. Analysis of the product range of spare parts of the automobile service dealer enterprise using the FP-Growth algorithm // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – pp. 24-33.

5. Evdokimova, S.A. Application of clustering algorithms for the analysis of the customer base of the store / S.A. Evdokimova, A.V. Zhuravlev, T.P. Novikova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 2. – pp. 4-12. – DOI:10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.

6. Novikova, T. P. Information management systems : laboratory workshop / T. P. Novikova, S. A. Evdokimova. – Voronezh : Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, 2016. – 148 p.

7. Novikova, T. P. Data management: laboratory workshop / T. P. Novikova. – Voronezh : Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, 2022. – 106 p.

8. Kunitsyn, V. I. Comparison of IDEF0 and ARIS EEPIC notations / V. I. Kunitsyn, S. A. Evdokimova, T. P. Novikova // Modern digital technologies : Materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference, Barnaul, June 01, 2023 / Under the general editorship of A.A. Beushev, A.S. Avdeev, E.G. Borovtsov, A.G. Zryumov. – Barnaul: Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 2023. – pp. 197-200.

9. Novikova, T. P. Mathematical model of the distribution of labor resources in the technical operation and repair of motor vehicles / T. P. Novikova, A. I. Novikov, S. V. Dorokhin // Topical issues of innovative development of the transport complex : Materials of the 5th International Scientific and Practical Internet Conference, Orel, April 18-20, 2016 / under the general edited by A.N. Novikov. – Orel: Oryol State University named after I.S. Turgenev, 2016. – pp. 133-139.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРУДОВОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

С.А. Сазонова¹, В.Ф. Асминин², Е.А. Бормотина²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Рассматриваются особенности моделирования возможных рисков на строительных предприятиях, на которых имеют место вредные и опасные условия труда. Показано, что анализ рисков может способствовать предотвращению несчастных случаев в строительной отрасли и обеспечению безопасности труда.

Ключевые слова: моделирование, условия труда, оценка профессиональных рисков, производственные риски, строительные профессии.

MODELING OF LABOR AND TECHNOLOGICAL PROCESSES DURING CONSTRUCTION WORKS

S.A. Sazonova¹, V.F. Asminin², E.A. Bormotina²

¹Voronezh State Technical University

²Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozova

Abstract. The features of modeling possible risks in construction enterprises where harmful and dangerous working conditions take place are considered. It is shown that risk analysis can help prevent accidents in the construction industry and ensure occupational safety.

Keywords: modeling, working conditions, assessment of occupational risks, production risks, construction professions.

Моделирование возникновения рисков на строительных предприятиях во вредных условиях труда может стать важным инструментом предотвращения несчастных случаев и обеспечения безопасности строительных площадок. Для этого могут быть использованы различные методы.

Для обеспечения необходимого уровня безопасности труда необходимо выявить потенциально опасные условия на строительной площадке и оценить возможность и тяжесть возможных последствий.

Моделирование опасных условий и оценка возможности неблагоприятных событий на рабочем месте позволят разработать стратегии их предотвращения. Эффективное моделирование и управление рисками на строительной площадке способствуют снижению риска несчастных случаев, повышению безопасности сотрудников и экономии корпоративных ресурсов. Оценка условий труда и их влияния на покупателей является важной задачей в обеспечении безопасности и здоровья работников строительной отрасли.

На основе проведенного исследования планируется сформулировать ряд профилактических мер, направленных на улучшение условий труда строителей и предотвращение развития профессиональных заболеваний. Рекомендуется использовать план охраны труда для оценки рисков и разработки мер безопасности.

Функциональное состояние организма и степень зависимости трудоспособности строителя от элементов производства и характера рабочего процесса являются важными аспектами при оценке рисков и разработке мер по улучшению условий труда. Эти результаты могут послужить основой для дальнейшего улучшения и оптимизации условий труда на строительных площадках с целью снижения негативного воздействия на здоровье строителей и повышения их эффективности.

Вероятность поступления рассматриваемых событий находим из соотношения [1].

$$P(S_f \cdot S_w \cdot S_h) = P(S_f) \cdot P(S_w / S_h) \cdot P(S_h / (S_f \cdot S_w)), \quad (1)$$

где f - фактор риска; $P(S_f)$ – вероятность появления первого события S_f ; $P(S_w / S_h)$ – условная вероятность появления второго события S_w при условии появления S_f ; $P(S_h / (S_f \cdot S_w))$ – условная вероятность появления третьего события S_h в случае появления S_f и S_w .

С целью оценки вероятностей возникновения факторов риска, иными словами «рисков» $P(r)$ за время T , будем использовать распределение Пуассона:

$$P(r) = \frac{(p_0 N)^r}{r!} \cdot e^{-p_0 N}, \quad (2)$$

где N – общее число реализованных операций за промежуток времени T ; p_0 – экспертная оценка.

На рис. 1 продемонстрирован схематический пример использования дерева событий для логического анализа возможности наступления ущерба здоровью работающих в производственных условиях.

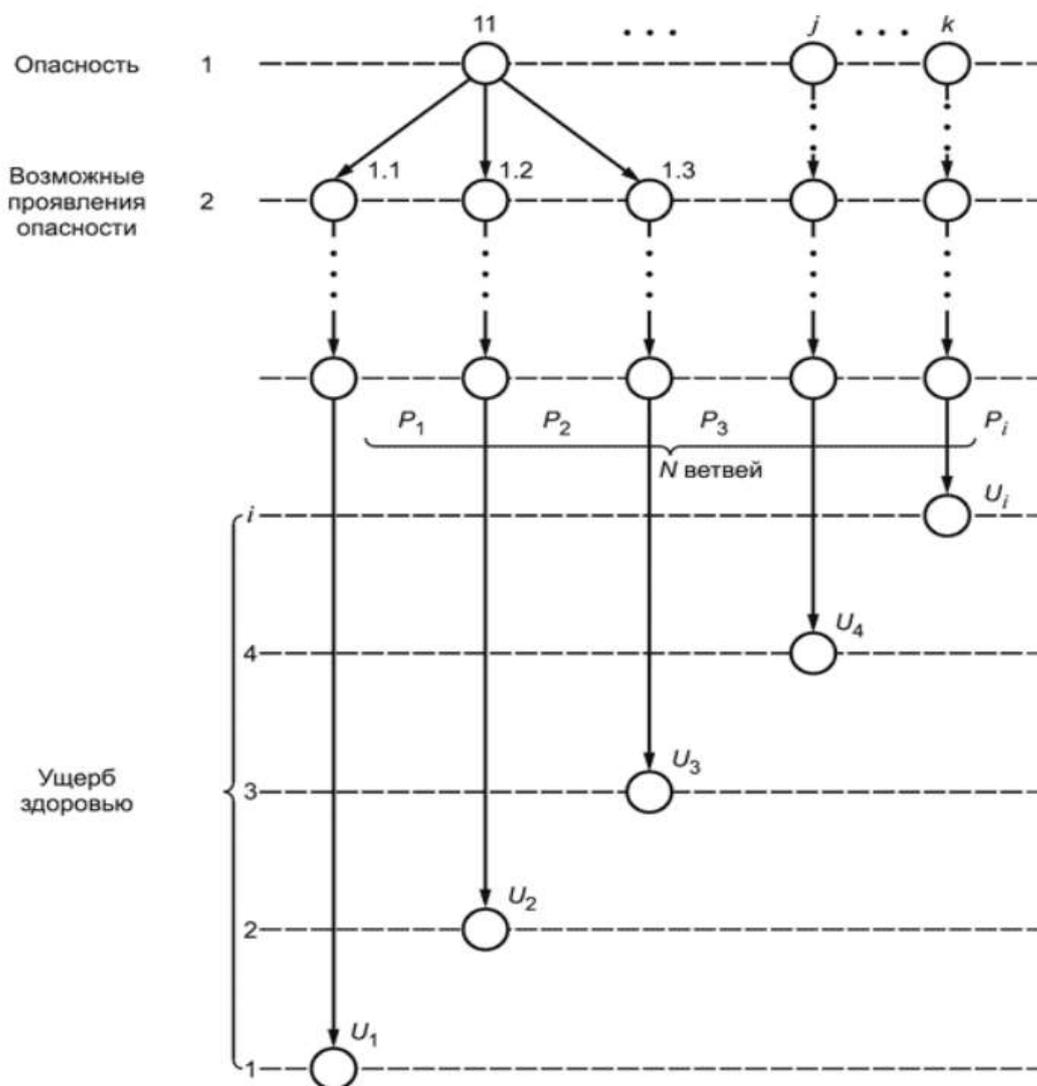


Рисунок 1. Схематический пример применения дерева событий при расчете вероятности наступления ущерба здоровью работающих

При оценке условий труда работающих в строительной отрасли подразделяют разнообразные виды работ и последовательность выполнения таких работ. Вредность или опасность таких работ может существенно отличаться. По времени выполнения работы подразделяют на работы нулевого цикла, включающие в себя подготовительные и земляные работы на строительной площадке, на работы по монтажу основных конструкций зданий и на отделочные работы.

Условия труда могут различаться по сезонности выполнения работ. При работе в условиях воздействия внешней среды могут различаться существенно работы в летнее или в зимнее время. Здесь потребуется учитывать температуру,

влажность воздуха и другие внешние факторы, которые могут существенно ухудшать условия труда и увеличивать риски получения травм и смертности при проведении строительных работ.

Неблагоприятно влияет на условия труда так же монотонность и однообразность выполнения работ, вызывающие повышенную утомляемость и понижение эффективности проведения работ в силу появления усталости и уменьшения внимания.

Дополнительные исследования проводились с учетом работы в условиях холодного и жаркого климата. Исследовались тяжесть и напряженность работ арматурщиков, маляров, штукатуров, машинистов башенных кранов, монтажников, машинистов башенных кранов, электросварщиков, кровельщиков и др.

Анализировались особенности функционального состояния строителей, такие как состояние сердечно-сосудистой системы, артериальное давление, ударный и минутный объем сердца, показатели зрительно-моторной реакции у рабочих строителей и другие. На основании данной статистической информации проводится моделирование рисков от опасных условий труда строителей.

Важно проанализировать и изучить актуальность условий труда в современной строительной отрасли, поскольку эта отрасль включает в себя все этапы строительных работ, и каждый этап имеет свои специфические обстоятельства, которые представляют определенную опасность для работников.

Начиная с работы "нулевого цикла", работники должны уделять внимание безопасности, предотвращению несчастных случаев и охране здоровья при выполнении земляных работ и эксплуатации тяжелой строительной техники.

Изучение условий труда и их внедрение в современной строительной отрасли является неотъемлемой частью обеспечения безопасности и эффективности работников и повышения качества строительства. Это требует постоянного обновления норм и стандартов, а также обучения и передачи знаний, необходимых сотрудникам для успешного выполнения своих обязанностей.

В работе использовались материалы исследований [2-20].

Список литературы

1. Математические модели производственных рисков и систем защиты: монография / А. В. Горяга [и др.]; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. – 104 с.
2. Сазонова, С.А. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин

// Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.

3. Sazonova, S. Condition monitoring of multi-apartment buildings / S. Sazonova, S. Nikolenko, E. Chernikov, S. Dyakonova, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Minakov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2647. - P. 030018.

4. Sazonova, S. Inspection of project documentation during the construction of an apartment building / S. Sazonova, S. Nikolenko, A. Meshcheryakova, L. Stenyukhin, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Osipov // AIP Conference Proceedings. - 2022. – V. 2647. - P. 030019.

5. Nikolenko, S.D. Behavior of dispersion-reinforced concrete under dynamic action / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, N.V. Mozgovoi, L.N. Zvyagina // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. ICMSIT-III 2022: Metrological Support of Innovative Technologies. - 2022. - С. 022006.

6. Елифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Елифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

7. Асминин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

8. Козюков, А.Е. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

9. Зольников, В.К. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

10. Зольников, В.К. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.

11. Асминин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками

/ В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // В сборнике: IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

14. Зольников, В.К. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова, А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.

15. Ачкасов, А.В. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Ягодкин, А.С. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Зольников, В.К. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

20. Николенко, С.Д. Исследование причин аварий грузоподъемных кранов / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2021. - № 3-4 (25-26). - С. 107-111.

References

1. Matematicheskie modeli proizvodstvennyh riskov i sistem zashchity: monografiya [Mathematical models of industrial risks and protection systems: monograph] / A. V. Goryaga [i dr.]; Minobrnauki Rossii, OmGTU. – Omsk: Izd-vo OmGTU, 2014. – 104 s.

2. Sazonova, S.A. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.

3. Sazonova, S. Condition monitoring of multi-apartment buildings / S. Sazonova, S. Nikolenko, E. Chernikov, S. Dyakonova, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Minaikov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2647. - P. 030018.

4. Sazonova, S. Inspection of project documentation during the construction of an apartment building / S. Sazonova, S. Nikolenko, A. Meshcheryakova, L. Stenyukhin, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Osipov // AIP Conference Proceedings. - 2022. – V. 2647. - P. 030019.

5. Nikolenko, S.D. Behavior of dispersion-reinforced concrete under dynamic action / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, N.V. Mozgovoi, L.N. Zvyagina // In the collection: Journal of Physics: Conference Series. ICMSIT-III 2022: Metrological Support of Innovative Technologies. - 2022. - p. 022006.

6. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.

7. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.

8. Kozyukov, A.E. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.

9. Zolnikov, V.K. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.

10. Zolnikov, V.K. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.

11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.

12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // In the collection: IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.

14. Zolnikov, V.K. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.

15. Achkasov, A.V. Features of designing microcircuits made using deep-sub-micron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.

16. Yagodkin, A.S. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova, A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.

17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.

18. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova,

V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.

19. Zolnikov, V.K. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.

20. Nikolenko, S.D. Investigation of the causes of accidents of lifting cranes / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2021. - № 3-4 (25-26). - Pp. 107-111.

РАСЧЕТ СИЛ И СРЕДСТВ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА

С.А. Сазонова¹, В.Ф. Асминин², А.А. Веневитин²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Рассматривается последовательность расчета сил и средств при обеспечении пожарной безопасности линейного объекта, такого как пешеходный переход, расположенный на территории городского поселения. Разработана схема боевого развертывания.

Ключевые слова: расчет, пожарная безопасность, силы и средства, линейный объект, пешеходный переход.

CALCULATION OF FORCES AND MEANS FOR ENSURING FIRE SAFETY OF A LINEAR OBJECT

S.A. Sazonova¹, V.F. Asminin², A.A. Venevitin²

¹Voronezh State Technical University

²Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The sequence of calculating forces and means for ensuring fire safety of a linear object, such as a pedestrian crossing located on the territory of an urban settlement, is considered. A combat deployment scheme has been developed.

Keywords: calculation, fire safety, forces and means, linear object, pedestrian crossing.

Исследуемый пешеходный переход расположен на территории городского поселения, требования ст. 76 №123-ФЗ от 22.07.2008 г., на данный линейный объект распространяются как на объект входящий в состав городского поселения. Ближайшее подразделение пожарной охраны, ПЧ-3 расположена в 3 км от объекта проектирования (Данные 1 ОФПС по Владимирской области № 910-4, от 21.05.2015 г., приложение 3), учитывая скорость движения не более 63 км/ч,

время прибытия первого подразделения к месту вызова составляет менее 10 минут (5,15 минут, расчет ниже), что соответствует требованиям ст. 76 часть 1 №123-ФЗ от 22.07.2008 г. Ситуационный план исследуемого объекта приведен на рис. 1.



Рисунок 1 - Ситуационный план:

← - путь следования пожарных автомобилей ПЧ-3 к месту строительства пешеходного перехода;

—●— - ближайшие ПГ (два гидранта), у жилых домов №40 и 42 по ул. Куйбышева, на расстоянии 700 м от проектируемого пешеходного перехода. Также возможен забор воды из реки Рпень, ориентировочное расстояние 230 м.

Время следования ближайшего пожарного подразделения (ПЧ-3) от места дислокации до места вызова составит:

$$T_{\text{след}}^{\text{ПЧ}} = 3 \times 63 / 60 = 3,15 \text{ мин}; V_{\text{сл}}^{\text{ПЧ}} = V_{\text{максдв}} \cdot C_1 \cdot C_2 = 90 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 63 \text{ км/ч.}$$

где: $V_{\text{сл}}$ — расчетная скорость движения пожарного автомобиля; $V_{\text{максдв}}$ — максимальная скорость движения пожарного автомобиля; $C_1=0,5 - 0,7$; $C_2=0,9$ (лето), $C_2=0,8$ (зима).

$$T_{\text{пр}}^{3\text{ПЧ}} = \tau_{\text{сооб}} + \tau_{\text{сб}} + \tau_{\text{сл}}^{\text{ПЧ}} = 1 + 1 + 3,15 = 5,15 \text{ мин.}$$

Выполним расчет необходимых сил и средств.

Исходные данные: $\tau_{\text{дс}}$ - 1 мин; $\tau_{\text{сб}}$ - 1 мин; $\tau_{\text{бр}}$ - 3 мин; $V_{\text{л}}$ - 0,82 м/мин.; $J_{\text{тр}}$ - 0,14 л/с; R - 3 км, расстояние до ПЧ. $V_{\text{па}}$ - 63 км/ч.

Пожар возник на крыше в центре помещения. Время свободного горения:

$$\tau_{\text{св.}} = \tau_{\text{дс.}} + \tau_{\text{сб.}} + \tau_{\text{сл.}} + \tau_{\text{бр.}} = 1 + 1 + 3 + 3 = 8 \text{ мин, } \tau_{\text{сл.}} = \frac{R \times 60}{V} = \frac{3 \times 60}{63} = 3 \text{ мин,}$$

где $\tau_{св.}$ - время свободного развития пожара, [мин.]; $\tau_{дс.}$ - время до сообщения о пожаре, [мин.]; $\tau_{сб.}$ - время сбора для выезда на место пожара, [мин.]; $\tau_{сл.}$ - время следования на место пожара, [мин.]; $\tau_{бр.}$ - время боевого развертывания пожарного подразделения, [мин.]; $V_{па}$ - скорость движения пожарного автомобиля, [км/ч]; r - расстояние до ПЧ, [км].

Путь, пройденный огнем:

$$L=0,5 \times V_{л.} \times \tau_{св.}=0,5 \times 0,82 \times 8=3,3 \text{ м,}$$

где L - путь пройденный огнем, [м]; $V_{л.}$ – линейная скорость распространения пожара.

Площадь пожара:

$$S_{п.}=a(b_1+ b_2)+2(a(b_1+ b_2))=2,25(3,3+3,3)+2(2,2(2,2+2,2))=34,1 \text{ м}^2.$$

где $S_{п.}$ - площадь пожара, [м²]; a - ширина сооружения, [м]; b_1, b_2 - расстояния пройденные огнем в противоположные стороны по длине сооружения, [м].

Площадь тушения:

$$S_{т.}=nah_{т.}=1 \times (2,25+2,2+2,2) \times 5=33,3 \text{ м}^2,$$

где $S_{т.}$ - площадь тушения, [м²]; a - ширина горящего материала, [м]; $h_{т.}$ - глубина тушения пожарного ствола, [м].

Расход $Q_{тр.т.}$, необходимый для тушения:

$$Q_{тр.т.}= S_{т.} \times J_{тр.}=33,3 \times 0,14=4,6 \text{ л/с.}$$

Требуемый расход на защиту $Q_{тр.з.}$:

$$Q_{тр.з.}= S_{п.} \times 0,25 \times J_{тр.}=34,1 \times 0,25 \times 0,14=1,2 \text{ л/с,}$$

где $J_{тр.}$ – требуемая интенсивность подачи огнетушащих веществ для тушения, [л/с×м²].

Необходимое количество стволов $N_{ст}$ для тушения:

$$N_{ст.}= Q_{тр.т.}/q_{ст.}=4,6/7,4=0,6,$$

следовательно, требуется один ствол РС-70 на тушение, при условии, что $q_{ст.}$ – расход ствола, [л/с].

Необходимое количество стволов $N_{ст}$ для защиты:

$$N_{ст.}= Q_{тр.з.}/q_{ст.}=1,2/3,7=0,3,$$

следовательно, требуется один ствол РС-50 на защиту.

Общий расход $Q_{общ.}$:

$$Q_{общ.}= Q_{ф.т.}+ Q_{ф.з.}=7,4+3,7=11,1 \text{ л/с.}$$

где $Q_{ф.т.}$ – фактический расход на тушение, [л/с]; $Q_{ф.з.}$ – фактический расход на защиту, [л/с].

Количество АЦ на тушение:

$$N_{\text{ац}} = Q_{\text{общ.}} / Q_{\text{н.}} = 11,1 / 40 = 0,3 \text{ АЦ,}$$

следовательно, одна АЦ на тушение,

где $N_{\text{ац}}$ – необходимое количество пожарных автоцистерн для тушения, [шт];
 $Q_{\text{общ.}}$ – общий фактический расход воды на тушение и защиту, [л/с]; $Q_{\text{н.}}$ – производительность пожарного насоса, [л/с]; Количество необходимого личного состава:

$$N_{\text{л.с.}} = 1 \times \text{ст.РС-70} + 1 \times \text{ст.РС-50} + 1 \times \text{зв.ГДЗС} + 1 \times \text{ПБ} + 1 \times \text{разв.} = \\ = 1 \times 2 + 1 \times 1 + 1 \times 3 + 1 \times 1 + 1 \times 1 = 8 \text{ чел.}$$

где ст.РС-70 – необходимое количество пожарных для работы со стволом РС-70, [чел.]; ст.РС-50 – необходимое количество пожарных для работы со стволом РС-50, [чел.]; зв.ГДЗС – звено ГДЗС, [чел.]; ПБ – пост безопасности ГДЗС, [чел.]; разв. – необходимое количество пожарных для на разветлении, [чел.].

Количество отделений:

$$N_{\text{отд.}} = N_{\text{л.с.}} / N_{\text{л.с.ПА}} = 8 / 4 = 2 \text{ отделения,}$$

где $N_{\text{отд.}}$ – необходимое количество пожарных отделений для тушения, [шт];
 $N_{\text{л.с}}$ – требуемое количество личного состава для тушения пожара, [чел.];
 $N_{\text{л.с.ПА}}$ – количество личного состава в одном отделении, [чел.].

Схема боевого развертывания показана на рис. 2.

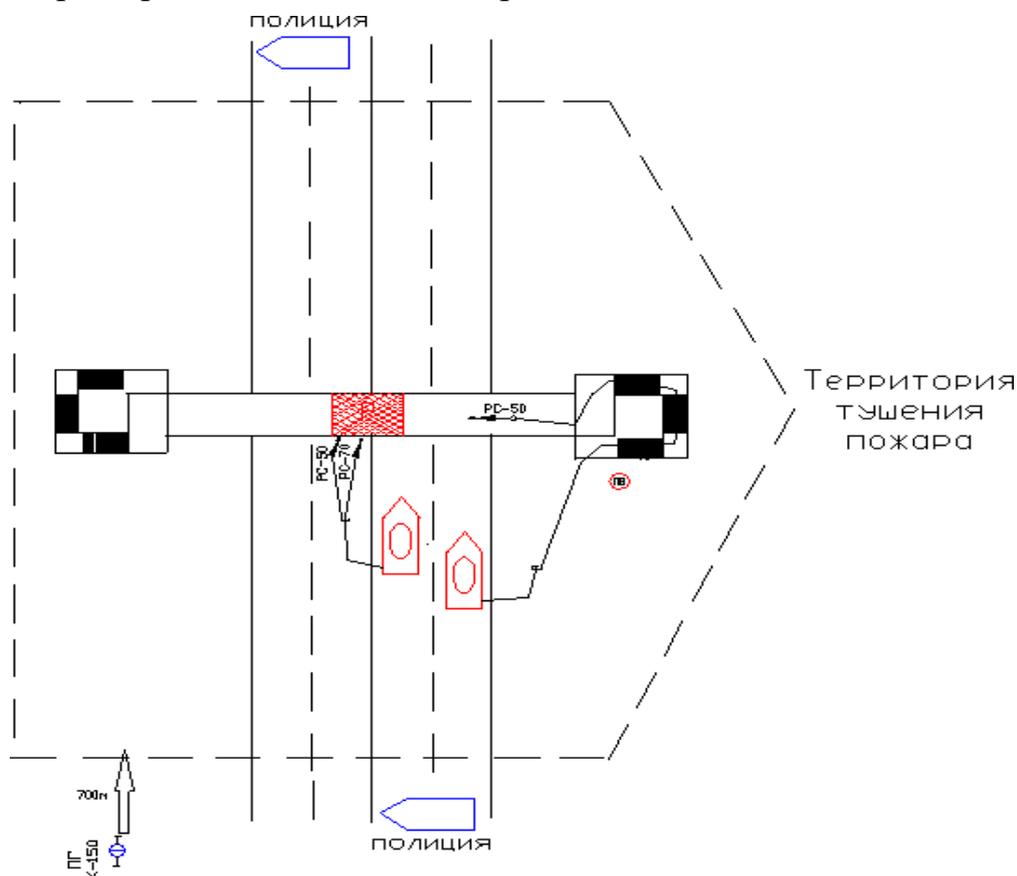


Рисунок 2 - Схема боевого развертывания

В работе использовались материалы исследований [1-20].

Вывод: учитывая численность дежурного караула и наличие техники ПЧ-3 ФГКУ «1 ОФПС по Владимирской области» (10 человек и 3 единицы техники), сил и средств достаточно для тушения возможного пожара на проектируемом пешеходном переходе.

Для проектируемого пешеходного перехода рассмотрим вариант нахождения человека группы мобильности М4 у одного из лестничных сходов пешеходного перехода (по топологии Расчетная точка 2) и спасение его первыми пребывавшими пожарно-спасательными подразделениями ПЧ-3, которая расположена в 3 км от объекта проектирования (Данные 1 ОФПС по Владимирской области № 910-4, от 21.05.2015 г.).

Список литературы

1. Епифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

2. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.

3. Condition monitoring of multi-apartment buildings / S. Sazonova, S. Nikolenko, E. Chernikov, S. Dyakonova, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Minakov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2647. - P. 030018.

4. Inspection of project documentation during the construction of an apartment building / S. Sazonova, S. Nikolenko, A. Meshcheryakova, L. Stenyukhin, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Osipov // AIP Conference Proceedings. - 2022. – V. 2647. - P. 030019.

5. Behavior of dispersion-reinforced concrete under dynamic action / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, N.V. Mozgovoi, L.N. Zvyagina // Journal of Physics: Conference Series. ICMSIT-III 2022: Metrological Support of Innovative Technologies. - 2022. - С. 022006.

6. Асминин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей

панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асмнин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

7. Михневич, И.В. Конструкторское решение и технология быстровозводимого сооружения для применения в зонах чрезвычайных ситуаций / И.В. Михневич, А.В. Рыбаков, С.Д. Николенко // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. - 2019. - № 1 (40). - Р. 66-75.

8. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

9. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

10. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.

11. Асмнин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асмнин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // В сборнике: IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

14. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова, А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.

15. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Зольников, В.К. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

20. Николенко, С.Д. Исследование причин аварий грузоподъемных кранов / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2021. - № 3-4 (25-26). - С. 107-111.

References

1. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.

2. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.

3. Condition monitoring of multi-apartment buildings / S. Sazonova, S. Nikolenko, E. Chernikov, S. Dyakonova, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Minakov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2647. - P. 030018.

4. Inspection of project documentation during the construction of an apartment building / S. Sazonova, S. Nikolenko, A. Meshcheryakova, L. Stenyukhin, D. Sysoev, A. Lemeshkin, A. Osipov // AIP Conference Proceedings. - 2022. – V. 2647. - P. 030019.

5. Behavior of dispersion-reinforced concrete under dynamic action / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, N.V. Mozgovoi, L.N. Zvyagina // Journal of Physics: Conference Series. ICMSIT-III 2022: Metrological Support of Innovative Technologies. - 2022. - p. 022006.

6. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.

7. Mikhnevich, I.V. Design solution and technology of prefabricated structures for use in emergency zones / I.V. Mikhnevich, A.V. Rybakov, S.D. Nikolenko // Scientific and educational problems civil protection. - 2019. - № 1 (40). - P. 66-75.

8. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.

9. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.

10. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.

11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.

12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova //

IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.

14. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.

15. Features of designing microcircuits made using deep-submicron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.

16. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova, A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.

17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.

19. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.

20. Nikolenko, S.D. Investigation of the causes of accidents of lifting cranes / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, V.F. Asminin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2021. - № 3-4 (25-26). - Pp. 107-111.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАСТЕРСКОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ IDEF0

Е.И. Скворцова¹, А.С. Ягодкин¹, П.А. Чубунов²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

²АО «НИИ Космического приборостроения»

Аннотация. В данной статье предложена функциональная модель информационной системы для автомастерской, выполненная с использованием методологии IDEF0. Разработаны контекстные диаграммы деятельности автомастерской, в которых система представлена в виде взаимосвязанных и взаимодействующих блоков, отображающих процессы, действия, происходящие в системе. Диаграмма прецедентов выполнена посредством нотации UML, отражающая отношения между пользователями системы.

Ключевые слова: функциональная модель, диаграмма прецедентов, проектирование информационной системы, дерево узлов, деятельность автомастерской, реляционная модель.

MODELING AN INFORMATION SYSTEM FOR AUTO REPAIR SHOP USING IDEF0 METHODOLOGIES

E.I. Skvortsova¹, A.S. Yagodkin¹, P.A. Chubunov²

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

²JSC «Research Institute of Space Instrumentation»

Abstract. This article proposes a functional model of an information system for a car repair shop, made using the IDEF0 methodology. Contextual diagrams of the auto repair shop's activities have been developed, in which the system is presented in the form of interconnected and interacting blocks that display the processes and actions occurring in the system. The use case diagram is made using UML notation, reflecting the relationships between users of the system.

Key words: functional model, use case diagram, information systems design, tree nodes, auto repair shop activity, relational model.

Предприятия, работающие в сфере диагностики и ремонта автомобилей, существуют в условиях высокой конкуренции. Большинство предприятий для повышения своей конкурентоспособности используют информационные системы, позволяющие в несколько раз ускорить процесс обработки информации и выдачи результата. При моделировании информационной системы для автомастерской использовалась методология IDEF0. На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма, описывающая функцию – деятельность автомастерской. Входящие стрелки задают условия для выполнения функции. Наименование и назначение стрелок контекстной диаграммы представлены в табл. 1.

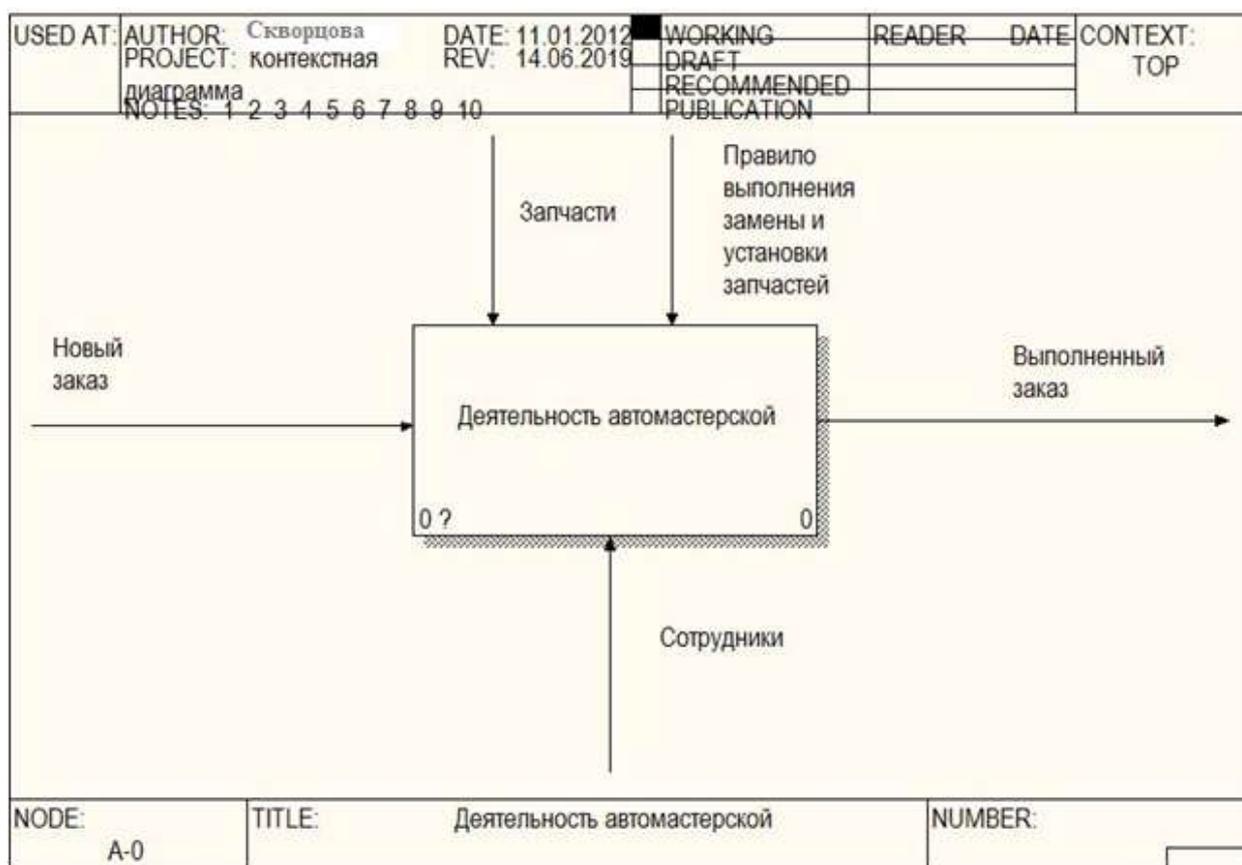


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма «Деятельность автомастерской»

На рис. 2 представлена диаграмма декомпозиции «Деятельность автомастерской», в табл. 2 – наименование и назначение стрелок диаграммы.

Таблица 1 – Стрелки контекстной диаграммы А–0

Наименование стрелки	Назначение
Новый заказ	Заказ, поступивший в автомастерскую
Запчасти	Запчасти, находящиеся в автомастерской
Правило выполнения замены и установки запчастей	Свод правил, необходимый для проведения ремонтных и установочных работ
Выполненный заказ	Итоговый выполненный заказ
Сотрудники	Сотрудники, находящиеся в штате автомастерской

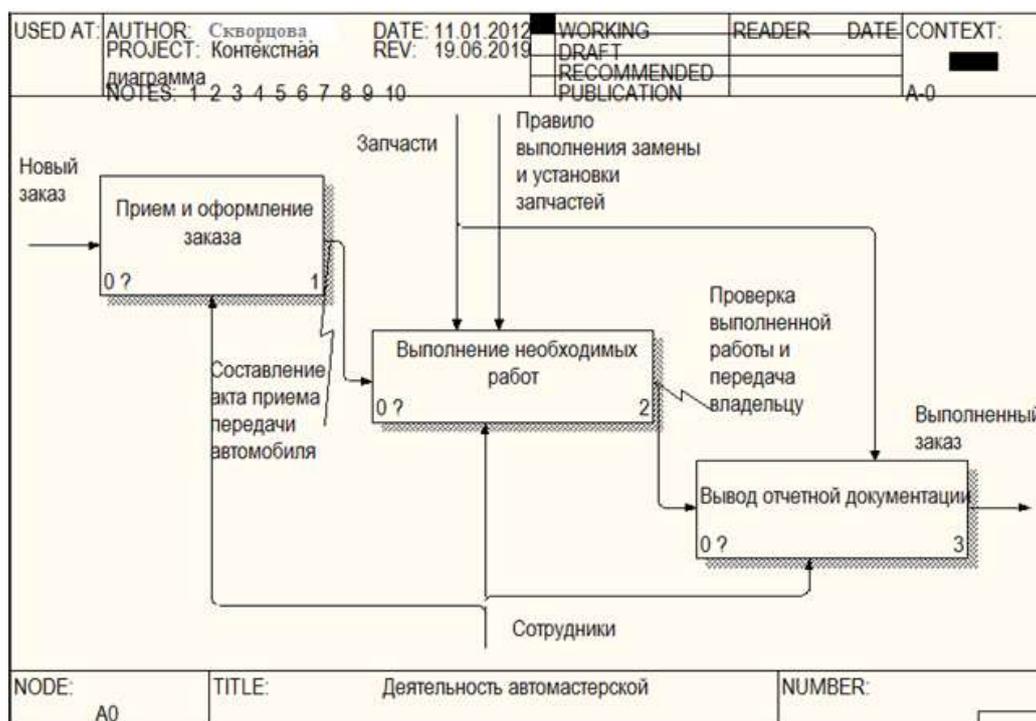


Рисунок 2 – Диаграмма декомпозиции А–0

Таблица 2 – Стрелки диаграммы декомпозиции А – 0

Наименование стрелки	Назначение
Составление акта приема-передачи автомобиля	Составление документации о приеме-передаче автомобиля, в которой указывается информация о сотруднике автомастерской, принявшем заказ, о владельце и поступившем автомобиле
Проверка выполненной работы и передача владельцу	Проверка специалистом выполненных работ по ремонту автомобиля и передача его владельцу

На рис.3 представлена диаграмма «Прием и оформление заказа», связи системы – в табл. 3.

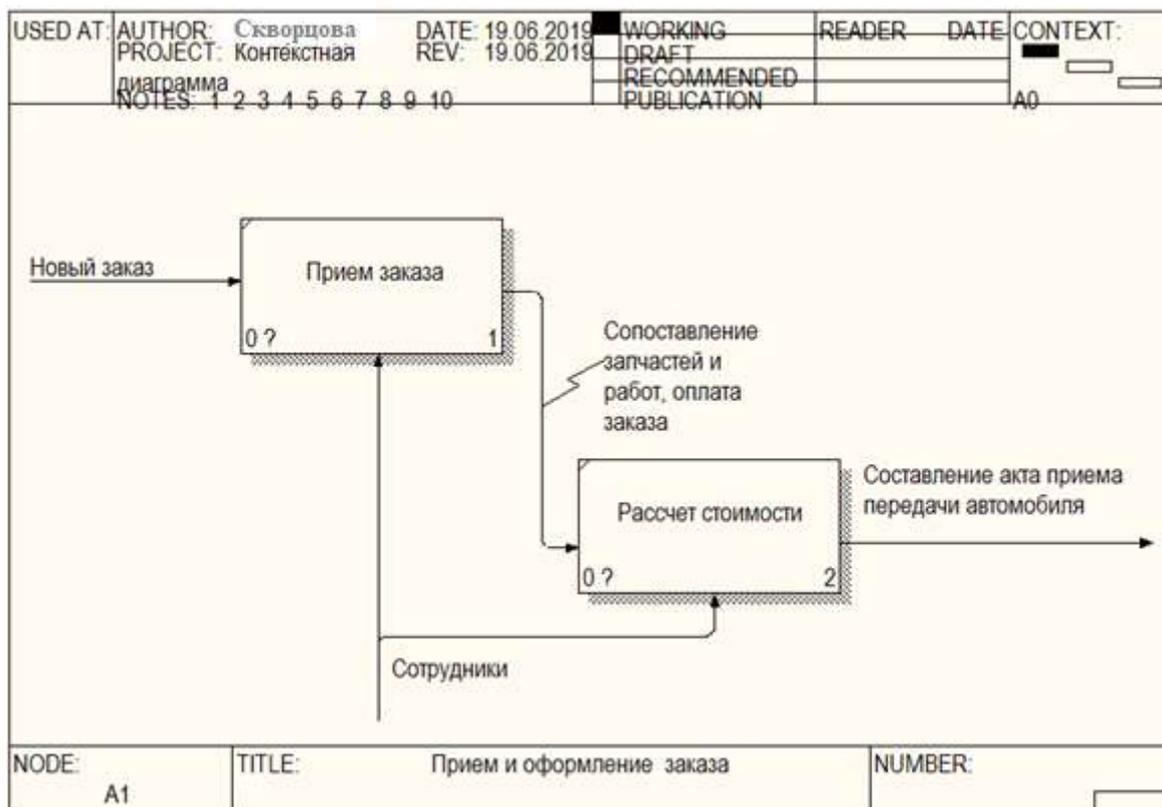


Рисунок 3 – Диаграмма «Прием и оформление заказа» А–1

Таблица 3 – Стрелки диаграммы «Прием и оформление заказа»

Наименование стрелки	Назначение
Сопоставление запчастей и работ, оплата заказа	Проверка наличия запчастей, потраченное количество запчастей на выполнение работ, оплата заказа владельцем автомобиля

Диаграммы «Выполнение необходимых работ», «Вывод отчетной документации» представлены на рис. 4, 5 соответственно. Наименование и назначение стрелок диаграмм представлено в табл. 4, 5.

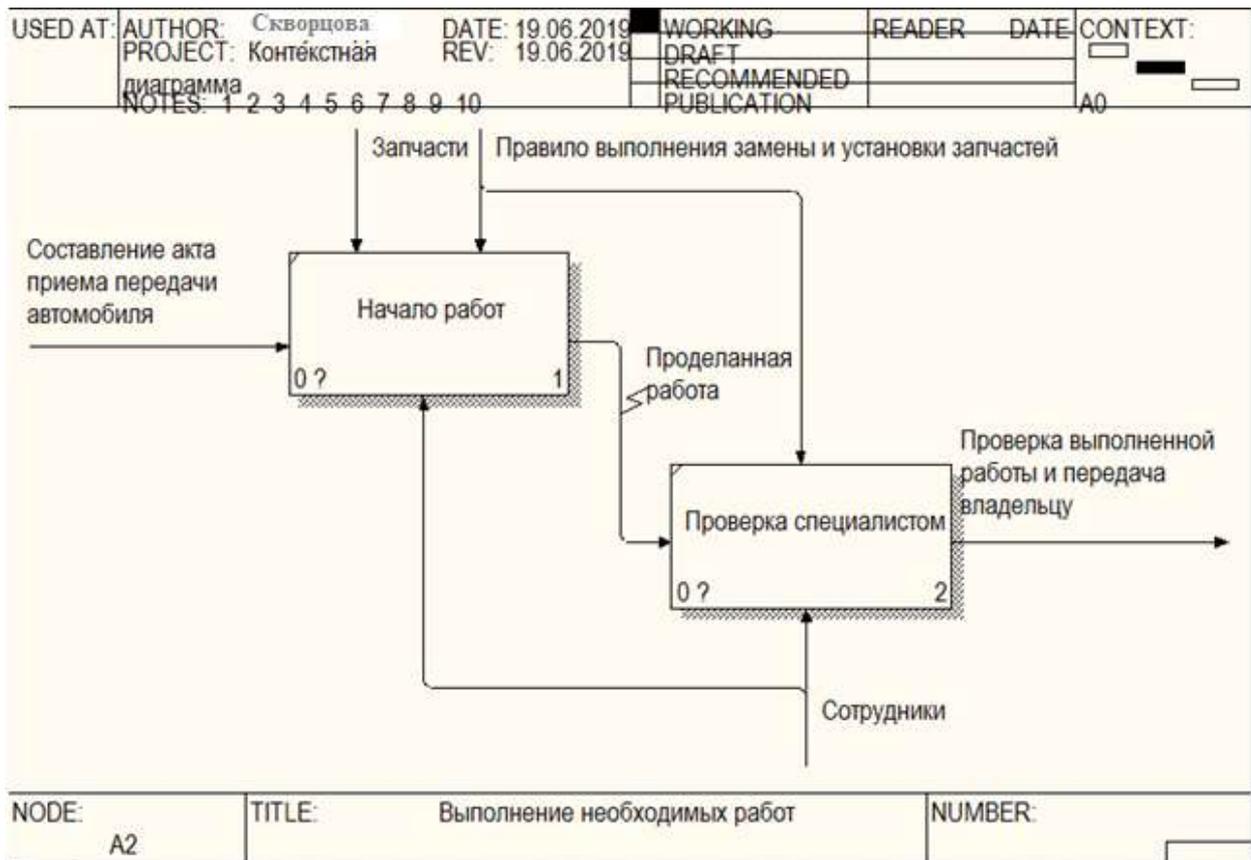


Рисунок 4 – Диаграмма «Выполнение необходимых работ»

Таблица 4 – Стрелки диаграммы «Выполнение необходимых работ»

Наименование стрелки	Назначение
Проделанная работа	Перечень проделанных работ над автомобилем

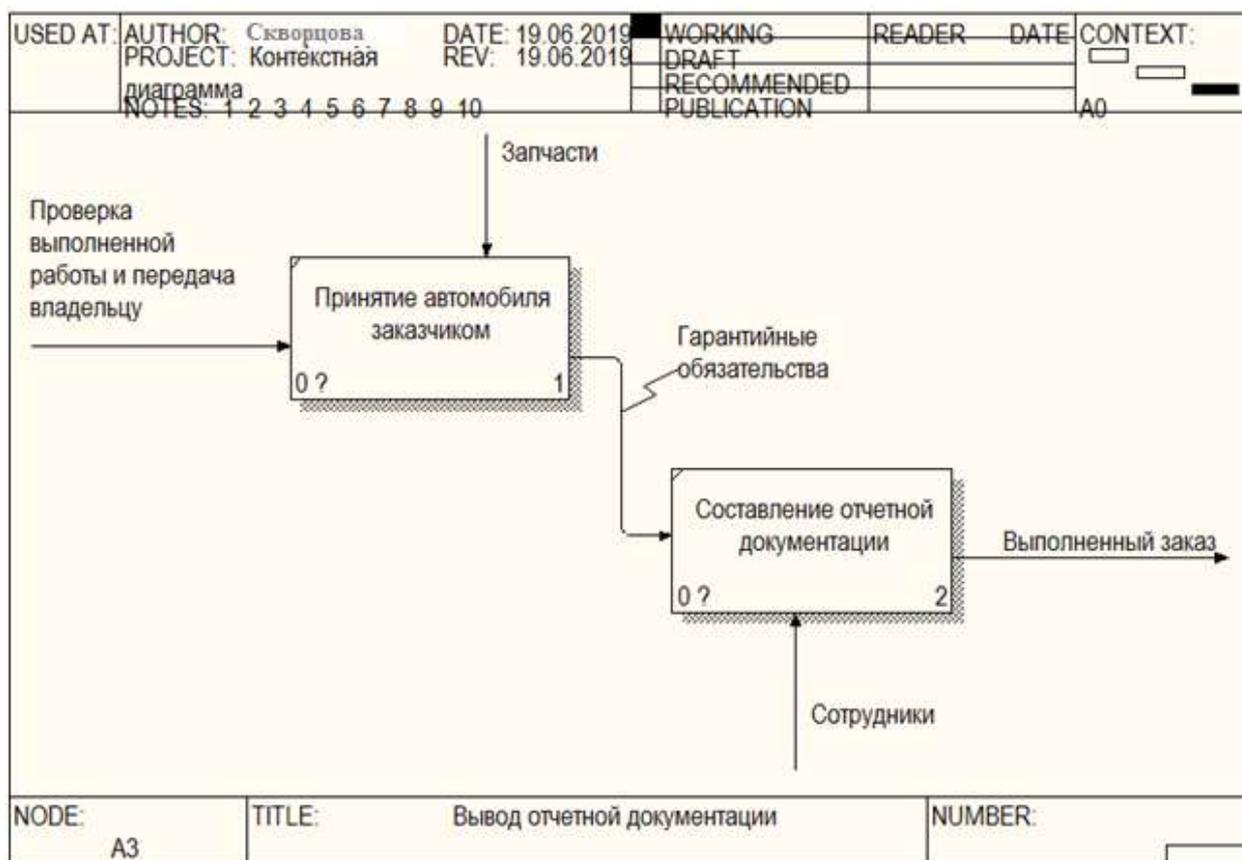


Рисунок 5 – Диаграмма «Вывод отчетной документации»

Таблица 5 – Стрелки диаграммы «Вывод отчетной документации»

Наименование стрелки	Назначение
Гарантийные обязательства	Конечный процесс выполнения работ, составление документации, выдача гарантий на запчасти и работы, последующая проверка специалистом

Диаграмма дерева узлов «Деятельность автомастерской» представлена на рис. 6.

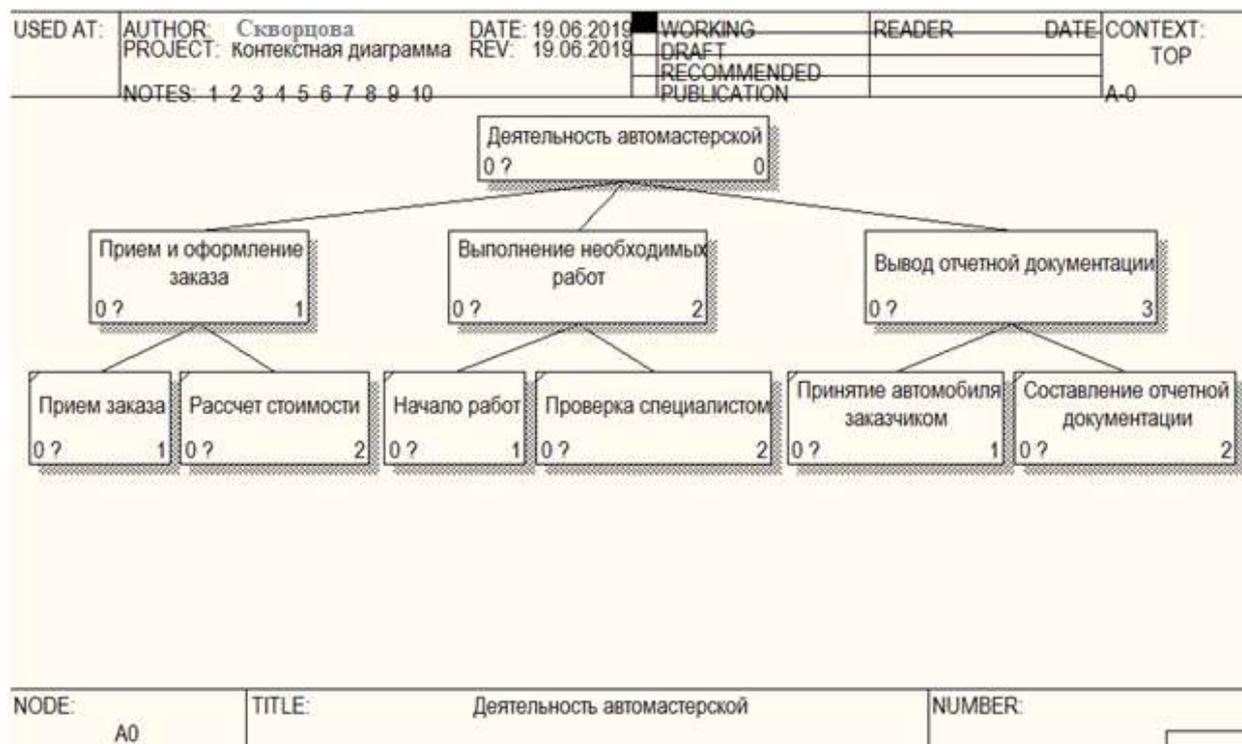


Рисунок 6 – Диаграмма дерева узлов «Деятельность автомастерской»

Диаграмма прецедентов, отражающая отношения между пользователями системы, выполнена посредством нотации UML (рис. 7).

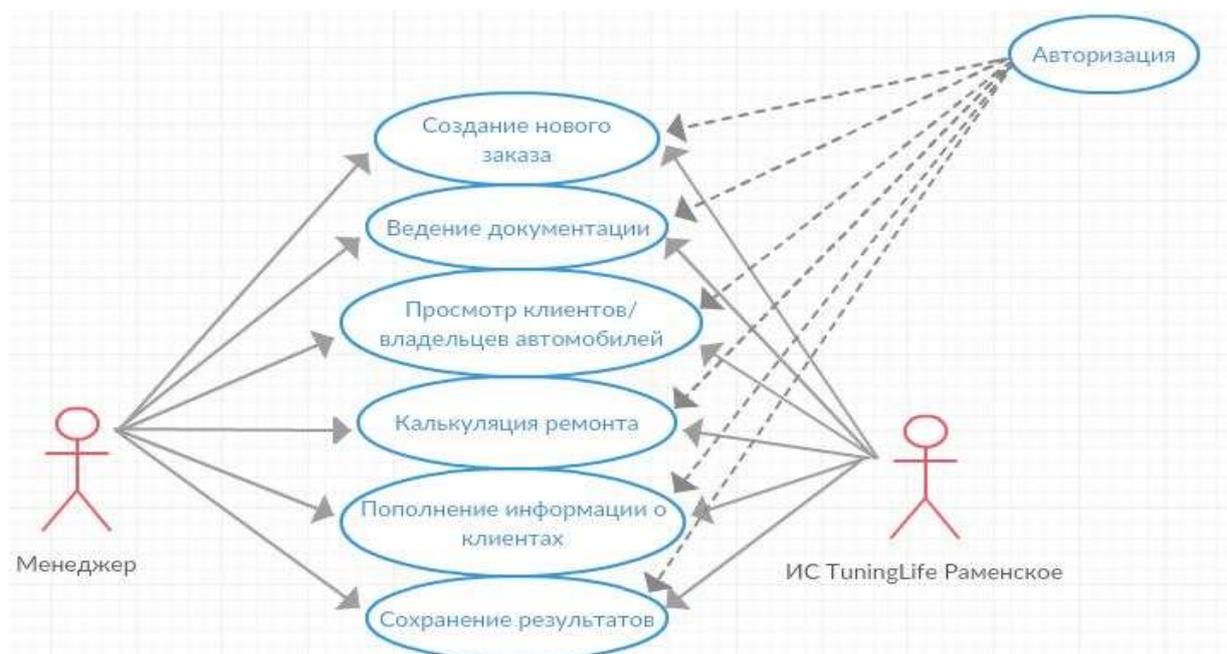


Рисунок 7 – Диаграмма прецедентов ИС автомастерской

Реляционная модель базы данных проектируемой системы для автомастерской реализована в СУБД Access и представлена на рис. 8.

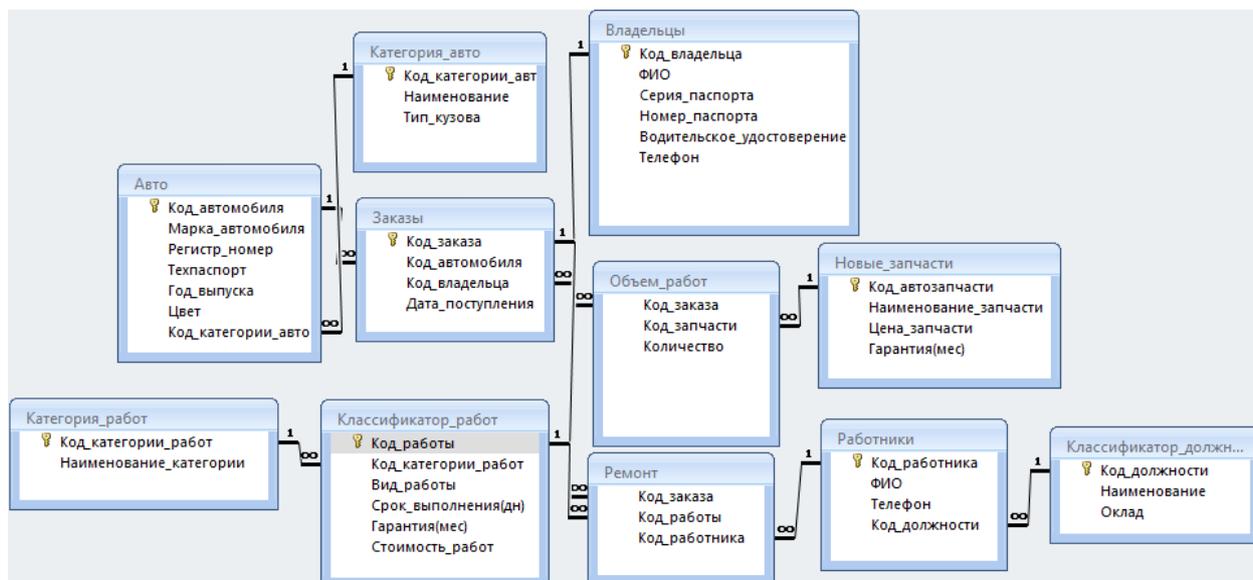


Рисунок 8 – Реляционная модель базы данных

Список литературы

1. Скворцова, Т. В. Разработка модели оценки уровня знаний обучаемого / Т. В. Скворцова, В. С. Вихров, С. В. Фролов // Моделирование информационных систем : Материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 19–20 мая 2021 года. – Воронеж, 2021. – С. 286-293.
2. Ягодкин А.С., Зольников В.К., Скворцова Т.В., Ачкасов А.В., Кузнецов С.А., Макаренко Ф.В. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15, № 3. - С. 136-148.
3. Чевычелов, Ю. А. Информационные технологии : учебное пособие по направлению подготовки 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств / Ю. А. Чевычелов, Т. В. Скворцова, И. С. Куцева. – Воронеж, 2021. – 151 с.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021682131 Российская Федерация. Программный модуль информационной системы управления заказами в автомастерской : № 2021682055 : заявл. 30.12.2021 : опубл. 30.12.2021 / Т. В. Скворцова, В. С. Вихров, Т. Н. Стородубцева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова".
5. Разработка обучающей системы для углубленного изучения дисциплины "Информационные системы управления" / В. К. Зольников, Т. В. Скворцова, А. С. Ягодкин [и др.] // Моделирование информационных систем и технологий :

Материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 27 октября 2022 года / отв. ред. В.К. Зольников, С.А. Евдокимова. – Воронеж, 2022. – С. 120-129.

6. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Skvortsova, T. V. Development of a model for assessing the student's level of knowledge / T. V. Skvortsova, V. S. Vikhrov, S. V. Frolov // Modeling of information systems: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Voronezh, 19–20 May 2021. – Voronezh, 2021. – pp. 286-293.

2. Yagodkin A.S., Zolnikov V.K., Skvortsova T.V., Achkasov A.V., Kuznetsov S.A., Makarenko F.V. Development of algorithms and programs for analyzing the electrical characteristics of LSI // Modeling of systems and processes. - 2022. - Т. 15, No. 3. - P. 136-148.

3. Chevychelov, Yu. A. Information technologies: a textbook in the field of training 03.35.02 Technology of logging and wood processing industries / Yu. A. Chevychelov, T. V. Skvortsova, I. S. Kushcheva. – Voronezh, 2021. – 151 p.

4. Certificate of state registration of a computer program No. 2021682131 Russian Federation. Software module for an order management information system in a car repair shop: No. 2021682055: application. 12/30/2021: publ. 12/30/2021 / T. V. Skvortsova, V. S. Vikhrov, T. N. Storodubtseva; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov".

5. Development of a training system for in-depth study of the discipline “Management Information Systems” / V. K. Zolnikov, T. V. Skvortsova, A. S. Yagodkin [etc.] // Modeling of information systems and technologies: Materials of the International Scientific and Practical conference, Voronezh, October 27, 2022 / Rep. editors V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimov. – Voronezh, 2022. – P. 120-129.

6. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. Using third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 2. – P. 33-41.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОМЕРНОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Т.В. Скворцова¹, С.В. Рязанцев², Е.А. Хромых³

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

³ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных
технологий»

Приводится обзор разработанного программного обеспечения, предназначенного для автоматизации синтеза математической модели многомерного объекта управления, которое включает в себя получение топологии связей каналов и проведение параметрической идентификации.

Ключевые слова: цифровое регулирование, многомерный объект, синтез модели, программное обеспечение.

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR MODELING A MULTIDIMENSIONAL CONTROL OBJECT

T.V. Skvortsova¹, S.V. Ryazantsev², E.A. Khromykh³

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

²Voronezh State Technical University

³Voronezh State University of Engineering Technologies

An overview of the developed software designed to automate the synthesis of a mathematical model of a multidimensional control object, which includes obtaining the topology of channel connections and carrying out parametric identification, is given.

Key words: digital regulation, multidimensional object, model synthesis, software.

Разработка системы управления технологическим процессом или производством включает ряд этапов, среди которых можно выделить следующие [1]:

формализованное описание объекта управления (ОУ) в виде математической модели и расчет элементов управляющей части. Формирование модели ОУ связано с получением экспериментальных данных входов и выходов, указанием структуры их взаимосвязи, выполнением структурной и параметрической идентификации каждого из каналов многосвязного ОУ. На основе полученной модели объекта осуществляется расчет и настройка компенсаторов и регуляторов системы.

Моделирование многосвязного ОУ является одним из ключевых моментов, в значительной степени определяющих характеристики разрабатываемой системы управления, точность и качество регулирования технологического процесса. При построении модели могут быть использованы детерминированный или экспериментально-статистический подходы. Многомерность ОУ, определяемая количеством входов и выходов, основных и перекрестных каналов, приводит к значительным сложностям и временным затратам при формировании математического описания и при последующем его численном решении.

Таким образом, автоматизация этапа формирования математической модели многосвязного ОУ путем разработки специализированного программного обеспечения (ПО), является актуальной задачей.

Модель объекта управления формируется путем математической обработки одним из статистических методов экспериментальных данных входов и выходов, полученных в ходе функционирования или специального исследования. На основе метода декомпозиции объект представлен в виде системы взаимосвязей, описывающих влияние входов на каждый из выходов. В качестве математического описания каждой из связей используются либо дифференциальные (1), либо конечно-разностные (2) уравнения произвольного порядка.

$$P_n^{u[\lambda][\theta]} \cdot \frac{d^n y^{u[\lambda][\theta]}(t)}{dt^n} + \dots + P_1^{u[\lambda][\theta]} \cdot \frac{dy^{u[\lambda][\theta]}(t)}{dt} + y^{u[\lambda][\theta]}(t) = Q_m^{u[\lambda][\theta]} \cdot \frac{d^m u^{u[\lambda]}(t - \tau^{u[\lambda][\theta]})}{dt^m} + \dots + Q_0^{u[\lambda][\theta]} \cdot u^{u[\lambda]}(t - \tau^{u[\lambda][\theta]})$$

(1)

где $P_n^{u[\lambda][\theta]}$, $Q_m^{u[\lambda][\theta]}$ - параметры дифференциальных уравнений; $y^{u[\lambda][\theta]}(t)$ - реакция θ -ого выхода на λ -й вход; $u^{u[\lambda]}$ - λ -ое входное воздействие; $\tau^{u[\lambda][\theta]}$ - запаздывание по соответствующему каналу; n - порядок дифференциального уравнения; $\lambda, \theta = \overline{1, r}$ - номера входов и выходов соответственно.

Соответствующее конечно-разностное уравнение имеет вид

$$y_k^{u[\lambda][\theta]} = \sum_{q=1}^{n^{u[\lambda][\theta]}} a_q^{u[\lambda][\theta]} \cdot y_{k-1}^{u[\lambda][\theta]} + \sum_{l=1}^{m^{u[\lambda][\theta]}+1} b_l^{u[\lambda][\theta]} u_{k-l-d}^{u[\lambda][\theta]}, \quad (2)$$

где $y_k^{u[\lambda][\theta]}$ - реакция θ -ого выхода на λ -й вход на k -м такте квантования; $u_{k-l-d}^{u[\lambda][\theta]}$ - λ -ое входное воздействие на такте $(k-l-d^{u[\lambda][\theta]})$; $a_q^{u[\lambda][\theta]}$, $b_l^{u[\lambda][\theta]}$ - коэффициенты конечно-разностного уравнения; $n^{u[\lambda][\theta]}$, $m^{u[\lambda][\theta]}$ - порядки левой и правой частей конечно-разностного уравнения; k - значение такта квантования.

С целью упрощения описания избавимся от параметров, определяющих номера входов и выходов. Тогда описание объекта управления представляется в виде совокупности дифференциальных и/или конечно-разностных уравнений.

$$P_n \cdot \frac{d^n y(t)}{dt^n} + \dots + P_1 \cdot \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = Q_m \cdot \frac{d^m u(t-\tau)}{dt^m} + \dots + Q_0 \cdot u(t-\tau),$$

$$y_k = \sum_{q=1}^n a_q \cdot y_{k-1} + \sum_{l=1}^{m+1} b_l \cdot u_{k-l-d}.$$

Переход между непрерывной (1) и дискретной (2) формами описания осуществляется по выведенным зависимостям. При заданных значениях коэффициентов дифференциального уравнения параметры конечно-разностной модели вычисляются по зависимостям вида:

$$a_i = (-1)^{(i-1)} \frac{\sum_{g=i}^n C_i^g \cdot P_g \cdot T_0^{(n-g)} - q \cdot T_0^n}{\sum_{s=1}^n C_0^s \cdot P_s \cdot T_0^{(n-s)}}, \quad b_l = (-1)^l \frac{\sum_{g=l}^m C_l^g \cdot Q_g \cdot T_0^{(m-g)}}{\sum_{g=1}^n C_0^g \cdot P_g \cdot T_0^{(n-g)} + x \cdot P_0},$$

$$x = \begin{cases} 0, & n \geq 1 \\ 1, & n = 0 \end{cases}.$$

где $q = \begin{cases} 1, & i = 1 \\ 0, & i = 2, n \end{cases}$, C_i^g - коэффициенты бинома Ньютона, рассчитываемые по выражению $C_i^g = \frac{g!}{i!(g-i)!}$, $g \geq i$; T_0 - такт квантования.

При известных параметрах конечно-разностного выражения коэффициенты дифференциального уравнения определяются по зависимостям вида (обратная задача):

$$Q = (A^Q)^{-1} \cdot B^Q,$$

$$P = (A^P)^{-1} \cdot B^P,$$

где P , Q - векторы коэффициентов соответствующего дифференциального уравнения;

$$A_{(g,l)}^Q = \begin{cases} (-1)^l \cdot \sum_{g=l}^m (C_l^g \cdot T_0^{(m-g)}) \cdot T_0^{(n-m)}, & g \geq l \\ 0, & g < l \end{cases}, \quad B_l^Q = b_l \cdot \left(\sum_{g=l}^m C_0^g \cdot P_g \cdot T_0^{(n-g)} + x \cdot P_0 \right);$$

$$A^Q = \begin{bmatrix} A_{(0,0)}^Q & A_{(1,0)}^Q & \cdots & A_{(m,0)}^Q \\ A_{(0,1)}^Q & A_{(1,1)}^Q & \cdots & A_{(m,1)}^Q \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{(0,m)}^Q & A_{(1,m)}^Q & \cdots & A_{(m,m)}^Q \end{bmatrix}; \quad B^Q = \begin{bmatrix} B_0^Q \\ B_1^Q \\ \vdots \\ B_m^Q \end{bmatrix};$$

$$A_{(i,j)}^P = \begin{cases} a_i \cdot P_j \cdot T_0^{(n-j)}, & j < i \\ P_j \cdot T_0^{(n-j)} \cdot (a_i - (-1) \cdot C_i^j), & j \geq i, j = i, n \end{cases}; \quad B_i^P = q \cdot (-T_0^n); \quad q = \begin{cases} 1, & i = 1 \\ 0, & i = 2, n \end{cases}.$$

В рамках предлагаемого программного обеспечения предусмотрены варианты автоматизированного и ручного задания структуры взаимосвязей входов и выходов объекта.

Автоматизированный способ заключается в проверке для каждого канала объекта следующего условия:

$$\frac{\sum_{k=1}^N y_k^{\lambda \parallel \theta}}{N} > \xi,$$

где $y^{\lambda \parallel \theta} = [y_1^{\lambda \parallel \theta}, y_2^{\lambda \parallel \theta}, \dots, y_N^{\lambda \parallel \theta}]$ – экспериментальные значения временной характеристики канала λ -й вход – θ -й выход; N – количество экспериментальных значений по соответствующему каналу; ξ – некоторого граничной значение, задаваемое пользователем и определяющее несущественность той или иной взаимосвязи.

Если среднее значение больше пороговой величины ξ , связь считается существенной и учитывается в структурной схеме объекта. В противном случае связь отбрасывается, что упрощает модель объекта и последующие расчеты элементов управления. Такой подход уменьшает вычислительные сложности и время, затрачиваемое на синтез многосвязных систем регулирования.

В результате проведенного исследования автоматически формируется структурная схема рассматриваемого объекта с указанием определённого количества входов, выходов и наиболее значимых взаимосвязей между ними (рис. 1).

Ручной способ формирования структуры связей объекта предусматривает самостоятельный ввод пользователем всей необходимой информации с использованием специального интерфейса (рис. 1). После указания в соответствующих полях ввода требуемого количества входных и выходных сигналов разработчик с помощью графического интерфейса и «мыши» задаёт необходимые каналы, со-

единия между собой соответствующие входы и выходы. Если объект характеризуется наличием всех связей, существует возможность их автоматического формирования путём задания соответствующего параметра.

На следующем этапе формируется модель каждого из каналов объекта управления. В автоматическом режиме проводится идентификация конечно-разностными уравнениями нескольких порядков (с первого по пятый) для каждого из каналов.

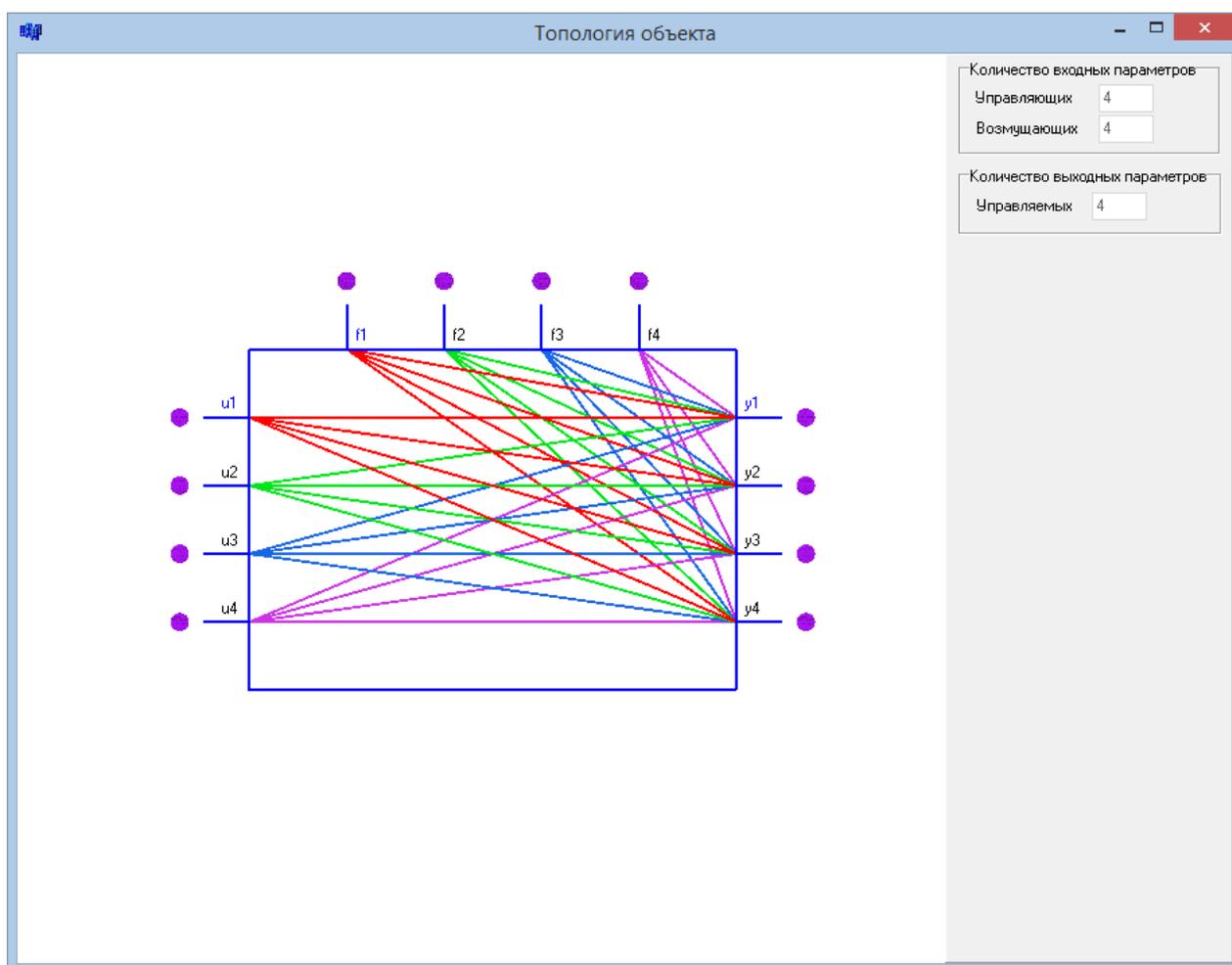


Рисунок 1 – Интерфейс модуля формирования структуры взаимосвязи каналов объекта управления

Результаты идентификации представляются графиками кривых разгона и численными значениями параметров моделей каналов (в конечно-разностной форме), а также табличными ($F_{\text{табл}}$) и расчетными ($F_{\text{расч}}$) значениями критерия Фишера, используемых для проверки адекватности. На основании значений критерия дается рекомендация о порядке конечно-разностного (дифференциального) уравнений, наиболее точно описывающего данную взаимосвязь (канал).

Используя полученные результаты можно осуществить расчет коэффициентов соответствующего дифференциального уравнения, т.е. осуществить переход к непрерывной модели канала объекта, используя пункт меню «пересчитать в параметры ДУ».

Предусмотрен ручной способ ввода численных значений параметров модели канала непосредственно пользователем с использованием соответствующего интерфейса. Выделяя «мышью» на структурной схеме объекта (рис. 1) необходимый канал, пользователь с помощью контекстного меню вызывает окно ввода коэффициентов модели (рис. 3), в котором указывается порядок и численные значения параметров (в непрерывной и дискретной формах).

В автоматизированном режиме на основе экспериментальных данных осуществляется параметрическая идентификация конечно-разностными уравнениями пятого порядков. После проверки адекватности по численным значениям критерия Фишера формируются рекомендации по выбору наилучшей модели (рис. 2). Если значения критерия Фишера отличаются несущественно, то в качестве модели рекомендуется принять конечно-разностное уравнение меньшего порядка.

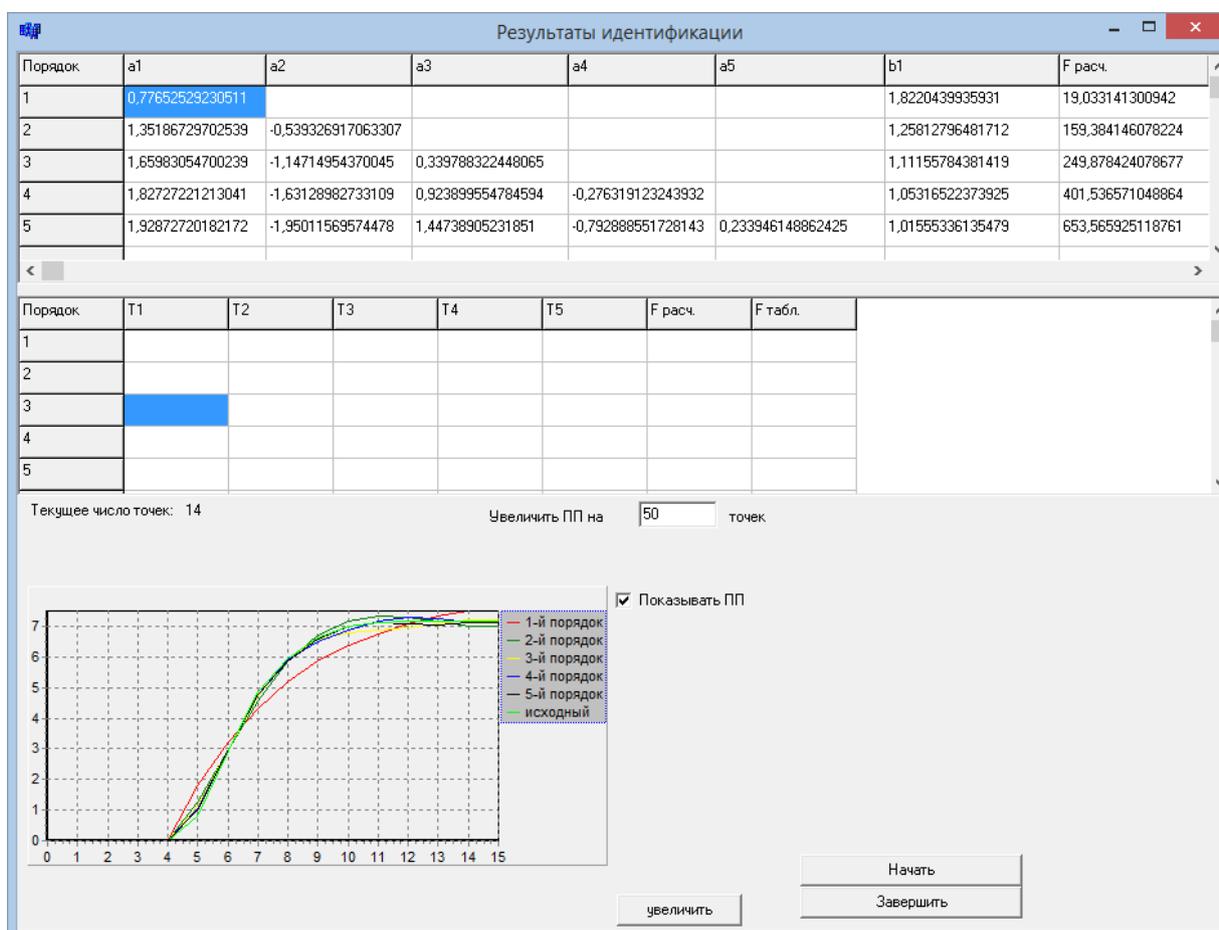


Рисунок 2 – Интерфейс модуля параметрической идентификации

Параметры связи "u1 -> y1"

Порядок:

Такт квантования T0:

Запаздывание: мин

Тип канала:
 Основной
 Перекрестный

Контроль кратности тактов квантования Контроль

	T (диф. ур.)	T (пост. время)	a (КРЧ)	b (КРЧ)
1	24,00		1,257226	0,444032
2	9,32		-0,301423	
k				

Комментарий:

OK Отмена

Рисунок 3 – Окно ввода параметров канала объекта управления

Разработанное ПО автоматизирует разработку математической модели многосвязного объекта, давая возможность выполнения ряда операций как вручную, так и автоматически. Переход между непрерывной и дискретной формами математического описания, путем расчета неизвестных численных значений коэффициентов на основе заданных, позволяет использовать различные методы и способы анализа свойств объекта и синтеза систем.

Список литературы

1. Рязанцев, С. В. Моделирование и исследование процесса пастеризации как многосвязного объекта управления. / С.В. Рязанцев, Е.А. Хромых, И.А. Козенко // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. - 2021. - № 11. - С. 31-42.

2. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

3. Новикова, Т. П. Математическая модель распределения трудовых ресурсов при технической эксплуатации и ремонте автотранспортных средств /

Т. П. Новикова, А. И. Новиков, С. В. Дорохин // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса : Материалы 5-й Междунар. науч.-практ. интернет-конференции, Орел, 18–20 апреля 2016 года / под общ. ред. А.Н. Новикова. – Орел, 2016. – С. 133-139.

References

1. Ryazantsev, S. V. Modeling and investigation of the pasteurization process as a multi-connected control object. / S.V. Ryazantsev, E.A. Khromykh, I.A. Kozenko // Devices and systems. Management, control, diagnostics. 2021. No. 11. pp. 31-42.

2. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

3. Novikova, T. P. Mathematical model of the distribution of labor resources in the technical operation and repair of motor vehicles / T. P. Novikova, A. I. Novikov, S. V. Dorokhin // Topical issues of innovative development of the transport complex : Materials of the 5th International Scientific and Practical Internet Conference, Orel, April 18-20, 2016 / under the general edited by A.N. Novikov. – Orel: Oryol State University named after I.S. Turgenev, 2016. – pp. 133-139.

ВЫБОР РЕЖИМА СИНТЕЗА КАУЧУКОВ РАСТВОРНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Т.В. Скворцова¹, С.В. Рязанцев², Е.А. Хромых³

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

³ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных
технологий»

Аннотация. Выбор режима синтеза низкомолекулярных каучуков выполнен по результатам моделирования динамики процесса получения с применением математических моделей непрерывного и периодического с непрерывной подачей мономера в зону реакции способов производства.

Ключевые слова: синтез низкомолекулярных каучуков, моделирование динамики процесса, математическая модель реактора.

SELECTION OF THE SYNTHESIS MODE OF SOLUTION POLYMERIZATION RUBBERS

T.V. Skvortsova¹, S.V. Ryazantsev², E.A. Khromykh³

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

²Voronezh State Technical University

³Voronezh State University of Engineering Technologies

Abstract. The choice of the synthesis mode for low molecular weight rubbers was made based on the results of modeling the dynamics of the production process using mathematical models of continuous and periodic with continuous supply of monomer to the reaction zone of production methods.

Keywords: synthesis of low molecular weight rubbers, modeling of process dynamics, mathematical model of the reactor.

Для выбора технологических режимов производства принято использовать математическое моделирование применяемых процессов.

В данной работе осуществлен выбор режима синтеза низкомолекулярных каучуков, который проведен на основании анализа динамических характеристик технологических параметров. Рассмотрена работа реакторов двух типов: периодического и полунепрерывного действия. Реактор полунепрерывного действия представляет собой реактор периодического действия с непрерывной подачей мономеров в зону реакции.

Математическая модель реактора периодического действия представляет собой систему дифференциальных уравнений материальных и теплового балансов [1]:

$$\begin{aligned} \frac{dM}{d\tau} &= -k_{\text{эфф}} \cdot M, \\ \frac{dP}{d\tau} &= k_{\text{эфф}} \cdot M, \\ \frac{dT}{d\tau} &= \frac{T\Theta \cdot \frac{dP}{d\tau} \cdot V_{an} - k_F \cdot F_{cm} \cdot (T - T_{xl})}{k \cdot V_{an} \cdot d_{ш} \cdot C_{ш}}, \\ \frac{dS_n}{d\tau} &= k_3 \cdot C_{кат} \cdot S, \\ \frac{dN}{d\tau} &= \frac{dP/d\tau}{C_{кат}}, \end{aligned} \tag{1}$$

где P – текущая концентрация полимера в реакционной смеси, моль/м³;

$k_{\text{эфф}}$ – эффективная константа скорости реакции, сек⁻¹;

$T\Theta$ – тепловой эффект реакции полимеризации, Дж/моль;

k_F – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°К);

$C_{ш}$ – теплоемкость шихты, Дж/(кг·°К);

$d_{ш}$ – удельный вес шихты, кг/м³;

F_{cm} – поверхность теплообмена, м²;

T, T_{xl} – температура реакционной смеси, хладагента, °К;

S – общее количество растворителя, моль/л;

S_n – количество растворителя, передающего цепь, моль/л;

$C_{кат}$ – концентрация катализатора, моль/л;

k_3 – константа скорости передачи цепи, м³/(сек·моль);

k – коэффициент заполнения реактора;

N – средняя степень полимеризации.

Математическая модель реактора полунепрерывного действия также представляет собой систему дифференциальных уравнений материальных и теплового балансов. Кроме того, в модель дополнительно введено уравнение изменения текущего объема реакционной смеси:

$$\begin{aligned} \frac{dM}{d\tau} &= \frac{M\Pi}{V_T} - k_{\text{эфф}} \cdot M - \frac{C_{\text{ш}}}{V_T} \cdot M, \\ \frac{dP}{d\tau} &= k_{\text{эфф}} \cdot M - \frac{C_{\text{ш}}}{V_T} \cdot P, \\ \frac{dT}{d\tau} &= \frac{1,2 \cdot T\text{Э} \cdot \frac{dP}{d\tau} \cdot V_T - G_{\text{ш}} \cdot d_{\text{ш}} \cdot C_{\text{ш}} \cdot (T - T_{\text{м}})}{k \cdot V_T \cdot d_{\text{ш}} \cdot C_{\text{ш}}} - \\ &= \frac{k_F \cdot F_{\text{см}} \cdot (T - T_{\text{хл}})}{k \cdot V_T \cdot d_{\text{ш}} \cdot C_{\text{ш}}}, \\ \frac{dS_n}{d\tau} &= k_3 \cdot \frac{C_{\text{кат}}}{V_T} \cdot \frac{(S_0 + B \cdot G_{\text{ш}} \cdot d_{\text{ш}} \cdot \tau) \cdot 1000}{M_B \cdot V_T}, \\ \frac{dN}{d\tau} &= \frac{dP/d\tau}{C_{\text{кат}}/V_T}, \\ C_{\text{кат}} &= C_{\text{нач}} - \frac{\Pi}{V_{\text{ан}}} \cdot V_T, \\ F_{\text{см}} &= \frac{2 \cdot V_T}{r} + S_{\text{дна}}, \end{aligned} \tag{2}$$

где $F_{\text{см}}$ – переменная поверхность теплообмена, м²;

r – радиус цилиндрической части реактора, м;

$S_{\text{дна}}$ – приближенная поверхность дна аппарата, м².

Осуществлено решение систем дифференциальных уравнений (1), (2) методом Адамса. Для оценки молекулярно-массового распределения (ММР) применен метод расчета ММР по приращениям полимера, дезактивированного полимера и степени полимеризации на каждом шаге интегрирования [2].

Осуществлено исследование влияния основных технологических параметров (концентрации мономеров, температуры, концентрации катализатора) на ММР для каждого из способов реализации полимеризации путем проведения многовариантных расчетов. Результаты расчетов представлены на рис. 1, 2. Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

При периодическом способе, т.е. при одновременной загрузке компонентов, расчет осуществляется по модели (1). При этом концентрация мономера изменяется во времени, вместе с тем изменяется и соотношение между скоростями роста и передачи цепи, что вызывает образование на разных стадиях процесса полимеров с различной молекулярной массой и приводит к высокой полидисперсности. С увеличением степени конверсии концентрация мономера значительно уменьшается, тогда как концентрация агента передачи цепи-растворителя

остается практически постоянной и, следовательно, с ростом конверсии увеличивается доля реакций передачи цепи (dN/dt резко снижается).

Среднечисленная степень полимеризации на протяжении всего процесса сохраняет значение значительно выше заданного для низкомолекулярных каучуков.

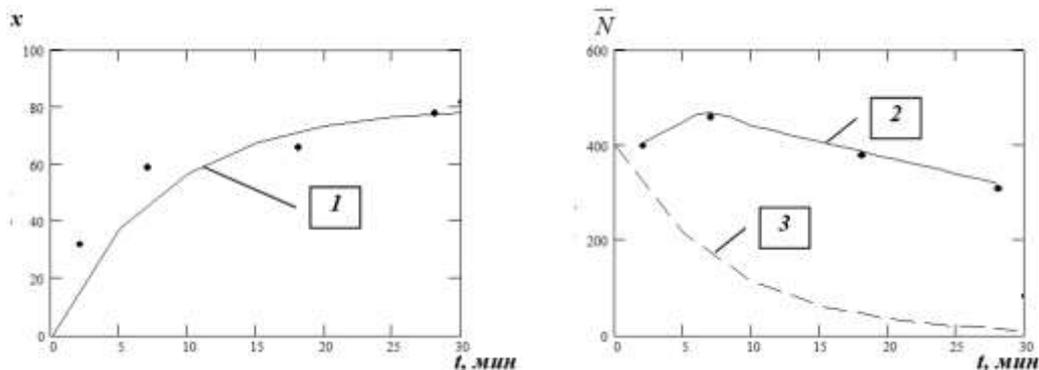


Рисунок 1 – Периодический способ:

1 – изменение конверсии мономеров во времени

(— — расчетные данные, • — экспериментальные данные);

2 – зависимость среднечисленной степени полимеризации от времени

(— — расчетные данные, • — экспериментальные данные);

3 – изменение dN/dt

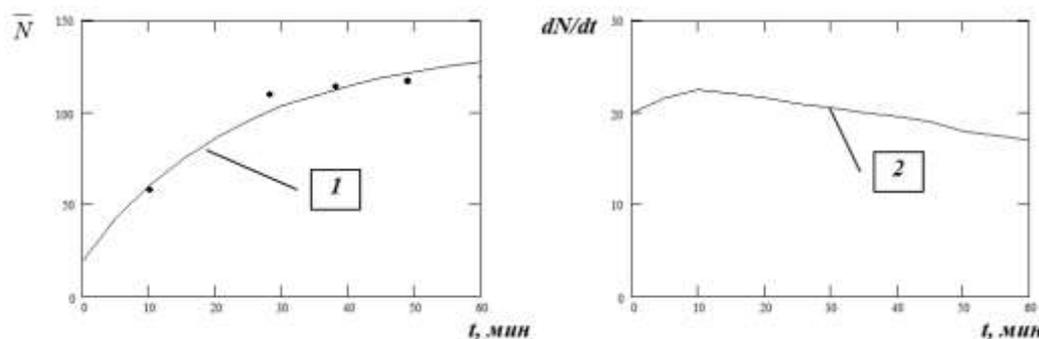


Рисунок 2 – Полунепрерывный способ:

1 – изменение среднечисленной степени полимеризации от времени

(— — расчетные данные, • — экспериментальные данные);

2 – изменение dN/dt

Увеличение концентрации мономера при прочих равных условиях приводит к преобладанию скорости роста цепи и соответственно к более высокой молекулярной массе и расширению ММР.

Таким образом, в реакторе периодического действия невозможно получить низкомолекулярный каучук с заданным ММР.

Математическая модель реактора периодического действия с непрерывной подачей мономеров в зону реакции учитывает заданный закон скорости подачи шихты в реактор и изменения текущего объема реакционной массы.

Математическое моделирование с использованием модели (2) показало, что необходимое качество низкомолекулярного каучука достигается при исчезающе малых концентрациях мономера, то есть при приближении скорости подачи шихты в реактор к скорости роста цепи.

Непрерывный способ синтеза низкомолекулярного каучука при оптимальных значениях технологических параметров также позволяет достичь исчезающе малых концентраций мономера в зоне реакции, что позволяет обеспечить заданные молекулярно-массовые характеристики каучука.

Таким образом, обоснован выбор режима синтеза каучуков растворной полимеризации на примере производства низкомолекулярных каучуков. Даны рекомендации для промышленного внедрения полунепрерывного и непрерывного способов производства.

Список литературы

1. Битюков, В. К. Математическое моделирование объектов управления в химической промышленности (теория и практика): учеб. пособие / В. К. Битюков, С. Г. Тихомиров, С. В. Подкопаева [и др.]. – Воронеж: ВГУИТ, 2011. – 196 с.
2. Подкопаева, С.В. / С.В. Подкопаева, С.Е. Громова // Труды отраслевой конференции по метрологии и автоматизации в нефтехимической и пищевой промышленности. – Воронеж, 2003. – С. 94-102.
3. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Bytyukov, V. K. Mathematical modeling of Object Management in chemical promulgationplans (theory and Practice): study. equipment / V. K. Bityukov, S. G. Tihomirov, S. V. Podopayeva [and others]. - Voronezh: VGUIT, 2011. - 196 p.
2. Podkopaeva, S.V. / S.V. Podkopaeva, S.E. Gromova // Proceedings of the industry conference on Metrology and automation in the petrochemical and food industries. Voronezh, 2003. pp. 94-102.
3. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ МЕЖДУ МИКРО-СЕРВИСАМИ

А.А. Соловьев¹, В.И. Анциферова¹, В.К. Зольников¹, А.Н. Щеблыкин¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются принципы работы технологий передачи данных, их плюсы и минусы, проблема выбора технологии передачи данных между сервисами, трудности использования и сложности поддержки каждой технологии самых популярных и эффективных технологиях: REST, Kafka, Grpc.

Ключевые слова: Kafka, REST API, GraphQL, HTTP, метод, микро-сервис, партиция, офсет консюмер, топик.

OVERVIEW OF INFORMATION TRANSFER TECHNOLOGIES BETWEEN MICRO-SERVICES

A.A. Solovyev¹, V.I. Antsiferova¹, V.K. Zolnikov¹, A.N. Shcheblykin¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses the principles of data transfer technologies, their pros and cons, the problem of choosing a data transfer technology between services, the difficulties of using and the difficulties of supporting each technology in the most popular and effective technologies: REST, Kafka, Grpc.

Keywords: Kafka, REST API, GraphQL, HTTP, method, micro-service, partition, offset consumer, topic.

В современном мире нам часто приходится сталкиваться с различными приложениями, о существовании сервисов которых даже не задумываемся, хоть ипользуемся ими каждый день.

Каждый раз открывая приложение банка, чтобы вновь проверить баланс карты, оплатить ЖКХ или перевести деньги на необходимые нужды, мы не задумываемся о том, что происходит внутри этой иконки приложения банка. Так же, когда пользователь отправляет сообщение в мессенджере, ставит лайк или переводит деньги маме, он не задумывается, где хранятся эти сообщения, как осуществляется доставка данных на различные сервисы системы, он лишь хочет выполнить эти действия. Причем пользователю нужно видеть достоверную информацию: виден ли лайк всем его друзьям, успешен ли денежный перевод маме.

Все это обеспечивается приложением и сервисами внутри него. Как правило, банковское приложение имеет несколько сервисов: сервис-фронтэнд, отвечающий за общение с пользователем или попросту *ui*; сервис-бэкэнд, отвечающий за сохранение и обработку данных, переданных с *ui*. При ближайшем рассмотрении этой архитектуры можно увидеть, что бэкэнд - сервис состоит из маленьких сервисов помощников, которые декомпозируют сложную логику. Это тренд называется микро сервисной архитектурой. На смену большим ресурсоемким монолитным программам пришли небольшие сервисы, облегчающие работу всей системе. И если в монолите все ясно, то как устроена связь между этими сервисами? В этом разработчикам помогают такие технологии как: REST, Kafka/RabbitMQ, WebSocket, GraphQL, gRPC, SOAP и другие.

В данной статье я хочу осветить проблему выбора технологии передачи данных между сервисами, трудности использования и сложности поддержки каждой технологии, а также хочу поделиться опытом применения данных технологий на практике, как учебных, так и коммерческих данных. Работа будет сосредоточена на нескольких самых популярных и эффективных технологиях: REST, Kafka, Grpc.

Общение сервисов по протоколу HTTP(REST API)

Множество приложений используют данный протокол для общения между сервисами по причине его простоты. HTTP – широко распространённый сетевой протокол прикладного уровня, изначально предназначенный для передачи гипертекстовых документов (то есть документов, содержащих ссылки, позволяющие организовать переход к другим документам). Аббревиатура HTTP расшифровывается как *HyperTextTransferProtocol* – «протокол передачи гипертекста».

HTTP-запрос состоит из четырёх элементов: метод, URI, версия HTTP и адрес хоста. Данные элементы обладают своими особенностями. Так, метод указывает, на то какое действие нужно совершить, а URI — это полный путь до конкретного файла на сервере.

HTTP-ответ имеет три части: статус ответа, заголовки и тело ответа. В статусе ответа сообщается, всё ли прошло успешно или возникли ошибки. В заголовках указывается дополнительная информация, помогающая браузеру корректно отобразить файл. А в тело ответа сервер кладёт запрашиваемый файл.

На основе данного протокола был создан REST – архитектурный стиль разработки интерфейсов, позволяющий прозрачно и легко настроить взаимодействие между сервисами. REST оперирует ресурсами, а это в свою очередь все, что разработчик хочет показать внешнему миру через приложение. Обычно разработчики сами определяют, какие ресурсы они хотят открыть для использования, но открыть ресурсы мало, их надо точно идентифицировать. Данный процесс можно выполнить при помощи уникальных url методов http.

Также стоит упомянуть про такие методы как:

GET — получение информации об объекте (ресурсе).

POST — создание нового объекта (ресурса).

PUT — полная замена объекта (ресурса) на обновленную версию.

PATCH — частичное изменение объекта (ресурса).

DELETE — удаление информации об объекте (ресурсе).

Стоит осветить, из чего состоит REST-запрос на сервер.

Как говорилось ранее, REST оперирует ресурсами, но также их можно назвать конечными точками (endpoint) – адрес, по которому отправляется запрос. Один и тот же объект (ресурс) может иметь несколько конечных точек.

Например, чтобы отправить запрос на сервер, может использоваться конечная точка `service/orders`. Чтобы посмотреть список данных, можно использовать конечную точку `service/orders/list`, а чтобы создать новый объект — `service/orders/create`.

Параметры также можно передавать через url, к примеру, `service/bills/{userId}/list`, здесь `userId` уникальный идентификатор пользователя, для которого клиент запросил данные о счетах.

Также не стоит забывать о том, что можно передавать заголовки запроса, и, конечно, само тело. Формат тела запроса будет рассмотрен ниже.

После получения данного запроса, сервер его обработает и отправит ответ.

Сам ответ состоит также из заголовков, по большей части из тех, что уже были в запросе. Тело ответа — это информация, которую запрашивал клиент. Обычно для запроса и ответа используется JSON формат, так как его удобно читать и поддерживать, но REST поддерживает и другие типы данных. Также в структуру ответа входит `httpстатус` код, который описывает состояние ответа.

Ответы вида `1xx` — информационные.

Ответы вида `2xx` говорят об успешном выполнении запроса. Например:

`200` — ОК. Если клиентом были запрошены какие-либо данные, то они находятся в заголовке или теле сообщения.

`201` — ОК. Создан новый ресурс.

Ответы вида `3xx` обозначают перенаправление или необходимость уточнения. Например:

`300` — на отправленный запрос есть несколько вариантов ответа. Чтобы получить нужный вариант, клиент должен уточнить запрос.

`301` — запрашиваемый адрес перемещен.

`307` — запрашиваемый адрес временно перемещен.

Ответы вида `4xx` говорят о том, что при выполнении запроса возникла ошибка, и это ошибка на стороне клиента. Например:

`400` — `BadRequest`. Запрос некорректный.

`401` — `Unauthorized`. Запрос требует аутентификации пользователя.

`403` — `Forbidden`. Доступ к сервису запрещен.

`404` — `NotFound`. Ресурс не найден.

Ответы вида `5xx` говорят об ошибке на стороне сервера. Например:

`503` — сервис недоступен.

`504` — таймаут (превышено допустимое время обработки запроса).

Все это дает гибкий способ описания API для работы сервисов друг с другом. REST API быстро реализовывается и легко поддерживается. Но REST не единственный стиль написания API основанный на `http`.

`GraphQL` — это язык запросов и серверная среда для API с открытым исходным кодом. Он появился в Facebook в 2012 году и был разработан для упрощения управления конечными точками для API на основе REST. Мы не будем углубляться в принципы работы данной технологии, лишь продемонстрируем разницу между REST и `GraphQL`.

Главное отличие `GraphQL` от REST API состоит в том, что все данные клиент может получить всего одним запросом, даже если они будут располагаться в

разных источниках. А в REST API для этого придётся сделать выборку и извлекать их уже оттуда. То есть клиент может запросить по одной конечной точке любой интересующий его объект, что в REST API невозможно. Для одного endpoint в REST существует только один тип объекта – это может быть счет, пользователь или даже массив счетов.

На первый взгляд это кажется очень удобным: клиент может отправить любой запрос, и получить нужные ему объекты, не вызывая сервис несколько раз. К примеру, сервис А хочет получить сущности пользователя, но без определенных полей, а также все счета, связанные с этим пользователем от сервиса В. При помощи GraphQL это можно сделать за один запрос, но используя REST так сделать не получится. Для REST придется осуществить два запроса, а после удалить поля из сущности пользователя. Кажется, что ответ очевиден – следует использовать GraphQL, но если посмотреть эту технологию со стороны сервера, то можно заметить сложности.

Первая проблема – это распознавание запроса. Что запросил клиент от сервера? Возможно, он запросил сущности пользователей, самих пользователей и их счета на оплату, а может быть только типы покупок. GraphQL предоставляет типы данных, которые лежат и обрабатываются на сервере, благодаря которым и строится ответ сервера. Но если посмотреть ближе, то мы увидим, что сервер превращается в SQL сервер. Если вернуться к началу, мы осознаем, что GraphQL это и есть язык запросов, а отсюда вытекает множество сложностей. Например, организация вывода данных, оптимизация работы с базой данных, так как при REST запросе мы можем заранее на этапе разработки понять, какая будет сложность у данного запроса, следует ли нам распараллелить выполнение запросов, надо ли пустить программу в асинхронное выполнение. При работе с GraphQL разработчику это придется делать в runtime.

Вторая проблема касается не только сервера, но и клиента. GraphQL всегда присылает httpстатус равным 200, что говорит об успешном выполнении. Но если на сервере упала ошибка, то все равно вернется код 200, и разработчикам клиента всегда надо будет смотреть на тело ответа, чтобы понять, что им пришло, тогда как при REST, разработчик по статусу ответа сразу может понять, что произошло с запросом.

Когда же использовать GraphQL и REST? GraphQL следует использовать при написании программ, для которых количество запросов будет минимальным, так, за один запрос вы получите все интересующие клиент данные. В случае

если разработчики пишут внешний API, то следует использовать данную технологию. В других же случаях стоит рассматривать REST.

Технологии, использующие протокол http, хорошо себя показали за почти тридцатилетнее использование в разработке. Это быстро реализуемый, легко поддерживаемый и масштабируемый договор связи между двумя сервисами. Они не требуют никаких дополнительных ресурсов от системы. Но у них есть один серьёзный недостаток: запрос может выполняться только один раз, а значит, если сервер, на который будет послан запрос недоступен, то запрос просто не попадет на него. Поэтому разработчики придумывают различные алгоритмы опроса сервера, добавляют распределители запросов, например, harpoxu или заменяют общение по http на общение через брокеры сообщений.

Брокеры сообщений.

Если рассматривать рынок брокеров сообщений, то фаворитом выступает Kafka. Данная технология выступает и как брокер, и как хранилище сообщений. Kafka легко встраивается в систему, имеет множество библиотек для работы на разных языках программирования. Также стоит отметить её легковесность и возможность задать множество настроек, подходящих для вашей системы.

Давайте рассмотрим, что такое брокеры сообщений и зачем они нужны. Брокер сообщений обычно имеет 2 сущности потребителя и производителя. Потребитель читает данные, а производитель производит эти данные для потребителя. Сущности общаются между собой при помощи шины или какой-либо очереди, где хранятся сообщения. Потребитель читает голову очереди, а производитель пишет в её хвост. Данная очередь хранит сообщения на сервере, пока потребитель их не прочитает, далее брокер придвигает голову очереди вперед, тем самым предоставляя новые данные для потребителя. Смысл очередей прост: один сервис в неё пишет, другой – читает. Тем самым разработчик устраняет проблему http и недоступности сервисов. Программист уверен, что его сообщение всегда будет доставлено на сервис, так как брокер гарантирует, пока сообщение не прочитано, оно будет храниться в очереди.

Но как потребитель читает из очереди и как производитель пишет в эту самую очередь? Все также по tcp протоколу, все также через интернет. В этом случае возникает вопрос: если брокер будет недоступен, то как мы сможем отправлять данные? Возникает та же проблема доступа, что и с технологиями HTTP.

Действительно, полностью данную проблему решать нельзя, но можно себя обезопасить, с целью чего и используют Kafka. Kafka имеет ещё один плюс:

все её очереди могут реплицироваться, тем самым при отказе одного сервера, можно будет обратиться к другому.

В данной статье я лишь частично коснусь реализации этой технологии, мы сосредоточимся на том, как Kafka решает проблемы передачи сообщений.

Kafka оперирует не очередями, а топиками. При этом в каждом топике может быть x партиций, а в каждой партиции будет n оффсетов – сообщений. Производитель пишет в топик сообщение, далее Kafka определяет, в какую партицию будет записано сообщение и с каким оффсетом. Если настроен механизм репликации, то в дальнейшем это сообщение будет передано другим репликам данной партиции. После того как все реплики обновят данные (но стоит заметить, что количество реплик, которых ждет продюсер тоже настраиваемое количество), производитель получит уведомление о сохранении сообщения. Конечно, стоит сказать, что процесс репликации достаточно сложен. Существуют так называемые ISR реплики, которые не отстают или отстают на настроенное количество сообщений от главной партиции. При отказе основной партиции сначала будут опрошены ISR реплики, а только потом остальные. Также стоит отметить, что партиции одного топика могут иметь лидирующие(главные) реплики на разных серверах.

Вернемся к сообщению. После того как продюсер его записал, консюмер может его считать. Консюмер обращается к Kafka, передает ей название топик и партиции, а также номер последнего прочтенного сообщения. Далее Kafka сама прочтает сообщение, удалит его из партиции, передвинет оставшиеся сообщения и отдаст сообщение консюмеру. Если во время чтения потребитель будет недоступен, то Kafka откатит изменения, если же у потребителя настроено реплицирование, то Kafka сама передаст чтение другой реплике потребителя. Стоит отметить, что данный механизм достаточно надежен, однако не уберезёт, если у вас один сервер к Kafka.

В данной статье я попытался раскрыть технологии передачи данных между сервисами. Как мы смогли убедиться, нет универсального подхода, нужно комбинировать технологии на основе http и, например, брокеры сообщений. Так же не стоит забывать об обработке ответов и отправке запросов на стороне сервисов. Порой хватает алгоритма повторения запроса на сервер, с периодическим засыпанием программы. Также возможно создать общение между сервисами при помощи базы данных, когда один сервис считывает данные из таблиц, не нагружая запросами основной сервис.

Выбор коммуникации сервисов лежит на разработчиках и архитекторах. Тщательно взвешивая все стороны приложения, можно прийти к верному решению.

Список литературы

1. Гавриленко, М.Н. Автоматизация получения и обработки большого объема данных с использованием технологий Java и ApacheKafka / М.Н. Гавриленко ; науч. рук. Е.И. Сукач // Актуальные вопросы физики и техники : IX Республиканская научная конференция студентов, магистрантов и аспирантов (Гомель, 23 апреля 2020 г.) : материалы : в 2 ч. / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины; редкол. : Д. Л. Коваленко (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2020. – Ч. 1. – С. 270-272.

2. Нархид Н. ApacheKafka. Поточковая обработка и анализ данных / Н. Нархид, Г. Шапира, Т. Палино. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 320 с.

3. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В.М. Вишнеvский [и др.]. - Москва: Техносфера, 2005. - 595 с.

4. Полуэктоv А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Gavrilenko M.N. Automation of receiving and processing large amounts of data using Java and ApacheKafka technologies // Current issues in physics and technology : IX Republican scientific conference of students, magisters and postgraduates (Gomel, April 23, 2020) : proceedings : in 2 parts. – Gomel: GSU named after F. Skorina, 2020. – Part 1. – P. 270-272.

2. Narhid N. ApacheKafka. Stream processing and data analysis / N. Narhid, G. Shapira, T. Palino. – St. Petersburg : Piter, 2019. – 320 p.

3. Broadband wireless information transmission networks / V.M. Vishnevskiy et al. – Moscow: Tekhnosfera, 2005. – 595 p.

4. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

М.С. Спиридонов¹, А.С. Гондарук¹, В.И. Анциферова¹, М.С. Котелевский¹,
З.А. Черных¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г. Ф. Морозова»

Аннотация. В работе описаны особенности исследования и разработки модели проектирования автомобильной дороги. Нами рассмотрены основные этапы разработки модели проектирования автомобильной дороги. Кроме того, нами проанализированы основные технические и экологические требования, которые необходимо соблюдать при разработке модели проектирования автомобильной дороги.

Ключевые слова: модель, автомобильные дороги, системы автоматизированного проектирования (САПР), проектирование, требования.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A HIGHWAY DESIGN MODEL

M.S. Spiridonov¹, A.S. Gondaruk¹, V.I. Antsiferova¹, M.S. Kotelevsky¹,
Z.A. Chernykh

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper describes the features of the research and development of the highway design model. We have considered the main stages of developing a highway design model. In addition, we have analyzed the main technical and environmental requirements that must be met when developing a highway design model.

Keywords: model, highways, computer-aided design (CAD) systems, design, requirements.

В современном мире рассмотрение вопросов, связанных со строительством дорожно имеет довольно большое значение. С каждым годом население не только

нашей страны, но и всей планеты, осваивают всё больше новых территорий. Безусловно, эти территории требуют благоустройства. Следовательно, можно сказать, что проблемы дорожного строительства были и будут актуальны всегда.

Стоит отметить, что строительство автомобильных дорог иногда кажется людям довольно простым процессом. Однако это довольно сложная и многоступенчатая работа, которая требует довольно много ресурсов и времени. Здесь необходимо учитывать все возможные ошибки и избегать просчётов. Особенно это важно в крупных проектах, в которых даже небольшая ошибка может существенно повлиять на итоговый результат.

Учитывая всё вышесказанное, необходимо отметить, что проектирование автомобильных дорог должно осуществляться специально подготовленными инженерами, которые имеют соответствующий опыт и образование в данной сфере. Подбор необходимых специалистов позволяет сделать процесс строительства более оптимальным и менее затратным.

В целом, под проектирование автомобильных дорог понимается определённый комплекс работ, которые направлены на создание проекта и дальнейшую разработку новых дорог. Кроме того сюда также можно отнести мероприятия по реконструкции уже имеющихся дорог.

В процессе проектирования автомобильных дорог необходимо уделять внимание достаточно большому количеству разнообразных факторов. К таким факторам можно отнести:

- особенности климата в необходимом регионе;
- особенности грунта;
- географические особенности местности;
- предполагаемый объём транспортного потока;
- необходимость создания параллельных пешеходных зон, велодорожек, ограждений;
- безопасность движения;
- удобства для пользователей.

Помимо данных факторов особое внимание стоит уделять вопросу назначения и предполагаемой нагрузки дороги. От этих факторов зависят следующие моменты при проектировании автомобильной дороги:

- насколько будет широкой и протяжённой предполагаемая дорога;
- какой вид асфальтобетона будет использован;
- будут ли использоваться дополнительные средства повышения прочности покрытия и многое другое.

Разработка модели проектирования автомобильной дороги имеет определённые этапы.

Первый этап включает в себя анализ всех необходимых факторов, которые следует учесть в будущем строительстве. На этом этапе происходит анализ основных требований заказчика, а также изучается местность. Необходимо постараться заранее выявить факторы, которые могут препятствовать реализации разрабатываемого проекта.

Второй этап предполагает разработку технического проекта. Он должен включать в себя:

- выбор материала дорожного покрытия;
- расчёт геометрии дорог;
- планирование того, как будут размещаться такие элементы как светофоры, дорожные знаки и т. д.;

На третьем этапе осуществляется визуальное моделирование и виртуальное тестирование автомобильной дороги. Перед тем как начать строительства любого инженерного сооружения происходит проектирование, а строительство и инженерные сооружения необходимо запроектировать согласно техническому заданию, ГОСТ, ЕНИР и ЕСКД. ЕСКД — это комплекс стандартов, который формирует и регулирует правила, требования по разработке, оформлению основной конструкторской и сопроводительной документации, необходимой в процессе проектирования от начала до конца проекта [1].

В настоящее время особое развитие получают системы автоматизированного проектирования (САПР). Данные системы позволяют быстро и эффективно создать необходимый проект с опорой на информационные технологии. САПР применяемые для автомобильных дорог в России используют такие программы как Robur, CREDO.

Данные программные комплексы предназначены для проектирования строительства, реконструкции и ремонта, автомобильных дорог. В них вносятся данные полученные в ходе геодезических работ, а также карты необходимой местности.

Выходными данными являются трехмерная модель дороги и проектная документация. Данные программные продукты позволяют реализовать комплексный подход к разработке проектов на всех этапах создания и эксплуатации, автомобильных дорог, предложить несколько вариантов проектных решений и выбрать наиболее приемлемый вариант в рамках одного проекта,

наглядно оценить преимущества и недостатки различных вариантов проектных решений.

На следующем этапе происходит оптимизация проекта автомобильной дороги. На предыдущем этапе, в ходе виртуального тестирования, могут быть выявлены определённые ошибки, просчёты. На данном этапе их все необходимо устранить, с целью улучшения условий движения, повышения безопасности, снижения эксплуатационных расходов и обеспечения комфортных условий для всех участников дорожного движения.

После этого этапа происходит подготовка всей необходимой проектной документации. Она должна соответствовать всем имеющимся требованиям и нормативам. Существует определённый комплекс нормативных требований по строительству и защите окружающей среды (СНИПы). Стоит отметить, что защита окружающей среды подразумевает не только контроль за тем вредом, который можно нанести во время строительства, но и контроль за рациональным использованием материалов в строительстве [3].

Безусловно, разработка модели проектирования дорог должна учитывать не только технические требования, но и экологические. Строительство любой автомобильной дороги не должно наносить вреда экологической обстановки в том или ином регионе. По имеющемуся российскому законодательству не разрешено совершать строительство без разрешения Главгосэкспертизы.

При разработке модели проектирования автомобильной дороги следует учитывать нормы защиты окружающей среды, которые включают в себя:

- требования к рациональному расходу природных ресурсов;
- список мер по охране природы;
- требования к рациональному воспроизведению материалов;
- совокупность правил защиты экологии;
- совокупность требований по защите здоровья граждан.

Может показаться, что эти нормы являются слишком обширными и не имеют отношения к проектированию автомобильных дорог. Однако, помимо минимизации вреда, правильное проектирование дорог приносит пользу экологии [2].

К примеру, если организовать строительство многополосной автомагистрали, то она перенесёт часть транспортного потока с других дорог. Следовательно, это приведёт к тому, что увеличится средняя скорость движения, а значит, существенно снизится объём выбрасываемых вредных веществ.

В целом, можно отметить, что проектирование дорог всегда начинается с исследования местности, в рамках которого определяется множество важных параметров, которые будут влиять на дальнейший процесс строительства. Необходимо изучить экологическое состояние местности, а также её основные геологические и климатические факторы.

Таким образом, можно заключить, что проектирование дорог – это определённый комплекс инженерных действий, которые включают в себя проектно-конструкторские и экономические расчёты.

Создание модели проектирование дорог является одним из самых важных этапов дорожного строительства в целом. Только благодаря верно созданной модели появляется возможность построить дорогу хорошего качества. Чем сложнее и важнее дорожный объект, тем более детальным должно быть его проектирование. Соответственно, от профессионализма и опыта инженеров будет зависеть полнота и качество данного мероприятия.

Проектирование дорог с ошибками и просчётами может привести к серьёзным последствиям, в числе которых быстрый износ дорожного полотна, недостаточная пропускная способность, серьёзные экономические потери. Если при исследовании выясняются параметры, препятствующие строительству, которые невозможно устранить, строительство может быть перенесено в другую локацию.

Можно заключить, что процесс разработки модели проектирования автомобильной дороги очень важен для современного дорожного строительства. Хорошо разработанная модель позволяет обеспечить безопасность и удобство в использовании предполагаемой автомобильной дороги. Разработка модели автомобильной дороги позволяет своевременно учесть все имеющиеся стандарты и требования. Кроме того, разработанная модель позволяет визуально представить необходимый результат.

Список литературы

1. Звягинцева, А.В. Базовое численное моделирование для реализации мероприятий по улучшению экологической обстановки на объектах / А.В. Звягинцева, А.С. Самофалова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 29-34.

2. Скляр, В.А. Характеризация и моделирование сигналов в САПР / В.А. Скляр, В.К. Зольников, А.И. Яньков [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 62-67.

3. Звягинцева, А.В. Применение методов численного моделирования для оценки безопасности на объектах общественного назначения / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 3. – С. 30-42.

4. Антонов, Ю.Б. Автоматизированные методы обоснования параметров автомобильных дорог / Ю.Б. Антонов, В.Е. Каганович, И.А. Осиновская. – 2010 – С.57

5. Дубелир Г.Д. Основы проектирования автомобильных дорог / Г.Д. Дубелир, Б.Г. Корнеев, М.Н. Кудрявцев, под ред. Г.Д. Дубелира. М.: Изд-во Наркомхоза 2008 г. - 228 с.

6. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Zvyagintseva, A.V. Basic numerical modeling for the implementation of measures to improve the environmental situation at facilities / A.V. Zvyagintseva, A.S. Samofalova, V.V. Kulneva // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 4. – pp. 29-34.

2. Characterization and modeling of signals in CAD / V.A. Sklyar, V.K. Zolnikov, A.I. Yankov [et al.] // Modeling of systems and processes. - 2018. – vol. 11, No. 1. – pp. 62-67.

3. Zvyagintseva, A.V. Application of numerical modeling methods for safety assessment at public facilities / A.V. Zvyagintseva, S.A. Sazonova, V.V. Kulneva // Modeling of systems and processes. - 2020. – vol. 13, No. 3. – pp. 30-42.

4. Antonov Yu.B. Automated methods for substantiating the parameters of highways / Yu.B. Antonov, V.E. Kaganovich, I.A. Osinovskaya. -2010-57 p.

5. Dubelir G.D. Fundamentals of highway design / G.D. Dubelir, B.G. Korneev, M.N. Kudryavtsev, edited by G.D. Dubelir. M.: Publishing House of the People's Commissariat of Agriculture 2008 - 228 p

6. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ТИПОВЫЕ СТАТИЧНЫЕ ЗВЕНЬЯ

Е.М. Статкевич¹, А.В. Ачкасов¹, Р.В. Тен¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В этой работе мы рассматриваем основные значения и роли в технологических системах. Начнем с определения понятия статических звеньев, анализируем их влияние на различные аспекты технологических процессов.

Ключевые слова: статические звенья, технологические системы, оптимизация процессов.

TYPICAL STATIC LINKS

E.M. Statkevich¹, A.V. Achkasov¹, R.V. Ten¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this paper, we consider the main meanings and roles in technological systems. Let's start by defining the concept of static links, analyzing their impact on various aspects of technological processes.

Keywords: static links, technological systems, process optimization.

Введение

Прежде чем вникать в детали, давайте рассмотрим, что это за статическая связь. В общем, статическая связь является механизмом или элементом, используемым для связи двух и более предметов, не претерпевших существенных перемещений или перемещений в процессе работы. Эти соединения играют значительную роль во многих отраслях, в том числе в машиностроении, строительстве, электронике и многих других отраслях.

Группы простейших звеньев

Они теоретически объединяют простую группу соединений, которую часто называют стандартными. Подробно изучают статику и динамику типичных

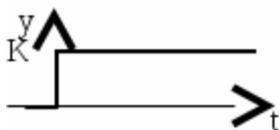
соединений. Типичные соотношения обычно используются при определении динамических свойств объектов. Благодаря знаниям переменных созданных регистратором, часто вы можете определить тип управления объектом управления в зависимости от типа управления, его функции передаваемой, дифференциального уравнения и так далее. Определяются, т.е. моделируются объекты.

Простейшие типовые звенья

Типичные взаимосвязи: колебания, интеграция реальных и идеальных, интеграция реальных и идеальных инерций в периодическом порядке, дифференциальные реальные и идеальные инерции в аperiodическом порядке, дифференциальные реальные и идеальные инерции в аperiodическом порядке, усиления, задержки.

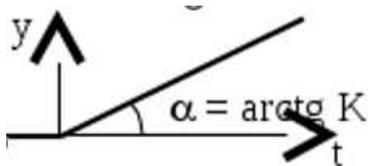
1. Усилительное звено.

Устройство усилителя, также известное как канал, имеет передаточную функцию WK и уравнение связи YKX . Входные сигналы этого прибора просто повторяют входные сигналы, увеличивая их в K раз.



Примером таких соединений являются механические трансмиссии, датчики, неинерционные усилители и так далее.

2. Интегрирующее



Выходное значение идеальной интегральной соединения составляет интегральное значение от входного значения. Если $x(t) = 1$ применяется к входным соединениям постепенно, то выходной сигнал продолжает развиваться.

$$y = K \int_0^t x(t) dt$$

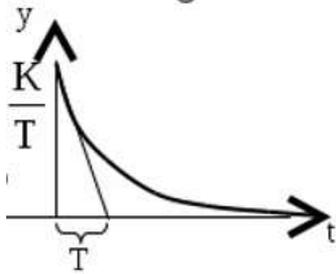
То есть это статическая связь без установленных порядков. Для иллюстрации этого взаимодействия, можно приводить пример применения контейнеров. Входной параметр определяется расходом поступающих жидкостей и выходной параметр определяется уровнем поступающих жидкостей. Если пустая емкость или не поступает жидкость, то изначально уровень заполнения равна 0. Однако, когда жидкость поступает, начинается равномерное повышение уровня.

3. Дифференцирующее

Выходная частота пропорциональна временной частоте входных сигналов:

$$y = K \frac{dx(t)}{dt}$$

4. Реально Дифференцирующее



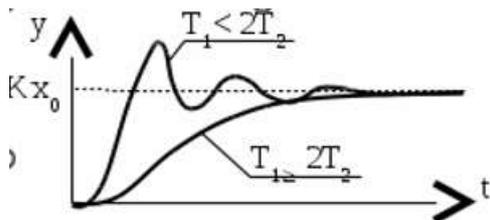
Физически нельзя достичь истинных дифференцированных отношений. Большинство разных объектов. Они – одна из настоящих отличительных черт.

Поэтому функция передаточной функции получается так: $W(s) = \frac{Ks}{Ts + 1}$

Например, термостат для отопления. Входной параметр – температура помещения, выходной параметр – состояние вентиляции. Когда температура опускается выше указанного значения, датчик начинает отслеживать это изменение, посылая сигнал к включению кондиционирования. Таким образом, кондиционер начинается работать в реальном времени в зависимости от изменения температур.

5. Звенья второго порядка

Звенья обладают ПФ и ДУ вида:



$$T_2^2 \frac{d^2 y}{dt^2} + T_1 \frac{dy}{dt} + y = Kx$$

$$W(s) = \frac{K}{T_2^2 s^2 + T_1 s + 1}$$

Когда входной сигнал поступает как последовательность действий с x_0 интервалом, появляется два вида кривых переходов: флуктуация при $t_1 < 2t_2$, флуктуация при $t_1 > 2t_2$. Соответственно, существуют два типа соединения: $t_1 < 2t_2$, в котором $t_1 < 2t_2$ консервативный, а $t_1 > 2t_2$ аperiodический.

6. Запаздывающее

Когда сигнал приходит к входу объекта, то объект требует некоторого времени для того, чтобы ответить на сигнал и наконец сообщить о замедлении. Задержка – это период времени, который прошел с момента изменения входного знака до начала изменения выходного знака.

$$y(t) = x(t - t)$$

Передаточная функция звена:

$$W(s) = e^{-tp}.$$

Особенностью жидкости для трубопровода является объем, который перекачивается в начале трубопровода, равно объему, который сбрасывается в конце. Замедление предмета в конвейере зависит от длины конвейера, а также от скорости конвейера.

Заключение

Говоря вкратце, статическое соединение является важным для передачи и распределения энергии по различным техническим областям. В будущем при развитии технологий мы можем надеяться на ее совершенствование, разнообразие, которое откроет нам новые перспективы в различных сферах.

Список литературы

1. Роль статических связей в промышленных условиях. 2022. URL: <https://polaridad.es/ru/Применение-статики-в-промышленном-строительстве/>.
2. Джонсон Харт. Динамически компонуемые библиотеки. 2021. URL: http://programming-lang.com/ru/comp_osnet/hart/0/j189.html.
3. Уайт, С. Управление производством и материальными запасами в век ЭВМ. Москва : Прогресс, 1978. URL: [https://studylib.ru/doc/4092510/uajt--oliver-upravlenie-proizvodstvom-i-material._numi].
4. Робертсон, Л. Статические элементы в программировании: значение и примеры. МирКода, 2022. URL: <https://newobj.ru/oop/chapter.php?n=2-5>.
5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Polaraides. The role of static connections in industrial conditions. 2022. URL: <https://polaridad.es/ru/Application-of-statics-in-industrial-construction/>.

2. Johnson Hart. Dynamically linked libraries. 2021. URL: http://programming-lang.com/ru/comp_osnet/hart/0/j189.html.

3. White, S. Production and inventory management in the age of computers. Moscow : Progress, 1978. URL: https://studylib.ru/doc/4092510/uajt--oliver-upravlenie-proizvodstvom-i-material._nymi.

4. Robertson, L. Static elements in programming: meaning and examples. MirKoda, 2022. URL: <https://newobj.ru/oop/chapter.php?n=2-5>.

5. Poluektov A. V., Makarenko F. V., Yagodkin A. S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ И УПРАВЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИЯМИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В.И. Сурмин¹, Е.А. Аникеев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются методы оптимизации алгоритмов управления полетом беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с использованием методов машинного обучения. В работе рассмотрены основные принципы функционирования БПЛА, а также проблемы, возникающие при управлении ими. Для решения задачи оптимизации алгоритмов управления предложен подход, основанный на использовании методов машинного обучения. Проведен анализ различных алгоритмов машинного обучения и определены наиболее

эффективные для конкретных задач управления БПЛА.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, управление полетом, алгоритмы управления беспилотными летательными аппаратами, анализ алгоритмов управления, оптимизация, машинное обучение.

ROUTE OPTIMIZATION AND CONTROL OF DRONE TRAJECTORIES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS

V.I. Surmin¹, E.A. Anikeev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper considers methods of optimization and control of flight algorithms for unmanned aerial vehicles (UAVs) using machine learning techniques. The paper discusses the basic principles of UAV operation and the problems that arise when controlling them. To solve the problem of optimizing control algorithms, an approach based on the use of machine learning techniques is proposed. An analysis of various machine learning algorithms is carried out and the most effective ones for specific UAV control tasks are determined.

Keywords: unmanned aerial vehicles, flight control, unmanned aerial vehicle control algorithms, analysis of control algorithms, optimization, machine learning.

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) широко распространены. И сейчас и в будущем, их роль будет только возрастать. БПЛА могут быть использованы для решения множества военных, научных, бизнес задач в различных областях, таких как экологический мониторинг, геологоразведка, метеорология, изучение климата, проведение аэрофотосъемки для лесоустроительных работ и другое. Они могут проводить радиолокационную и радиационную разведку, контролировать транспортные и людские потоки, отслеживать движение морских судов, изменения метеоусловий и состояние льда на реках.

Машинное обучение играет ключевую роль в оптимизации алгоритмов управления и траекториями беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), поскольку оно предоставляет мощные инструменты для анализа больших объемов данных и принятия решений на основе этих данных.

Обзор существующих алгоритмов управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) и их применение в авиации.

БПЛА имеют ряд принципов работы и управления, которые нужны для их корректного функционирования. Работа БПЛА состоит из трех основных фаз:

- навигация (получение информации об окружающей среде);
- координация (решение задач полета и маршрутизация);
- отслеживание (оценка своего местоположения и корректировка маршрута).

Алгоритмы обработки навигационной информации

Определение координат спутника основывается на измерении расстояния между ним и приемником. Одновременное измерение расстояний до нескольких спутников позволяет, при условии знания их координат, вычислить координаты наблюдательного пункта с помощью метода пространственной линейной засечки. Эти координаты, в свою очередь, используются для определения разницы координат между пунктами, на которых установлены одновременно работающие спутниковые приемники, длины базисных линий, азимутальных направлений, а также ряда других вспомогательных параметров. Например, при установке приемника на подвижном объекте могут быть определены скорость и направление движения этого объекта.

Кроме измерений кодовых и фазовых, в спутниковых системах GPS и ГЛОНАСС используется метод, основанный на эффекте Доплера. Эффект Доплера проявляется, когда источник и приемник колебаний движутся относительно друг

друга. Это типично для систем GPS и ГЛОНАСС, так как спутник, являющийся источником радиосигналов, непрерывно меняет свое положение относительно приемника на земле. Наблюдатель воспринимает эффект Доплера через изменение частоты принимаемых колебаний, вызванное взаимным перемещением спутника и приемника. В общем случае применительно к спутниковым измерениям характерное для доплеровского эффекта расхождение между передаваемой и принимаемой частотами описывается следующим соотношением [1]:

$$\frac{f_{\text{пр}}}{f_{\text{пер}}} = \frac{1 - \frac{v}{c} \cos \sigma}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (1.1)$$

где $f_{\text{пр}}$ и $f_{\text{пер}}$ частоты передаваемых и принимаемых колебаний; v – орбитальная скорость движения спутника; c – скорость распространения электромагнитных волн; σ — угол между направлением движения спутника и радиальным направлением, ориентированным на точку стояния приемника.

Существуют различные способы регистрации фазовых сдвигов несущих колебаний при орбитальном движении спутника. Наиболее распространенным является метод регистрации целых чисел фазовых циклов

$\Delta\Phi_{\delta} = \Delta N_{12}$ при переходе спутника S из точки, соответствующей моменту времени t_1 в точку характерную для момента времени t_2 . Обычно такие измерения выполняют на достаточно протяженном участке орбиты. При этом величину ΔN_{12} называют интегральным доплеровским счетом (или сокращенно интегральным Доплером). При использовании фазовых измерений применительно к эффекту Доплера следует иметь в виду, что для оценки фазовых сдвигов $\Delta\Phi_{\delta}$ наряду с принимаемыми от спутника сигналами в измерениях участвуют и местные опорные колебания, частота которых, как правило, несколько отличается от частоты излучаемых спутником колебаний.

Адаптивные алгоритмы управления

В условиях неопределенности особую значимость приобретают алгоритмы управления, способные достичь поставленной цели в ограниченный срок и быть устойчивыми к изменениям параметров и влиянию внешних факторов. Один из методов управления сложными объектами в неопределенных условиях – методы адаптивного управления. Адаптивные системы управления корректируют параметры регулятора, его структуру или настройки в процессе эксплуатации объекта для поддержания оптимального режима работы без участия человека. Существуют три класса адаптивных систем управления:

1) самонастраивающиеся системы – в них могут автоматически изменяться параметры управляющих устройств;

2) самоорганизующиеся системы – в них может автоматически изменяться структура управляющих устройств;

3) самообучающиеся системы – это системы, в которых могут автоматически изменяться цели и критерии управления.

Задачи прикладной теории управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) включают разработку методов и алгоритмов управления различными типами БПЛА при выполнении целевых задач. Однако не всегда возможно точно определить математическую модель объекта. Изменения условий окружающей среды могут влиять на параметры модели и её структуру. БПЛА меняют свои динамические характеристики в процессе работы.

В настоящее время алгоритмы адаптации достаточно развиты и могут использоваться как для линейных, так и для нелинейных моделей объектов управления. Это включает в себя алгоритмы скорости градиента и алгоритмы метода рекуррентных целевых неравенств. Возможность достижения цели управления отражается в различных формулировках условий достижимости цели управления.

Алгоритмы планирования и управления маршрутом полета, включая алгоритмы оптимальной траектории и алгоритмы избегания препятствий.

Схема автономного полета БПЛА включает в себя три основных этапа:

- планирование полетного задания;
- планирование маршрута;
- автономный полет с помощью системы управления.

Под планированием маршрута полета понимается поиск оптимального маршрута от его известного начального положения S_0 (начальная точка) до заданного конечного положения S_f (место назначения) с учетом динамических характеристик БПЛА и задачи облета препятствий.

Расчет маршрута полета в реальном времени осуществляется с целью минимизации определенного показателя, будь то время полета, расход топлива и так далее. Предлагается следующий подход: разработать динамическую модель БПЛА; использовать время полета между соседними опорными точками для минимизации целевой функции; применить частично целочисленное линейное программирование (ЧЦЛП) для введения линейных ограничений со смешанными формами, состоящих из логических и непрерывных переменных, описывающих

ограничения при облете препятствий. Если полный маршрут полета от начальной до целевой точки вычисляется однократно, объем вычислений будет значительным.

Оптимизация маршрутов и управление траекториями беспилотных летательных аппаратов с помощью алгоритмов искусственного интеллекта.

Рассмотрим два, наиболее часто используемых для непрерывных задач, алгоритма (основаны на концепции «Актер-Критик»):

1. Deep Q-Network (DQN) - используется для обучения беспилотных летательных аппаратов принимать решения о маршруте и управлении на основе обучения с подкреплением.

Использование нейронных сетей в обучении с подкреплением имеет одну особенность: нет гарантии, что обучение будет успешным. Чтобы улучшить этот показатель, применяют метод, называемый повторением опыта. Он заключается в том, что последний опыт агента сохраняется в специальном хранилище - памяти воспроизведения. Размер этой памяти ограничен и равен N .

(s_t, a_t, r_t, s_{t+1}) , где s_t - состояние объекта в момент времени t ; a_t - действие в момент времени t ; r_t - награда, полученная за выполнение действия a_t в момент времени t ; s_{t+1} - состояние объекта в момент времени $t+1$. При обучении используется случайная выборка определенного размера из памяти воспроизведения и применяется обновление Q-learning.

Пошаговый алгоритм следующий:

A. . Инициализировать память воспроизведения размерностью N ([state, action, reward, next_state, done])

B. Инициализировать случайными весами функцию $Q(s, a)$ (т. е. нейронную сеть)

C. Повторять для каждой игры

D. Инициализировать s

E. Повторять для каждого шага

F. Выбрать a по s (ϵ -жадную)

G. Выполнить a , найти $r, s', done$

H. Занести в память воспроизведения $[s, a, r, s', done]$

I. Выбрать случайным образом из памяти воспроизведения коллекцию $[s, a, r, s', done]$

$$y_j = \begin{cases} r_j, & \text{если } done = true \\ r_j + \gamma \max_a Q(s', a) & \text{если } done = false \end{cases} \quad (1.2)$$

Л. Выполнить градиентный спуск на $(y_j - Q(s, a))^2$

К. $S = S'$

2. Proximal Policy Optimization (PPO) - алгоритм обучения с подкреплением, который может использоваться для оптимизации маршрутов и управления беспилотными летательными аппаратами.

Proximal Policy Optimization или сокращенно PPO. Алгоритм оптимизации (PPO) - это метод обучения с подкреплением, используемый в области машинного обучения для тренировки агентов выполнять определенные задачи в окружающей среде. Во время обучения, данные, генерируемые агентом, зависят от текущей политики и не опираются на заранее собранный набор данных, как это происходит при обучении под наблюдением. В процессе обучения, наблюдения агентов постоянно меняются, поскольку они узнают новые вещи после каждого действия.

Proximal Policy Optimization относится к семейству методов, которые оптимизируют целевую функцию:

$$J(\pi_\theta) = E_{\tau \sim \pi_\theta} [R(\tau)]$$

(1.3)

Deep Q-Network (DQN) и Proximal Policy Optimization (PPO) - это два различных метода обучения с подкреплением, которые можно применять для оптимизации маршрутов и управления беспилотными летательными аппаратами.

Список литературы

1. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. Изд. 2-е, перераб. и доп. -М.: Картгеоцентр, 2004. - 355 е.: ил. ISBN 5-86066-063-4

2. Тяпкин, В. Н. Алгоритмы определения местоположения (например, метод трех точек, метод доплеровского измерения, методы определения местоположения с помощью GPS и ГЛОНАСС).

3. А.А. Евсеенко, Д.О. Романников Применение алгоритмов DEEP Q-LEARNING и DOUBLE DEEP Q-LEARNING к задаче управления перевернутым маятником. Сборник научных трудов НГТУ. – 2020. – № 1–2 (97). – С. 7–25.

4. Тертерян А.С., Бровка А.В. Методы оптимизации в многокритериальных задачах с использованием локальной качественной важности критериев// Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 107-114.

5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Genike A.A., Pobedinsky G.G. Global satellite positioning systems and their application in geodesy. 2nd edition, reprint. and additional. -M.: Kartgeocenter, 2004. - 355 E.: ill. ISBN 5-86066-063-4

2. Тяркин, V. N. Location determination algorithms (for example, the three-point method, the Doppler measurement method, location determination methods using GPS and GLONASS).

3. A.A. Evseenko, D.O. Romannikov Application of DEEP Q-LEARNING and DOUBLE DEEP Q-LEARNING algorithms to the task of controlling an inverted pendulum. Collection of scientific papers of NSTU. – 2020. – № 1-2 (97). – 7-25

4. Terteryan A.S., Brovko A.V. Optimization methods in multi-criteria problems using local qualitative importance of criteria// Modeling of systems and processes. - 2022. – vol. 15, No. 1. – pp. 107-114.

5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ

А.Р. Трофименко¹, О.А. Денисова¹, А.В. Шевченко¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматривается метод исследования временных характеристик в системном анализе, их значение и применение. Временные характеристики являются одними из основных элементов в цифровой электронике и используются для описания динамических свойств системы.

Ключевые слова: временные характеристики объекта, анализ времени отклика системы, динамические свойства, методы исследования, моделирование.

INVESTIGATION OF THE TEMPORAL CHARACTERISTICS OF OBJECTS

A.R. Trofimenko¹, O.A. Denisova¹, A.V. Shevchenko¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses the method of investigation of time characteristics in system analysis, their significance and application. Time characteristics are one of the basic elements in digital electronics and are used to describe the dynamic properties of the system.

Keywords: temporal characteristics of the object, analysis of the response time of the system, dynamic properties, research methods, modeling.

Временная характеристика — это закон изменения во времени выходной величины системы автоматического звена при изменении входного воздействия по определенному закону и при нулевых начальных условиях.

Временные характеристики объектов относятся к ключевым свойствам, которые меняются в зависимости от времени и могут оказывать существенное влияние на функционирование системы, а также играют ключевую роль в понимании динамики системы и ее поведения в течение времени.

Существуют 2 вида временных характеристик:

– переходная функция $h(t)$

а) реакция элемента (системы) на единичный ступенчатый сигнал; б) процесс на выходе звена, возникающий при подаче на её вход единичного скачкообразного действия;

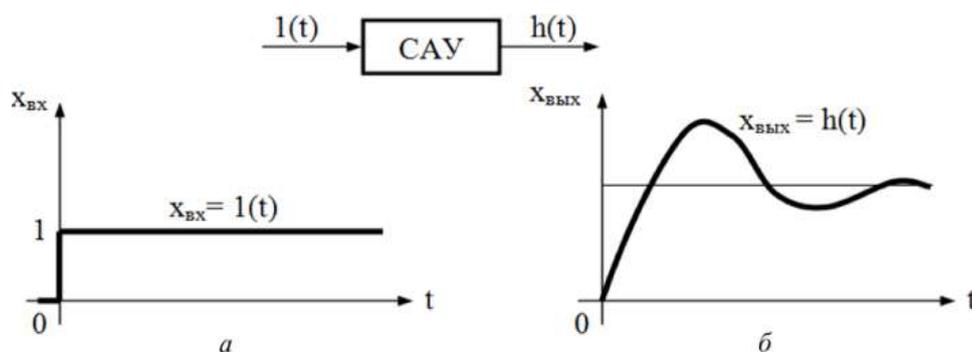


Рисунок 1 – Получение переходной характеристики САУ

– функции веса (импульсная переходная характеристика) $\omega(t)$

а) реакция звена (системы) на дельта-функцию; б) процесс на выходе звена, возникающий при подаче на ее вход единичной импульсной функции;

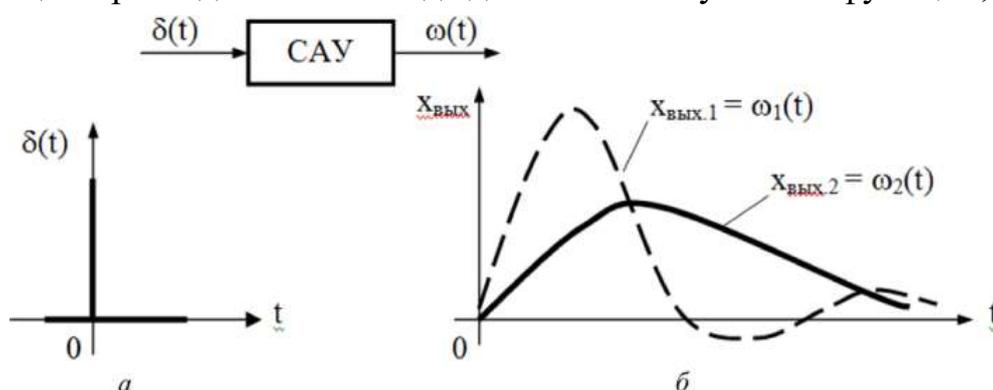


Рисунок 2 – Получение импульсной переходной характеристики САУ

Методы, которыми могут определяться временные характеристики объектов:

– аналитические

используются, когда известен оператор объекта (дифференциальное уравнение при нулевых начальных условиях, передаточная функция и т.д.);

– экспериментальные являются наиболее распространённым методом.

На вход объекта подаются импульсные или ступенчатые возмущающие действия. При этом контрольно-измерительная аппаратура должна быть возможно

более высокого класса точности, а ее инерционность значительно меньше инерционности самого объекта. Момент приложения ступенчатого воздействия и момент начала записи должны быть синхронизированы во времени. Для достижения результатов эксперимента необходимо стабилизировать условия работы объекта и повторять эксперимент несколько раз.

Говоря более детально, можно выделить 4 метода, которые позволят понять динамику и поведение сложных систем во времени:

- анализ временных рядов

Представляет собой последовательность значений, которые наблюдаются в определенные моменты времени;

А) Описательный анализ — это анализ данных, который позволяет описать объект с помощью его статистических показателей, графиков, трендов, сезонности и циклов. Даёт общее представление о динамике объекта, помогая при понимании его поведения.

Б) Моделирование временных рядов — это процесс построения математических моделей, которые описывают динамику объекта во времени. Эти модели могут быть использованы для прогнозирования будущих значений объекта, оценки его характеристики и анализа трендов, сезонности и циклов.

В) Спектральный анализ — это преобразование временного ряда в область частот, которое позволяет идентифицировать его периодические компоненты. При помощи преобразования Фурье временный ряд можно разложить на набор гармонических составляющих, которые могут быть использованы для описания динамики объекта.

Г) Вейвлет-анализ — это преобразование временного ряда на вейвлет-функции, которое позволяет анализировать как временные, так и частотные характеристики объекта. Вейвлет-анализ более гибок, чем спектральный анализ, и позволяет исследовать нестационарные процессы.

- имитационное моделирование

Предполагает построение компьютерной модели системы, воспроизводящую ее поведение во времени и позволяющую исследовать:

А) Влияние различных факторов на динамику системы — это можно оценить с помощью вычислительных экспериментов, которые позволяют исследовать влияние каждого фактора на систему независимо.

Б) Реакцию системы на возмущения, изменение параметров и структуры - моделирование позволяет смоделировать реакцию системы на эти факторы и оценить временные характеристики переходных процессов.

В) Оценку временных характеристик системы — моделирование позволяет оценить временные характеристики системы, такие как время отклика, время переходных процессов и время достижения стационарного состояния, напрямую.

Г) Сравнение поведения модели и реального объекта — сравнение модели и реального объекта позволяет верифицировать модель и оценить ее адекватность.

– методы теории управления

Предлагает ряд методов анализа временных характеристик, основанных на математическом описании системы в виде дифференциальных или разностных уравнений:

А) Исследование реакции системы на единичное воздействие или ступенчатое изменение входа позволяет оценить время переходного процесса, перерегулирование, колебательность и другие временные характеристики.

Б) Частотный анализ — исследование амплитудно-фазовых характеристик системы в частотной области дает информацию о полосе пропускания, быстродействии, устойчивости и других частотных свойствах.

В) Модальный анализ — исследование собственных значений и векторов, связанных с временными свойствами системы, позволяет описать ее колебательные свойства, устойчивость и неустойчивость.

Также исследование временных характеристик объектов находит широкое применение в различных областях, таких как:

– управление динамическими системами

А) для создания регуляторов с необходимыми динамическими характеристиками, необходимо оценить скорость реакции, продолжительность переходных процессов и стабильность системы;

Б) для обеспечения устойчивости управления, важно провести анализ уязвимости системы к изменениям параметров;

В) предсказать реакцию системы на возмущающие факторы и заранее скорректировать управляющие действия;

Г) улучшить временные показатели системы, например, уменьшить продолжительность переходных процессов или время достижения желаемого состояния.

– надежность и безопасность сложных систем

А) рассчитать показатели надежности, включая среднее время между отказами и вероятность безотказной работы в течение заданного периода времени;

Б) смоделировать динамику состояний системы, учитывая отказы и восстановления, и оценить время работы в исправном состоянии;

В) проанализировать "узкие места" системы и выявить компоненты, временные характеристики которых критичны для надежности;

Г) оптимизировать техническое обслуживание и ремонты для достижения необходимого уровня надежности.

– моделирование бизнес-процессов

А) идентифицировать "узкие места" в бизнес-процессах, которые замедляют их выполнение;

Б) создать имитационные модели бизнес-процессов, которые позволяют оценить временные параметры текущих и целевых сценариев;

В) оптимизировать загрузку ресурсов и минимизировать время ожидания в очередях;

Г) предсказать влияние изменений в процессах на их временные характеристики.

– проектирование и анализ производственных систем

А) построить имитационные модели производственных систем для оценки временных параметров различных сценариев;

Б) оптимизировать расписание производства, минимизируя время выполнения заказов;

В) выявить "узкие места" в производственной системе, ограничивающие ее пропускную способность;

Г) спрогнозировать влияние изменений в оборудовании, технологиях, организации производства на временные характеристики.

Список литературы

1. Временные характеристики объектов // временные характеристики URL: <https://studfile.net/preview/734155/page:4/> (дата обращения: 01.03.2024)

2. Основы теории автоматического управления // Математическое описание линейных систем автоматического регулирования и управления – URL: https://bstudy.net/835332/tehnika/vremennye_harakteristiki (дата обращения: 01.03.2024).

3. Временные характеристики виды // Временные характеристики интегрирующих звеньев. – URL: <https://flectone.ru/vremenniye-harakteristiki-vidiy.html> (дата обращения: 01.03.2024)

4. Временные характеристики систем // Временные характеристики систем. Качество переходного процесса. Типовые переходные процессы. Переходные характеристики систем. – URL: <https://studizba.com/lectures/avtomatizaciya/avtomatizaciya-himicheskoy-promyshlennosti/263-vremennye-harakteristiki-sistem.html> (дата обращения: 01.03.2024).

5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Temporal characteristics of objects // Temporal characteristics – URL: <https://studfile.net/preview/734155/page:4/> (accessed: 01.03.2024)

2. Fundamentals of the theory of automatic control // Mathematical description of linear systems of automatic regulation and control – URL: https://bstudy.net/835332/tehnika/vremennye_harakteristiki (accessed: 01.03.2024).

3. Temporal characteristics of types // Temporal characteristics of integrating links. – URL: <https://flectone.ru/vremenniye-xarakteristiki-vidiy.html> (accessed: 01.03.2024)

4. Temporal characteristics of systems // Temporal characteristics of systems. Quality of transient process. Typical transients. Transient characteristics of systems. – URL: <https://studizba.com/lectures/avtomatizaciya/avtomatizaciya-himicheskoy-promyshlennosti/263-vremennye-harakteristiki-sistem.html> (accessed: 01.03.2024).

5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ПРИМЕНЕНИЕ АСПИРАЦИОННОГО МЕТОДА В ИЗМЕРЕНИИ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

А.М. Хворых¹, Н.Ю. Юдина¹, В.А. Попов¹, Ш.Х. Урунов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Настоящая статья рассматривает применение аспирационного метода в измерении объемной активности радона в окружающей среде. Данный метод обеспечивает возможность контролировать процесс сбора образцов и проводить измерения в реальном времени, что делает его эффективным инструментом для мониторинга радона в различных средах. Исследования, проведенные с применением аспирационного метода, позволяют получить ценные данные о концентрации радона и его дочерних продуктов, что является важным вопросом для обеспечения радиационной безопасности и здоровья человека.

Ключевые слова: радон, радиометрия, нормы радиационной безопасности, дочерние продукты распада, метод Маркова, эквивалентная равновесная объемная активность.

APPLICATION OF ASPIRATION METHOD IN MEASUREMENT VOLUMETRIC ACTIVITY OF RADON IN THE ENVIRONMENT

A.M. Khvorykh¹, N.Yu. Yudina¹, V.A. Popov¹, Sh.H. Urunov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article discusses the application of the aspirational method in measuring the volumetric activity of radon in the environment. This method provides the ability to control the sampling process and conduct real-time measurements, making it an effective tool for radon monitoring in various environments. Research conducted using the aspirational method provides valuable data on radon concentration and its progeny, which is crucial for ensuring radiation safety and human health.

Keywords: radon, radiometry, radiation safety standards, daughter decay products, Markov method, equivalent equilibrium volume activity.

Радон – это радиоактивный элемент таблицы Менделеева, который образуется в результате распада урана и тория в земной коре. Данный газ является одним из основных источников ионизирующего излучения, а его дочерние продукты распада (ДПР) несут большую опасность для дыхательной системы человека. Обнаружение радона и его ДПР является важным условием радиационной безопасности. Для того, чтобы контролировать уровень радона в воздухе помещений требуются точные и надёжные методы измерения. В данной статье рассматриваются различные способы измерения объёмной активности радона.

Рассмотрим пассивные методы измерения, которые основываются на естественные процессы диффузии и накопления радона в детекторах за определённый период времени. Также данные методы не требуют использования внешних источников энергии.

Электростатический метод, основанный на электростатике, использует электрические поля для притяжения и удержания ДПР радона на поверхности детектора.

Трековый метод измерения объёмной активности радона и его ДПР использует чувствительные материалы, которые сохраняют следы, оставленные альфа-частицами радона и его дочерними продуктами во время их распада.

Термолюминесцентный метод измерения объёмной активности радона и его ДПР основывается на фундаментальном принципе некоторых материалов сохранять энергию, полученную ими от альфа-частиц. При нагревании эта энергия высвобождается в виде света.

Активные методы измерения отличаются тем, что требуют использования внешних источников энергии для проведения измерения. Эти методы дают возможность получить более прямую, точную и контролируемую оценку концентрации радона в окружающей среде.

Сцинтилляционный метод – это метод, использующий сцинтилляционные детекторы для регистрации радиационных взаимодействий, вызванных радоном и его ДПР. В основе метода лежит, возбуждение атомов в материале при взаимодействии альфа-частиц или гамма-квантов, что вызывает испускание световой вспышки. Далее эти вспышки регистрируются фотоэлектронным умножителем или фотодиодом для последующего анализа.

Полупроводниковый метод измерения объёмной активности радона основан на использовании полупроводниковых детекторов для регистрации радиационных взаимодействий, которые генерируют электрические сигналы под воздействием заряженных частиц.

Ионизационный метод измерения объёмной активности радона основан на ионизации атомов воздуха под действием альфа-частиц, которые испускает радон и его ДПР. Для этого метода обычно применяют ионизационные камеры или пропорциональные счётчики, которые фиксируют электрические сигналы, возникшие в результате ионизации атомов воздуха.

Аспирационные методы измерения объёмной активности радона относятся к активным методам. Методы основаны на прокачке воздуха через фильтры, способные захватывать радон и его ДПР, с помощью вентиляторов или насосов. После чего используют различные методы измерения концентрации радона, такие как спектрометрия, сцинтилляционный анализ и т.д. Рассмотрим аспирационный метод и модель кинетики накопления ДПР радона на воздушном фильтре подробнее.

Методы измерения объёмной активности дочерних продуктов радона включают аспирационный подход к осаждению этих продуктов на воздушном фильтре. Это позволяет оценить объёмную активность дочерних продуктов радона с большой точностью и объективностью. Эффективность улавливания дочерних продуктов фильтром равна η при прокачке воздуха через фильтр со скоростью ϑ , м³/с.

Изменение количества атомов i -го изотопа на фильтре вызвано тремя основными процессами: первым – осаждением атомов на фильтр, вторым – добавлением атомов за счёт распада ядер предшествующего изотопа с интенсивностью $\lambda_{i-1}N_{i-1}$, и третьим – радиоактивным распадом ядер собственного изотопа с интенсивностью $\lambda_i N_i$. Это изменение можно представить уравнением (1):

$$\frac{dN_i}{dt} = C_i \vartheta \eta - \lambda_i N_i + \lambda_{i-1} N_{i-1}$$

(1)

где η – коэффициент осаждения ДПР на фильтр.

Решение уравнения (1) можно записать в виде системы (2)

$$\left\{ \begin{array}{l} N_A = \frac{C_A \eta \vartheta}{\lambda_A} F_{A1}(t), \text{ядер} \\ N_B = \frac{C_A \eta \vartheta}{\lambda_B} F_{B1}(t) + \frac{C_B \eta \vartheta}{\lambda_B} F_{B2}(t), \text{ядер} \\ N_C = \frac{C_A \eta \vartheta}{\lambda_C} F_{C1}(t) + \frac{C_B \eta \vartheta}{\lambda_C} F_{C2}(t) + \frac{C_C \eta \vartheta}{\lambda_C} F_{C3}(t), \text{ядер} \end{array} \right.$$

(2)

где $F_{A1}(t) = 1 - \exp(-\lambda_A t)$,

$$F_{B1}(t) = 1 - \frac{\lambda_B}{\lambda_B - \lambda_A} \exp(-\lambda_A t) + \frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} \exp(-\lambda_B t),$$

$$F_{B2} = 1 - \exp(-\lambda_B t),$$

$$F_{C1}(t) = 1 - \frac{\lambda_B \lambda_C}{(\lambda_B - \lambda_A)(\lambda_C - \lambda_A)} \exp(-\lambda_A t) + \frac{\lambda_A \lambda_C}{(\lambda_B - \lambda_A)(\lambda_C - \lambda_B)} \exp(-\lambda_B t) - \frac{\lambda_A \lambda_B}{(\lambda_C - \lambda_A)(\lambda_C - \lambda_B)} \exp(-\lambda_C t),$$

$$F_{C2}(t) = 1 - \frac{\lambda_C}{\lambda_C - \lambda_B} \exp(-\lambda_B t) + \frac{\lambda_B}{\lambda_C - \lambda_B} \exp(-\lambda_C t),$$

$$F_{C3}(t) = 1 - \exp(-\lambda_C t).$$

Если время прокачки фиксированное, где $t = T$, то по завершении прокачки на фильтре будет находиться следующее количество ядер ДПР:

$$N_A(T) = \frac{C_A \eta \vartheta}{\lambda_A} F_{A1}(T) = const,$$

$$N_A(T) = \frac{C_A \eta \vartheta}{\lambda_B} F_{B1}(T) + \frac{C_B \eta \vartheta}{\lambda_B} F_{B2}(T) = const2,$$

$$N_A(T) = \frac{C_A \eta \vartheta}{\lambda_C} F_{C1}(T) + \frac{C_B \eta \vartheta}{\lambda_C} F_{C2}(T) + \frac{C_C \eta \vartheta}{\lambda_C} F_{C3}(T) = const3.$$

Обозначим количество ядер ДПР на фильтре после окончания прокачки как n_A, n_B, n_C , а текущее время после окончания прокачки – τ .

Тогда:

$$\begin{cases} \frac{dn_A(\tau)}{d\tau} = -\lambda_A n_A(\tau) \\ \frac{dn_B(\tau)}{d\tau} = -\lambda_B n_B(\tau) + \lambda_A n_A(\tau) \\ \frac{dn_C(\tau)}{d\tau} = -\lambda_C n_C(\tau) + \lambda_B n_B(\tau) \end{cases}$$

(3)

Начальные условия имеют вид: $n_A(0) = N_A(T)$, $n_B(0) = N_B(T)$, $n_C(0) = N_C(T)$.

Решение уравнений (3) имеют вид:

$$n_A(\tau) = N_A(T) e^{-\lambda_A \tau}$$

(4)

$$n_B(\tau) = N_B(T) e^{-\lambda_B \tau} + \frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} N_A(T) (e^{-\lambda_A \tau} - e^{-\lambda_B \tau})$$

(5)

$$\begin{aligned}
n_C(\tau) = & N_C(T)e^{-\lambda_C\tau} - \frac{\lambda_B}{\lambda_C - \lambda_B} N_B(T)e^{-\lambda_C\tau} + \frac{\lambda_A\lambda_B}{(\lambda_C - \lambda_B)(\lambda_C - \lambda_A)} N_A(T)e^{-\lambda_C\tau} \\
& + \frac{\lambda_B}{\lambda_C - \lambda_B} N_B(T)e^{-\lambda_B\tau} + \frac{\lambda_A\lambda_B}{(\lambda_B - \lambda_A)(\lambda_C - \lambda_A)} N_A(T)e^{-\lambda_A\tau} \\
& - \frac{\lambda_A\lambda_B}{(\lambda_B - \lambda_A)(\lambda_C - \lambda_B)} N_A(T)e^{-\lambda_B\tau} \quad (6)
\end{aligned}$$

Введём обозначения:

$$L_{A1}(\tau) = e^{-\lambda_A\tau},$$

$$L_B(\tau) = e^{-\lambda_B\tau}, L_{B2}(\tau) = \frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} (e^{-\lambda_A\tau} - e^{-\lambda_B\tau}),$$

$$L_{C3}(\tau) = \lambda_A\lambda_B \left[\frac{e^{-\lambda_A\tau}}{(\lambda_B - \lambda_A)(\lambda_C - \lambda_A)} + \frac{e^{-\lambda_B\tau}}{(\lambda_A - \lambda_B)(\lambda_C - \lambda_B)} + \frac{e^{-\lambda_C\tau}}{(\lambda_C - \lambda_B)(\lambda_C - \lambda_A)} \right].$$

Тогда уравнения (4), (5), (6) примут вид:

$$n_A(\tau) = N_A(T)L_{A1}(\tau) = \frac{C_A\eta\vartheta}{\lambda_A} F_{A1}(T)L_{A1}(\tau),$$

$$\begin{aligned}
n_B(\tau) = & N_B(T)L_{B1}(\tau) + N_A(T)L_{B2}(\tau) \\
= & \frac{C_A\eta\vartheta}{\lambda_B} F_{B1}(T)L_{B1}(\tau) + \frac{C_B\eta\vartheta}{\lambda_B} F_{B2}(T)L_{B1}(\tau) + \frac{C_A\eta\vartheta}{\lambda_A} F_{A1}(T)L_{B2}
\end{aligned}$$

Или

$$n_B(\tau) = C_A\eta\vartheta \left[\frac{F_{B1}(T)L_{B1}(\tau)}{\lambda_B} + \frac{F_{A1}(T)L_{B2}(\tau)}{\lambda_A} \right] + C_B\eta\vartheta \frac{F_{B2}(T)L_{B(?)}}{\lambda_B}$$

$$\begin{aligned}
n_C(\tau) = & N_C(T)L_{C1}(\tau) + N_B(T)L_{C2}(\tau) + N_A(T)L_{C3}(\tau) \\
= & \frac{C_A\eta\vartheta}{\lambda_C} F_{C1}(T)L_{C1}(\tau) + \frac{C_B\eta\vartheta}{\lambda_C} F_{C2}(T)L_{C1}(\tau) + \frac{C_C\eta\vartheta}{\lambda_C} F_{C3}(T)L_{C(?)}) \\
& + \frac{C_A\eta\vartheta}{\lambda_B} F_{B1}(T)L_{C2}(\tau) + \frac{C_B\eta\vartheta}{\lambda_B} F_{B2}(T)L_{C2}(\tau) + \frac{C_A\eta\vartheta}{\lambda_A} F_{A1}(T)L_{C(?)})
\end{aligned}$$

Или

$$\begin{aligned}
n_C(\tau) = & C_A\eta\vartheta \left[\frac{F_{A1}(T)L_{C3}(\tau)}{\lambda_A} + \frac{F_{B1}(T)L_{C2}(\tau)}{\lambda_B} + \frac{F_{C1}(T)L_{C1}(\tau)}{\lambda_C} \right] \\
& + C_B\eta\vartheta \left[\frac{F_{B2}(T)L_{C2}(\tau)}{\lambda_B} + \frac{F_{C2}(T)L_{C1}(\tau)}{\lambda_C} \right] + C_C\eta\vartheta \frac{F_{C3}(T)L_{C1}(\tau)}{\lambda_C}
\end{aligned}$$

Скорость счёта альфа-частиц от фильтра в любой момент времени τ определяется активностью альфа-излучающих радионуклидов ^{218}Po и ^{214}Po :

$$m(\tau) = \varepsilon\lambda_A n_A(\tau) + \varepsilon\lambda_C n_C(\tau)$$

(7)

где ε —эффективность регистрации (светосила) измерительной установки.

Тогда:

$$m(\tau) = C_A \eta \varepsilon \vartheta \left\{ F_{A1}(T) L_{A1}(\tau) + \lambda_C \left[\frac{F_{A1}(T) L_{C3}(\tau)}{\lambda_A} + \frac{F_{B1}(T) L_{C2}(\tau)}{\lambda_B} + \frac{F_{C1}(T) L_{C1}(\tau)}{\lambda_C} \right] \right\} + C_B \eta \varepsilon \vartheta \lambda_C \left[\frac{F_{B2}(T) L_{C2}(\tau)}{\lambda_B} + \frac{F_{C2}(T) L_{C1}(\tau)}{\lambda_C} \right] + C_C \eta \varepsilon \vartheta * F_{C3}(T) L_{C1}(\tau)$$

Введём обозначения:

$$G_1(\tau) = \eta \varepsilon \vartheta \left\{ F_{A1}(T) L_{A1}(\tau) + \lambda_C \left[\frac{F_{A1}(T) L_{C3}(\tau)}{\lambda_A} + \frac{F_{B1}(T) L_{C2}(\tau)}{\lambda_B} + \frac{F_{C1}(T) L_{C1}(\tau)}{\lambda_C} \right] \right\},$$

$$G_2(\tau) = \eta \varepsilon \vartheta \left[\frac{F_{B2}(T) L_{C2}(\tau)}{\lambda_B} + \frac{F_{C2}(T) L_{C1}(\tau)}{\lambda_C} \right],$$

$$G_3(\tau) = \eta \varepsilon \vartheta F_{C3}(T) L_{C1}(\tau).$$

Таким образом получили выражение для ожидаемой скорости счёта альфа-частиц от фильтра, выраженной через искомые значения концентрации ДПР в воздухе:

$$m(\tau) = C_A G_1(\tau) + C_B G_2(\tau) + C_C G_3(\tau).$$

(8)

Основной задачей обработки результатов измерения активности фильтра является получение информации об объёмных активностях ДПР в воздухе в момент отбора пробы - C_A, C_B, C_C . С этой целью результаты измерений аппроксимировались функцией $m(\tau_i)$, вида (8), по методу наименьших квадратов:

$$Y = \sum [m(\tau_i) - m_i]^2 = \min \quad (9)$$

Условие (9) выполняется при

$$\frac{\delta Y}{\delta C_A} = 0; \quad \frac{\delta Y}{\delta C_B} = 0; \quad \frac{\delta Y}{\delta C_C} = 0.$$

(10)

Подставляя в (10) значения $Y(m(\tau_i), m_i)$ из уравнения (8), получаем систему из трёх уравнений относительно неизвестных C_A, C_B, C_C :

$$\begin{cases} C_A \sum G_1^2(\tau_i) + C_B \sum G_1(\tau_i) * G_2 \tau_i + C_C \sum G_1(\tau_i) G_3(\tau_i) - \sum m_i G_1(\tau_i) = 0 \\ C_A \sum G_1(\tau_i) G_2(\tau_i) + C_B \sum G_2^2(\tau_i) + C_C \sum G_2(\tau_i) G_3(\tau_i) - \sum m_i G_2(\tau_i) = 0 \\ C_A \sum G_1(\tau_i) G_3(\tau_i) + C_B \sum G_2(\tau_i) G_3(\tau_i) + C_C \sum G_3^2(\tau_i) - \sum m_i G_3(\tau_i) = 0 \end{cases}$$

Решая данную систему любым численным методом, можно определить исходные значения объёмной активности дочерних продуктов распада радона в воздухе в момент прокачки через фильтр.

Аспирационный метод мониторинга радона предоставляет целый ряд преимуществ. Во-первых, он обеспечивает реальное время мониторинга, позволяя

оперативно реагировать на изменения концентрации радона. Во-вторых, его высокая чувствительность и точность измерений позволяют обнаруживать даже низкие концентрации радона. Кроме того, данный метод обеспечивает контроль над процессом сбора образцов и измерений, что повышает надежность и точность результатов. И, наконец, его широкое применение в различных средах и условиях, включая домашние помещения и рабочие пространства, делает его эффективным инструментом для контроля радиационного загрязнения.

Аспирационный метод мониторинга радона имеет свои недостатки. Во-первых, он может быть более затратным из-за необходимости специализированного оборудования, такого как вентиляторы или насосы. Кроме того, сложность настройки и наладки оборудования для аспирации воздуха и сбора образцов требует определенных навыков и времени. Его результаты также могут быть искажены влиянием вентиляционных систем или других факторов, изменяющих поток воздуха и концентрацию радона. Наконец, необходимость использования энергии для привода вентиляторов или насосов увеличивает энергопотребление системы и затраты на электроэнергию.

Подводя итог вышесказанному, несмотря на некоторые ограничения, аспирационный метод является важным инструментом для измерения объемной активности радона и может быть эффективно использован в различных приложениях, где требуется мониторинг радона и его дочерних продуктов.

Список литературы

1. Kusnetz, H.L. Radon daughters in mine atmosphere. A field method for determining concentrations / H.L. Kusnetz // Am. Ind. Hyg. Assoc. J. – 1956. - №17. – P.85-88.
2. Rolle R. Rapid working level monitoring / R. Rolle // Health Phys. – 1972. - №22. – P.223-225.
3. Яковлева, В.С. Методы определения объемной активности изотопов радона и продуктов распада в воздухе: учебное пособие / В.С. Яковлева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет– Томск: Изд-во ТПУ, 2019.
4. Сердюкова, А.С. Изотопы радона и короткоживущие продукты их распада в природе / А.С. Сердюкова, Ю.Т. Капитанов. - Москва, 1979. - 294 с.
5. Салтыков, Л.Д. Радиационная безопасность при разведке и добыче урановых руд / Л.Д. Салтыков, И.Л. Шалаев, Ю.А. Лебедев, Л.В. Горбушина – М.: Атомиздат, 1977.

6. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Kusnetz, H.L. Radon daughters in mine atmosphere. A field method for determining concentrations / H.L. Kusnetz // Am. Ind. Hyg. Assoc. J. – 1956. - №17. – P.85-88.

2. Rolle R. Rapid working level monitoring / R. Rolle // Health Phys. – 1972. - №22. – P.223-225.

3. Yakovleva, V.S. Methods for determining the volumetric activity of radon isotopes and decay products in the air: textbook / V.S. Yakovleva; National Research Tomsk Polytechnic University – Tomsk: TPU Publishing House, 2019.

4. Serdyukova, A.S. Isotopes of radon and short-lived products of their decay in nature / A.S. Serdyukova, Yu.T. Captains. - Moscow, 1979. - 294 p.

5. Saltykov, L.D. Radiation safety during exploration and mining of uranium ores / L.D. Saltykov, I.L. Shalaev, Yu.A. Lebedev, L.V. Gorbushina - M.: Atomizdat, 1977.

6. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ПОВЫШЕНИЕ РЕАЛИЗМА В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ С ПОМОЩЬЮ ОТРАЖАЮЩИХ КАРТ ТЕНЕЙ

О.С. Хорольский¹, В.И. Анциферова¹, А.А. Соловьев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье представлено подробное исследование Reflective Shadow Mapping (RSM), инновационного алгоритма, предназначенного для повышения реалистичности компьютерных изображений за счет включения эффектов непрямого освещения. RSM расширяет традиционные методы отображения теней (SM) для имитации не только прямых, но и не прямых взаимодействий освещения в сцене. Целью этого обзора является предоставление углубленного анализа RSM, обсуждение его основополагающих принципов, стратегий реализации и последствий для области компьютерной графики.

Ключевые слова: метод, симуляция, алгоритм, интерактивный, процедурная вода.

ADVANCING REALISM IN COMPUTER GRAPHICS WITH REFLECTIVE SHADOW MAPS

O.S. Khorolsky¹, V.I. Antsiferova¹, A.A. Soloviev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article presents an in-depth study of Reflective Shadow Mapping (RSM), an innovative algorithm designed to enhance the realism of computer images by incorporating indirect lighting effects. RSM extends traditional shadow mapping (SM) techniques to simulate not only direct but also indirect lighting interactions in a scene. The purpose of this review is to provide an in-depth analysis of RSM, discussing its fundamental changes, implementation strategies, and implications for the field of computer graphics.

Keywords: method, simulation, algorithm, interactive, procedural water.

"Отражающие карты теней" – относительно новый алгоритм, направленный на интерактивную визуализацию правдоподобного непрямого освещения. В этой статье мы рассмотрим его реализацию. Ключевая идея - отражающие карты

теней отличается от концепции стандартных карт теней, и заключается в том, что рассматривает каждый пиксель как потенциальный источник непрямого света. Даже сложных сцен можно добиться приемлемой скоростью рендеринга благодаря оценке непрямого освещения "на лету", с помощью адаптивной выборки в фрагментном шейдере. Сложность сцены не сильно влияет на конечный результат за счет работы преимущественно в пространстве экрана, такой подход минимизирует дополнительные вычислительные накладные расходы. Этот тип освещения подходит для динамических сцен и дает правдоподобные результаты. Хотя и получаемый не прямой свет является приближенным.

Работа основывается на расширении концепции BRDF, прожекторов и карт теней Фонга. Используя случайные выборки из сгенерированных текстур, чтобы служить "виртуальными точечными светильниками" для отражений во время расчета непрямого освещения. Получается такая адаптация карт отраженных теней, вдохновленная традиционными методами генерации карт. Ценой увеличения вычислительной сложности, затраченной на каждый кадр, можно расширить до нескольких отражений, изначально техника направлена на моделирование одного отражения непрямого освещения.

Освещение является фундаментальной основой в постоянно развивающемся царстве компьютерной графики. Алгоритмы, на которых основаны визуальные эффекты, меняются по мере развития технологий. Reflective Shadow Maps (RSM) является относительно новым и заслуживающим внимания, этот алгоритм расширяет традиционную технику Shadow Mapping (SM).

Понимание стандартного Shadow Mapping критически важно для начала работы с Reflective Shadow Maps. Shadow Mapping имитирует закрытие источников света объектами в сцене. В общем виде процесс должен хранить информацию о глубине с точки зрения источника света в текстуре карты глубины. Затем можно определить, находится ли объект в тени или освещен, сравнивая расстояния, сохраненные в этой карте, с реальными расстояниями между объектами и источником света. Эта бинарная оценка лежит в основе реалистичного освещения в компьютерных изображениях.

В формировании конечного освещения сцены каждая часть хранимых данных используется и необходима при изучении анатомии карт отраженных теней.

1. Координаты мирового пространства:

в RSM алгоритм получает возможность вычислять расстояние между пикселями, сохраняя координаты мирового пространства, что является решающим

фактором при определении ослабления света. Постепенно уменьшая интенсивность в пространстве, Затухание, на основе расстояния обеспечивает реалистичное поведение освещения.

2. Нормали:

RSM более точно моделирует взаимодействие света с геометрией поверхности при включении нормалей мирового пространства. А также, это облегчает оценку достоверности вклада пикселей в освещенность соседних пикселей. Повысить достоверность эффектов непрямого освещения можно - Сравнивая нормали, это означает, что RSM может определить степень отражения света от поверхностей.

3. Поток:

Одной из основополагающих в RSM является концепция потока, представляющего интенсивность света источника освещения. RSM передает нюансы взаимодействия между светом и свойствами поверхности, сохраняя значения потока для каждого пикселя во время создания карты теней. Этот тонкий подход позволяет моделировать различные условия освещения, от равномерного направленного освещения до сложного падения лучей прожекторов.

Использование возможностей: реализация RSM. Последний этап применения данных для освещения сцены, когда данные собраны и сохранены. В том числе нужно провести оценку освещенности каждого пикселя с учетом прямых источников освещения и вклада RSM.

Повышение производительности с помощью выборки, в связи с значительным размером карт теней и RSM необходима оптимизация для замены проверки каждого пикселя в RSM, используется метод выборки. Количество выборок динамическое и зависит от аппаратных возможностей. Плотность выборки уменьшается с увеличением квадрата расстояния от оцениваемого пикселя, для достижения максимальной точности при минимизации вычислительных затрат. Чтобы получить визуально привлекательные результаты без ущерба для производительности, используется такая настройка, для обеспечения приоритета наиболее значимого вклада в освещение.

Балансировка: выборка важности. Концепция выборки важности является центральным элементом эффективности Reflective Shadow Mapping, в соответствии с ним интенсивность выборочного вклада регулируется в зависимости от расстояния. Баланс между точностью и вычислительной эффективностью достигается, масштабируя интенсивность образцов обратно пропорционально их рас-

стоянию до оцениваемого пикселя. Такой подход гарантирует, что удаленные источники света оказывают пропорциональное влияние на освещенность, сохраняя реалистичность и оптимизируя производительность.

Вычисление непрямого освещения. Есть способ расширить возможности шейдера фрагмента тени и включить в него не прямое освещение для повышения реалистичности освещения. Вычисление косвенного излучения для каждого затененного участка, требует более глубокого погружения в нюансы взаимодействия света в сцене. Так мы сможем передать взаимодействие света и поверхностей, используя положение фрагмента в световом пространстве, нормаль и индекс освещенности. Теоретически, все пиксели карты теней вносят свой вклад в цвет пикселя, но пока вторичный источник света находится относительно близко, этого будет достаточно. Нужно использовать алгоритм выборки, чтобы уменьшить количество точек выборки. Поскольку интенсивность света обратно пропорциональна квадрату расстояния, расстояние оказывает большое влияние на освещение. Однако трудно найти расстояние между двумя точками в мировых координатах, поэтому точка затенения проецируется непосредственно на карте теней. Нужно найти точки вокруг него (точки, которые находятся ближе на карте теней или имеют меньшую глубину, считаются более близкими в мировой системе координат). Несмотря на это, для перемещения требуется большой диапазон, поэтому, чтобы увеличить скорость, можно выбрать несколько точек на карте теней.

Расчёт освещенности каждой точки x поверхности происходит по следующему уравнению:

$$E_p(x, n) = \Phi_p \frac{\max\{0, n_p \cdot (x - x_p)\} \max\{0, n \cdot (x_p - x)\}}{\|x - x_p\|^4},$$

где x - положение в мировом пространстве пикселя, для которого мы хотим рассчитать общее освещение,

x_p - положение в мировом пространстве соседнего пикселя, из которого мы взяли пробу,

n - нормаль пикселя,

n_p - нормаль пикселя, из которого взята проба, а Φ_p – поток освещения для выбранного пикселя.

Происходит ослабление потока в зависимости от расстояния между точкой выборки и текущим фрагментом поверхности.

В заключение отметим, что Reflective Shadow Mapping является свидетельством неустанного стремления к реализму в компьютерной графике. Расширяя рамки традиционных техник отображения теней и принимая во внимание сложности непрямого освещения, RSM продвигает цифровое освещение в новые сферы визуальной достоверности. По мере развития технологий технология Reflective Shadow Mapping способна пересмотреть границы цифрового освещения, открывая эру, в которой реализм не знает границ.

Список литературы

1. Woo A, Poulin P, Fournier A. A survey of shadow algorithms. IEEE Computer Graphics and Applications, 1990.
2. Hasenfratz J. M., Lapierre M. , Holzschuch N. , et al. A survey of realtime soft shadows algorithms. Computer Graphics Forum, 2003.
3. Liu N., Pang M., A survey of Shadow Rendering Algorithms : Projection Shadows and Shadow Volumes. Computer Science and Engineering, 2009. WCSE '09.
4. Cutler B., NordHauser R. , CSCI 4530/6530 Advanced Computer Graphics. Rensselaer Polytechnic Institute, Spring 2014
5. Lecocq P., Marvie J., Sourimant G. , Gautron P. . SubPixel Shadow Mapping. i3D 2014
6. Ollson O., Sintorn E., Kampe V., Billeter M., Arssarsson U., Efficient Virtual Shadow Maps for Many Lights i3D 2014
7. Дегтярев, В.М. Инженерная и компьютерная графика / В.М. Дегтярев,
8. В.П. Затыльникова. - М.: Academia, 2016. - 236 с.
9. Боресков, А.В. Компьютерная графика: Учебник и практикум для прикладного бакалавриата / А.В. Боресков, Е.В. Шикин. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 219 с.
10. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Woo A, Poulin P, Fournier A. A survey of shadow algorithms. IEEE Computer Graphics and Applications, 1990.
2. Hasenfratz J. M., Lapierre M. , Holzschuch N. , et al. A survey of realtime soft shadows algorithms. Computer Graphics Forum, 2003.

3. Liu N., Pang M. , A survey of Shadow Rendering Algorithms : Projection Shadows and Shadow Volumes. Computer Science and Engineering, 2009. WCSE '09.
4. Cutler B., NordHauser R. , CSCI 4530/6530 Advanced Computer Graphics. Rensselaer Polytechnic Institute, Spring 2014
5. Lecocq P. , Marvie J. , Sourimant G. , Gautron P. . SubPixel Shadow Mapping. i3D 2014
6. Ollson O., Sintorn E., Kampe V., Billeter M., Arssarsson U,. Efficient Virtual Shadow Maps for Many Lights i3D 2014
7. Degtyarev, V.M. Engineering and computer graphics / V.M. Degtyarev,
8. V.P. Zatylnikova. - M.: Academia, 2016. - 236 p.
9. Boreskov, A.V. Computer graphics: Textbook and workshop for applied bachelor's degree / A.V. Boreskov, E.V. Shikin. - Lyubertsy: Yurayt, 2016. - 219p.
10. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

РАБОТА В ПРОГРАММЕ MATHCAD

Ю.А. Чевычелов¹, С.И. Перов¹, О.В. Левкулич¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе обзревается основные функции программного пакета MathCad, интерфейс программы, преимущества и недостатки программы, область применения программы. Программа позволяет проводить множество математических и инженерные задач, которые необходимы пользователю. У данной программы простой для изучения и информативный интерфейс, в котором легко обрабатывать математические формулы, числа, строить графики.

Ключевые слова: MathCad, работа в программе MathCad, математические вычисления MathCad, графики, преимущества и недостатки программы MathCad

WORKING IN THE MATHCAD PROGRAM

Y.A. Chevychelov¹, S.I. Perov¹, O.V. Levkulich¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper reviews the main functions of the MathCad software package, the program interface, the advantages and disadvantages of the program, and the scope of the program. The program allows you to perform a variety of mathematical and engineering tasks that are necessary for the user. This program has an easy-to-learn and informative interface in which it is easy to process mathematical formulas, numbers, and build graphs.

Keywords: MathCad, work in the MathCad program, MathCad mathematical calculations, graphs, advantages and disadvantages of the MathCad program

Mathcad – это программное обеспечение, предназначенное для проведения различных необходимых вычислений на компьютере, а именно математических и инженерных задач. ПО оснащено информативным и одновременно простым в изучении графическим интерфейсом. Программа позволяет пользователям проводить операции с формулами, числами, строить необходимые графики.

Mathcad включает в себя более сотни операторов и функций. С помощью этих операторов и логические функции можно решать все возможные математических задач и инженерно-технических расчетов различной сложности (численного и символьного решения).

Широкий спектр функций программы позволяет пользователям создавать сложные математические модели и анализировать результаты расчетов с помощью интуитивно понятного интерфейса.

Преимущества программы Mathcad:

1) Простота в использовании – MathCad обладает интуитивно понятным интерфейсом, которым могут пользоваться даже новички в математике и программировании.

2) Удобство в использовании – программа позволяет легко производить сложные математические выражения и использовать их для выполнения операций.

3) Возможность создания отчетов – MathCad позволяет использовать математические вычисления и диаграммы для создания качественно оформленных отчетов и документов.

4) Интеграция с другими приложениями – MathCad имеет хорошую интеграцию со многими другими программами, что упрощает обработку данных и расчет результатов.

Недостатки Mathcad:

1) Ограниченные возможности для решения сложных задач – MathCad функционально ограничен и может не подходить для выполнения сложных математических задач.

2) Высокая стоимость – программа MathCad является коммерческим продуктом с относительно высокой ценой и может быть недоступна многим пользователям.

3) Ограниченная поддержка форматов файлов – MathCad может столкнуться с проблемами при открытии и сохранении файлов в определенных форматах, что может привести к повреждению во время работы.

4) Ограниченный выбор графических инструментов – программа может иметь ограниченный выбор графических инструментов для создания графиков, что может ограничить возможность визуализации данных.

ПО MathCad состоит из трех компонентов связанных между собой:

1) текстовый редактор. Он позволяет форматировать текст, а также проводить операции с математическими выражениями;

- 2) Процессор вычислений обрабатывает на основе встроенного программного обеспечения с использованием интегрированных цифровых методов;
- 3) символьный процессор, который является системой искусственного интеллекта.

Поверхность главного окна MathCAD похожа на окна приложений всеми известного офисного пакета MS Office (Word, Excel, Access и т. д.).

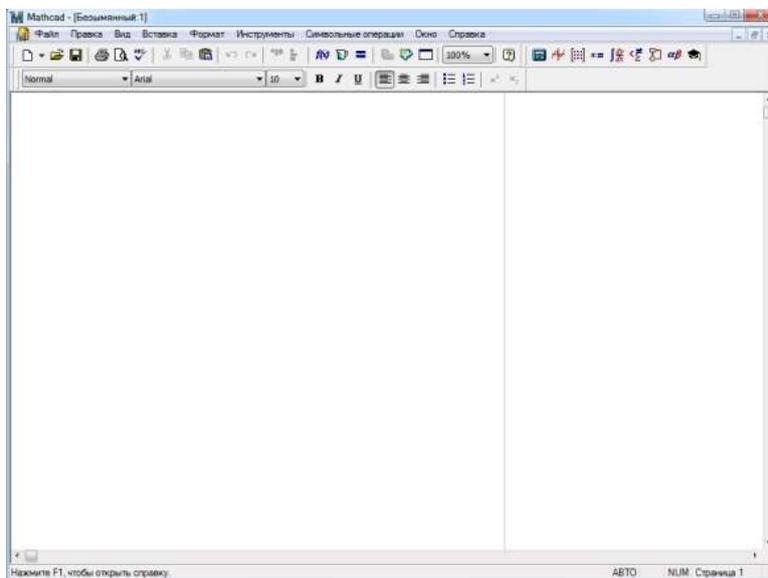


Рисунок 1 – Рабочее окно MathCad

Одной из главных панелей программы является математическая панель, она содержит палитру, которую для удобства можно перемещать в любое место экрана. В ней представлены символы используемые в математике, условными обозначениями, функции, шаблоны, операторы.

Математическая панель содержит 9 функций:

1. Calculator – эта палитра привычна всем пользователям, стандартный калькулятор, необходим для ввода арифметических данных.
2. Graph – палитра которая необходима для построения графиков (содержит 7 типов графиков);
3. Matrix – палитра для построения матриц и векторов, а также различных операций над ними (сложение, вычитание и т.д);
4. Evaluation – с помощью этой палитры можно вставлять пользовательские функции. Основная задача палитры вставка операторов управления вычислениями ;
5. Calculus – служит для вычисления основных математических функций, а именно: определенные и неопределенные интегралы, пределы, производные и т.д.;

6. Boolean – для вставки знаков отношений, операций сравнения;
7. Programming – палитра вставки программных блоков (следование, ветвление, цикл и т.п.);
8. Greek – греческий алфавит, буквы которого необходимые для вычислений ;
9. Symbol – работа с символьными вычислениями.



Рисунок 2 – Палитры математических знаков MathCad

На ранних версиях программы возможности программирования практически не было, но с появлением последних версий эта возможность появилась. На палитре программирования список операторов ограничен:

Разделительная линия Add Line, присваивание (\leftarrow); условный оператор if, циклы for, while, операторы continue, break, return, оператор иного выбора который обычно применяется с if (otherwise), on error – оператор обработки ошибок.

Также в программе Mathcad можно осуществлять графическое представление данных. Для этого есть 7 типов графиков. Еще есть возможность строить диаграммы и таблицы. Для этого нужно ввести данные в виде массива или переменных, после выбрать необходимую функцию на палитре «График». В редакторе имеется возможность добавления различные элементы, такие как точки данных, линии тренда и подписи осей. Необходимо использовать другие параметры функции graph или специальные инструменты для редактирования графика.

Вызвав в палитре Graph «График X-Y» появится шаблон построения двумерного графика, где необходимо ввести данные (оси абсцисс и ординат, а так же имя функции).

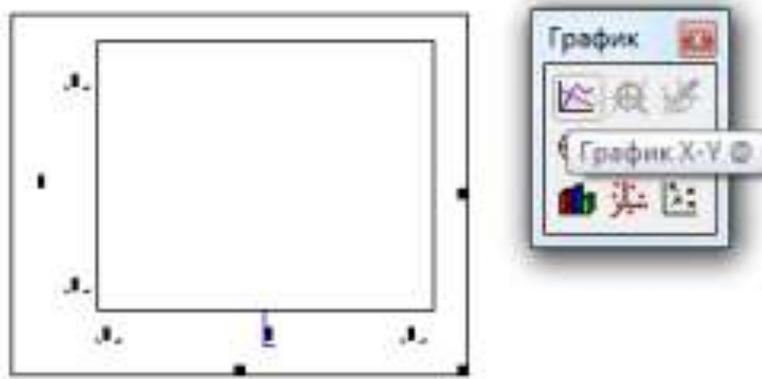


Рисунок 3 – Палитра Graph

Также для построения графика в программе реализована возможность форматирования графика функции. Вызвав окно форматирования у пользователя появляется широкий спектр возможностей настройки графика, а именно форматирование осей, добавление сетки, нанесение меток, изменять толщину, цвет линий и др.).

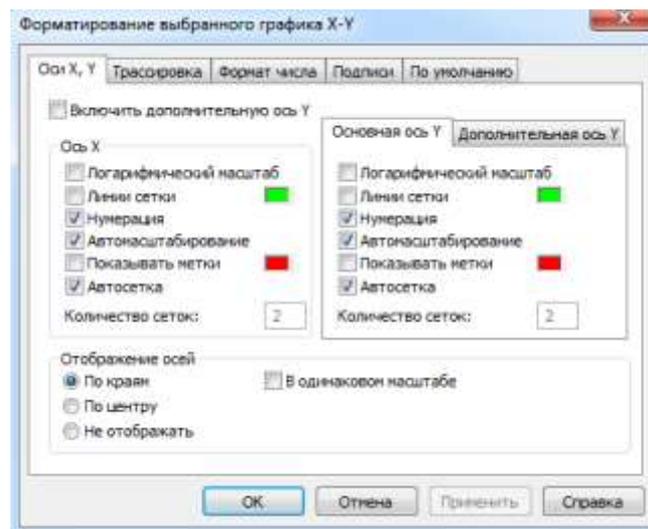


Рисунок 4 – Форматирование графика

В MathCAD при выполнении в виде выражений (аналитических), результат этих вычислений выводятся в символьной форме. Такие вычисления являются символьными вычислениями. Отличие таких аналитических выражений в том, что они обладают большой обобщенностью результатов. Численные вычисления в свою очередь дают конкретный результат (численный).

Палитра Symbolic содержит символьные преобразования, на палитры они представлены в виде кнопки с названием преобразования. Эти функции вводятся после уже вычисленного выражения и заканчивается оператором вывода симво-

лов "→". Также может иметь пустое поле команды, которое разделено запятыми. В это пустое поле вводится переменная, относительно которой будет применено преобразование.

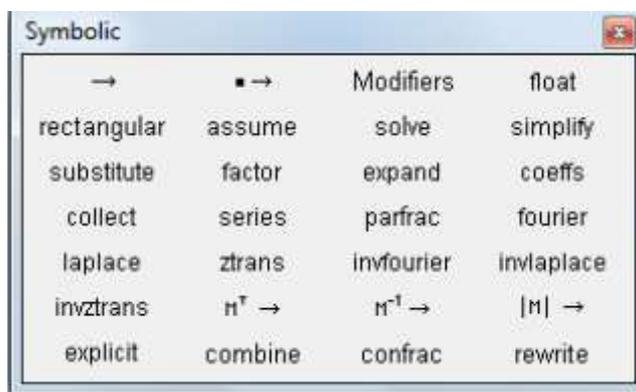


Рисунок 5 – Палитра Symbolic

В целом, работа в программах MathCad помогает повысить производительность и качество математических вычислений, способствует созданию и анализу математических моделей, а также упрощает взаимодействие с коллегами и клиентами. Таким образом, использование MathCad необходимо экспертам, занимающимся математическими расчетами и построением.

Список литературы

1. Новиковский, Е. А. Учебное пособие «Работа в системе MathCAD» / Е. А. Новиковский. – Барнаул: электронно-библиотечная система. – URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/s/STO/Method/Tab4/Новиковский> (дата обращения: 05.03.2024)
2. Основы вычислений и программирования в пакете MathCAD : учеб. пособие / Ю. Е. Воскобойников [и др.] ; под ред. Ю. Е. Воскобойникова ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2012. – 212 с. электронный // Новосибирск : электронно-библиотечная система. — URL: http://www.sibstrin.ru/files/kis/MathCAD_2012.pdf (дата обращения: 05.03.2024)
3. Основы работы в программе MathCad. – URL: <https://studfile.net/preview/5535262/page:2/> (дата обращения: 05.03.2024)
4. Основы работы в математическом пакете MathCad. – URL: https://site-e1fab4c.1c-umi.ru/lekci/leksiya_1/ (дата обращения: 05.03.2024).

5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Novikov, E. A. Textbook "Work in the MathCAD system" / E. A. Novikov. Barnaul: electronic library system. – URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/s/STO/Method/Tab4/Новиковский> (date of application: 03/05/2024)

2. Fundamentals of computing and programming in the MathCAD package: textbook. the manual / Yu. E. Voskoboynikov [et al.] ; edited by Yu. E. Voskoboynikov ; Novosibirsk State Architectural Institute.-builds. un-t (Sibstrin). Novosibirsk : NGASU (Sibstrin), 2012. 212 p. electronic // Novosibirsk : electronic library system. — URL: http://www.sibstrin.ru/files/kis/MathCAD_2012.pdf (date of application: 03/05/2024)

3. The basics of working in the MathCad program. – URL: <https://studfile.net/preview/5535262/page:2> / (date of request: 03/05/2024)

4. The basics of working in the MathCad math package. – URL: https://site-e1fab4c.1c-umi.ru/lekci/lekcija_1 / (date of request: 03/05/2024)

5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ WEB-САЙТОМ

А.В. Чернова¹, Ф.В. Макаренко¹, А.М. Тюнина¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа существующих информационных систем в области сайта интернет-магазина. Предложено моделирование собственной системы согласно методологии семейства IDEF0 и моделирование необходимой базы данных (модель «сущность-связь»).

Ключевые слова: управление, информационная система, моделирование, база данных.

INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM FOR A WEBSITE

A.V. Chernova¹, F.V. Makarenko¹, A.M. Tyunina¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents the results of the analysis of existing information systems in the field of the online store website. It is proposed to model its own system according to the IDEF0 family methodology and to model the necessary database (the entity-relationship model).

Keywords: management, information system, modeling, database.

Web-сайт для любого предприятия - необходимое условие для выживаемости и коммерческой выгоды[8]. При высокой скорости развития Интернета, ни одно предприятие, поставившее перед собой цель постепенного развития, не сможет обойтись без веб-сайта. Наличие веб-сайта у магазина внушает надежность компании.

Современные интернет-магазины написаны с помощью CMS [6]. Рассмотрим несколько вариантов таких конструкторов, на основе которых будет создаваться сайт и информационная система.

1С-Битрикс привлекает новых клиентов и удерживает старых благодаря развитой инфраструктуре. В маркетплейсе доступны решения почти для любых

проектов, документация решает базовые вопросы, техподдержка помогает устранять критичные ошибки. CS-Cart – отличный продукт для бизнесменов, которые хотят пользоваться широкими возможностями CMS на своём сервере и не зависеть от работоспособности облачной платформы. Nethouse подходит для маленьких коммерческих проектов. Он не может соревноваться с InSales, Bitrix, ShopScript и другими мощными движками интернет-магазинов. Ограничение по количеству товаров делают сервис недостаточно хорошим для крупного бизнеса.[4,5]

Система OpenCart CMS подходит для создания на ее основе интернет-магазина, больше, чем что-либо другое, опенкарт изначально под эту задачу и создавался. Платформа имеет обширное сообщество пользователей и разработчиков, которые создают и делятся различными модулями и расширениями для ее функциональности. При проведении сравнения всех вышеуказанных CMS, OpenCart подходит больше всего, поэтому на его основе будет создан сайт интернет-магазина для фирмы и информационная система.

Рассмотрим деятельность фирмы по созданию украшений ручной работы согласно методологии семейства IDEF0.[2]

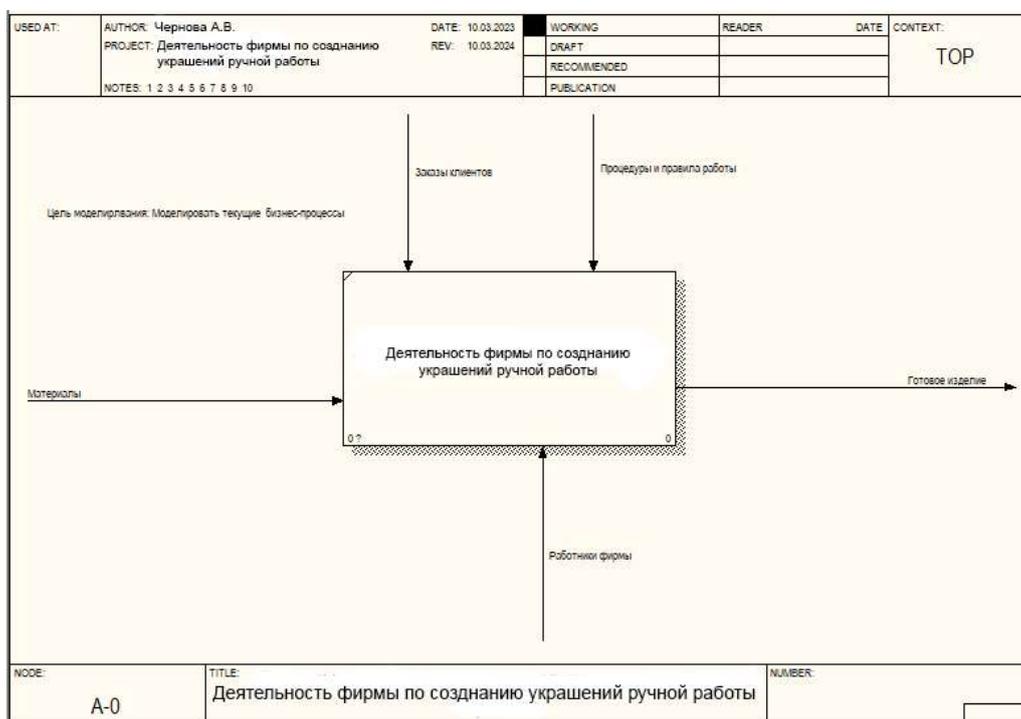


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма

На контекстной диаграмме [3], изображенной на рисунке 1, представлена деятельность фирмы по созданию украшений ручной работы.

На диаграмме декомпозиции описаны фрагменты контекстной диаграммы «Фирмы по созданию украшений ручной работы» (рисунок 2).

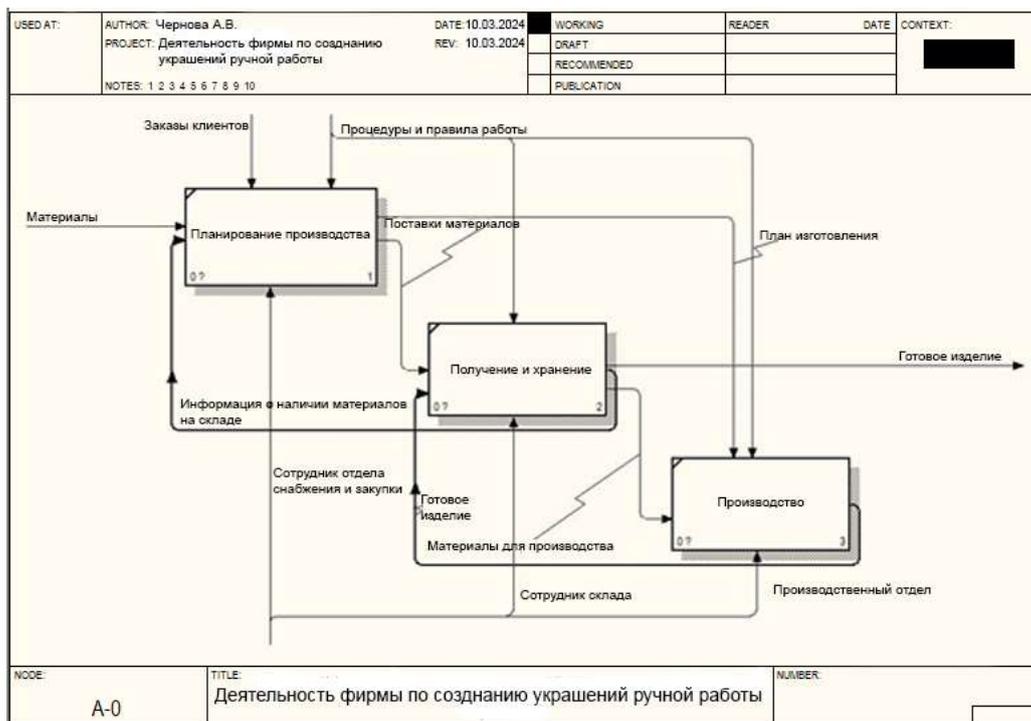


Рисунок 2 – Диаграмма декомпозиции А0

После декомпозиции деятельности фирмы возникает задача моделирования базы данных для будущей информационной системы. На рисунке 3 представлена ER-диаграмма или модель «сущность-связь», особенностью которой является описание предметной области без привязки к конкретной СУБД [1]. Такое моделирование актуально на первом этапе проектирования базы данных.

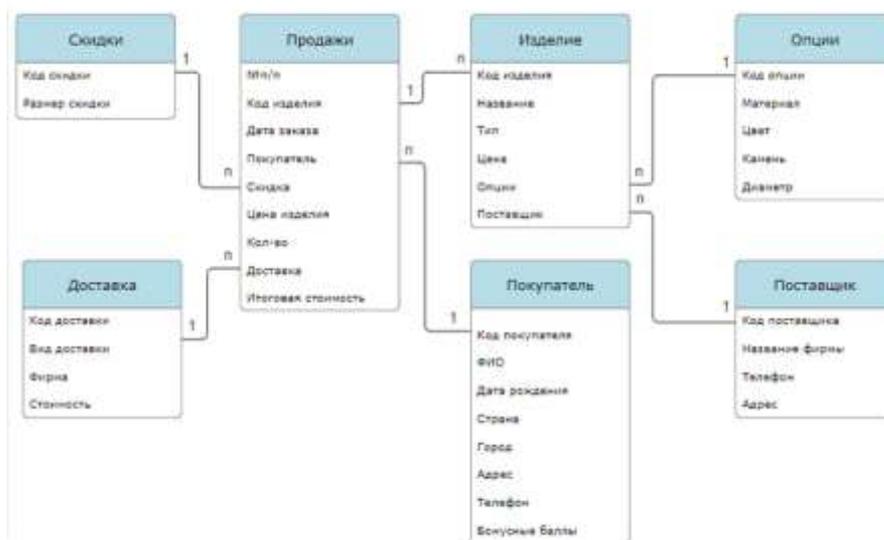


Рисунок 3 – ER-диаграмма предметной области

ER-диаграмма фирмы отражает структуру будущих таблиц базы данных и позволяет оценить информативность будущей информационной системы.

Выводы

Таким образом, в условиях быстрого развития интернет-магазинов, направленных на упрощение реализации товара и удобства потребителя, будет актуальным изучение и разработка новых информационных систем, систем принятия решений, моделирование деятельности и проектирование баз данных для современных магазинов различных направленностей с целью оптимизации их деятельности.

Список литературы

1. Беспалов А.Г. Управление веб-сайтом: информационные технологии и методы / Беспалов А.Г.// Информационные технологии и методы. - 1 изд. - СПб.: Питер, 2020. - 320 с.
2. Евдокимова, С.А. Применение алгоритмов кластеризации для анализа клиентской базы магазина / С.А. Евдокимова, А.В. Журавлев, Т.П. Новикова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 4-12. – DOI:10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.
3. Куницын, В. И. Сравнение нотаций IDEF0 и ARIS EEPС / В. И. Куницын, С. А. Евдокимова, Т. П. Новикова // Современные цифровые технологии : Матер. II Всероссийской науч.-практ. конференции, Барнаул, 01 июня 2023 года / под общ. ред. А.А. Беушева, А.С. Авдеева, Е.Г. Боровцова, А.Г. Зрюмовой. – Барнаул : Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2023. – С. 197-200.
4. Павлов Д.И. Информационные системы управления: анализ, проектирование, управление / Павлов Д.И. // - 2 изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2021. - 432 с.
5. Попков Ю.О. Системы управления контентом: основы и практика 2016, издательство / Попков Ю.О. //- 2 изд. - М: Лань, 2021. - 256 с.
6. Смирнов И.В., Таранец Н.Д. Эффективность управления веб-сайтом: теория и практика/ Смирнов И.В., Таранец Н.Д.//, - 1 изд. - М: Инфра-М, 2022. - 184 с.
7. Тертерян А.С., Бровка А.В. Методы оптимизации в многокритериальных задачах с использованием локальной качественной важности критериев // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 107-114.

8. Чепайкин И.А. Методы и модели управления информационными системами / Чепайкин И.А.//, - 1 изд. - М: Круг, 2019. - 368 с.

References

1. Bespalov A.G. Website management: information technologies and methods / Bespalov A.G. // Information technologies and methods. - 1st ed. - St. Petersburg: St. Petersburg, 2020. - 320 p.

2. Evdokimova, S.A. Application of clustering algorithms for analyzing the customer base of the store / S.A. Evdokimova, A.V. Zhuravlev, T.P. Novikova // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 2. – pp. 4-12. – DOI:10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.

3. Kunitsyn, V. I. Comparison of IDEF0 and ARIS EEPС notations / V. I. Kunitsyn, S. A. Evdokimova, T. P. Novikova // Modern digital technologies : Mater. II All-Russian Scientific and Practical Conference, Barnaul, June 01, 2023 / under the general editorship of A.A. Beushev, A.S. Avdeeva, E.G. Borovtsov, A.G. Zryumova. Barnaul : Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 2023. - pp. 197-200.

4. Pavlov D.I. Information management systems: analysis, design, management / Pavlov D.I. // – 2nd ed. - St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2021. - 432 p

5. Popkov Yu.O. Content management systems: fundamentals and practice 2016, publishing house / Popkov Yu.O. //- 2nd ed. - Moscow: Lan, 2021. - 256 p.

6. Smirnov I.V., Taranets N.D. Effectiveness of website management: theory and practice/ Smirnov I.V., Taranets N.D.//, - 1st ed. - M: Infra-M, 2022. - 184 p.

7. Terteryan A.S., Brovko A.V. Optimization methods in multi-criteria problems using local qualitative importance criteria // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 107-114.

8. Chepaykin I.A. Methods and models of information systems management / Chepaykin I.A.//, - 1st ed. - M: Kруг, 2019. - 368 p.

БИОИНФОРМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ю.В. Черных¹, М.С. Маслов¹, Н.О. Майгур¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматривается применение компьютерного моделирования в области биоинформатики, являющейся ответвлением математической биологии. Описываются виды биологических моделей, их преимущества и определенные ограничения в применении.

Ключевые слова: биоинформатика, компьютерное моделирование, математическая биология, исследование биологических систем

BIOINFORMATICS AND COMPUTER MODELING OF BIOLOGICAL SYSTEMS

Y.V. Chernykh¹, M.S. Maslov¹, N.O. Maygur¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper discusses the use of computer modeling in the field of bioinformatics, which is a branch of mathematical biology. The types of biological models, their advantages and certain limitations in application are described.

Key words: bioinformatics, computer modeling, mathematical biology, study of biological systems

Компьютерное моделирование является одним из главных источников и причин развития многих технологий. С его появлением в науке стало возможным рассмотреть даже невозможные для реализации в нашей жизни процессы (ядерный взрыв, распад частиц, процессы, требующие времени). Благодаря этой прекрасной возможности компьютерное моделирование нашло себе место в различных предметных областях таких как – экономика, астрофизика, математика, даже

в социология. Исключением не стала и наука о живой природе, т.к. в ней сложнее всего реализовать интересующие исследователей процессы. В данной статье будет рассмотрена связь биологии с, казалось бы, несовместимыми информатикой и моделированием.

Истоком компьютерного моделирования биологических систем стала математическая биология, а предпосылкой стали работы, принадлежащие Леонардо Фибоначчи. Итальянец описал задачу о размножении кроликов, тем самым построив математическую модель и начав путь развития математической биологии как таковой. Другой итальянский математик, Вито Вольтерра, разработал модель сосуществования двух популяций (хищник-жертва). Как итог данных трудов, две стороны – математики и биологи нашли в предметных областях друг друга интерес и потребность к систематизации науки, что подтверждает приход в биологию знаменитых отечественных ученых – Ляпунова, Полетаева. Благодаря ученику первого – Вадиму Александровичу Ратнеру, были описаны явления молекулярного уровня в сложных биологических системах (данные явления описаны в книге «Генетика, молекулярная кибернетика личности и проблемы»). Такие системы требуют производительности ввиду объема данных, поэтому дальнейшей целью была её наработка. С этого момента от математической биологии пошла отдельная ветвь, гордо носящая название биоинформатики – науки, применяющей алгоритмы для систематизации и анализа генетических данных, для определения молекулярных основ биологического процесса. Генетические данные, в первую очередь – белки и нуклеиновые кислоты. Подобное нововведение в науке позволило выявлять закономерности, связанные с генами и белками, зашифрованными в них, а также строить модели генов в клетке и даже разрабатывать лекарства, основываясь на данной информации.

На сегодняшний момент, главная цель биоинформатики – описание задач молекулярной биологии. Причиной этого служит удивительный объём имеющейся информации, необходимый для изучения функционирования молекул, что необходимо не только для прогнозирования генов в новом организме, но и для создания лекарственных препаратов.

Для полноценного понимания роли информатики в такой науке, как биоинформатика, следует рассмотреть все её направления.

Биоинформатика последовательностей – осуществляет анализ нуклеотидных и белковых последовательностей. Найти нужную последовательность из почти 160 миллионов символов невозможно без применения компьютера. Основными направлениями биоинформатики последовательностей являются:

- поиск особых участков, кодирующих белок, РНК;
- получение аминокислотных последовательностей из гена;
- сравнительный анализ двух последовательностей с целью найти отличия, прогнозировать вторичную структуру РНК.

Структурная биоинформатика – анализирует пространственные структуры (способ укладки последовательности аминокислот белка), выявленных экспериментом.

Данное направление особо важно для разработки лекарств, молекулы которых связываются и образуют комплексы с молекулами белков. Исследование этого механизма имеет ключевую роль, а все результаты – масштабные структуры комплексов для компьютерного анализа. Перечислим основные задачи:

- предсказание участков белковой молекулы (компьютерный анализ не может дать достоверную информацию, только примерное наблюдение, которое необходимо проверить экспериментально);
- классификация структур белков по пространственной структуре;
- предсказание воздействия молекул химических веществ (потенциального лекарства).

Компьютерная геномика. Прочтение генома – первый этап исследования функционирования клетки организмов, а без этого этапа не был бы исследован метаболизм бактерий (нельзя было бы подобрать лекарство), не создавались новые ферменты, которые участвуют в биотехнологическом производстве. В случае экспериментального исследования за длительное время и тщательную работу будет изучена лишь единица гена, тогда как при использовании компьютерного анализа (геномики) за неделю будут исследованы несколько тысяч генов с определенной точностью. Это облегчает проведение экспериментов, соответственно, и прогресс будет достигнут проще.

И в случае экспериментального исследования, лишь единица гена требует много ресурсов. Основные задачи компьютерная геномики:

- сравнительный анализ геномов;
- исследование регуляции функционирования генов;
- исследование транспортеров – генов, переносящих перенос питательных веществ;
- полногеномный анализ, исследование эволюции (перебор геномом вариантов последовательностей, что приводит к более эффективной эволюции вида).

Благодаря развитию биоинформатики для людей стали доступны многие возможности, например, открытие триклозана. Триклозан – универсальный распространённый антибактериальный препарат, используемого нами по сей день в мыле, санитайзерах и других антибактериальных средствах.

Конечно, ни одно направление в области биоинформатики не может обойтись без характерной информатики компонента – моделирования. Компьютерная модель – упрощённое математическое описание существующего объекта, выполненное на компьютере. В области биологии существуют ряд классических моделей, без которых невозможно оценить поведение популяции. Модель популяции (популяционная) – позволяет изучать динамику популяций живых организмов. Цель моделирования в таком случае – описание изменений численности, включая факторы рождаемости, смертности, миграции, отношений с другими видами.

Наиболее точными популяционными моделями являются:

Модель неограниченного роста (Т.Р. Мальтуса) – классическая математическая модель, предложенная Томасом Робертом Мальтусом. Ученый, заинтересовался идеей, что с ростом численности популяции падает рост ресурсов для питания, на основе человеческой популяции подытожил, что невозможно избежать нехватки ресурсов. Формула, описанная ученым, следующая:

$$x(i + 1) = (1 + a) \cdot x(i), \quad (1)$$

где a – коэффициент естественного прироста (отношение численности прироста за период изучения к начальной численности), $x(i + 1)$ – предсказываемая численность, $x(i)$ – нынешняя численность.

Модель ограниченного роста (П. Ф. Ферхюльста). Это более достоверная модель Мальтуса, учитывающая конкуренцию за ресурсы питания в популяции. Бельгийский математик, Пьер Франсуа Ферхюльст воздвигнул идею о том, что любая популяция достигает своего максимума, зависящего от факторов среды. Формула модели не сильно отличается от предыдущей:

$$x(i + 1) = x(i) + (a - b \cdot x(i)) \cdot x(i), \quad (2)$$

где b – коэффициент смертности от внутривидовой конкуренции.

Модель с критической численностью. Математическая модель ограниченного роста, учитывающая наименьшую критическую численность (существуют такие популяции, численность которых не опустится ниже критического уровня).

$$x(i + 1) = (a - b \cdot x(i)) \cdot (x(i) - L), \quad (3)$$

где L – критическая численность популяции.

Модель распространения болезней (эпидемиологическая) – позволяет оценить эффективность стратегий контроля и предотвращения распространения болезней. Модели должны учитывать следующие факторы: передача болезни, иммунитет, вакцинация и подобное. Для решения задач в данном направлении используется модель SIR. Население делится на три группы: здоровые (susceptible), зараженные (infectious), с иммунитетом, либо умершие (recovered). Модель предусматривает, как будет меняться количество людей в каждой группе в течение времени. Описывается системой дифференциальных уравнений и имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} dS/dt &= -\beta IS, \\ dI/dt &= \beta IS - \gamma I, \\ dR/dt &= \gamma I, \end{aligned} \tag{4}$$

где β – скорость передачи болезни при контакте, γ – уровень излечения от болезни

Стоит учесть, что данная модель не рассматривает рождаемость или естественную смертность, поскольку считается, что период эпидемии длится меньше жизни человека. Однако, если исследователя это интересует, модель SIR можно модифицировать, так как это самая простая эпидемиологическая модель. Примерами разновидностей являются: SEIR, SIRS, SIS и другие, учитывающие факторы повторного заболевания и врожденного иммунитета.

Модель эволюции и генетики (эволюционная) – самая обширная модель, применяющая признаки теории Дарвина для построения систем, зачастую, для улучшения вычислительного интеллекта и описания социально-экономических систем.

Пример эволюционной модели – генетический алгоритм популяции, схема работы которого:

1. начальная популяция;
2. скрещивание/ мутация;
3. селекция;
4. формирование следующего поколения;
5. соответствие результатов (если нет – возврат к шагу 2);
6. итоговая популяция.

Модель эволюции помогает в понимании того, какие факторы могут привести к изменению генетических данных популяции и какие механизмы совершают работу в эволюционных изменениях.

Молекулярные модели – модели химических соединений, дающие представления о пространственном расположении атомов в соединениях в молекуле. Данные модели применяются в случае, когда невозможно проанализировать расположение атомов или оценить влияния атомов друг на друга. Простое соединение атомов же может быть исследовано без построения трехмерного или двухмерного изображения

В создании двухмерной модели своё участие принимают графы – абстрактные структуры из узлов и рёбер. Под молекулярным графом понимают атомы(узлы), объединенные между собой связями(ребра). Такой этап дает понятие о порядке связи между атомами в молекуле, но представления о пространстве не даёт. Это делают трехмерные модели, которые, в свою очередь, также помогают в исследовании стерических и электронных свойств молекулы.

Как можно заметить, моделей, используемых в биологии, достаточно количество. И это не просто так, ведь, у компьютерного моделирования есть особые преимущества перед традиционными методами изучения, в частности:

- экономия времени и ресурсов – моделирование позволяет проводить виртуальные эксперименты в короткие сроки;
- обучение – практическое изучение чего-либо материала на основе компьютерной модели осваивается студентами, школьниками и интернами намного лучше;
- прогнозирование – позволяет принять меры для предотвращения негативных последствий в зависимости от условий, в которую помещена виртуальная модель.

Но, как и у любого вида исследования и экспериментов, у компьютерного моделирования есть собственные ограничения и недостатки:

- недостаточная точность, т.к. в реальном мире гораздо больше факторов, влияющих на объект, которые в модели невозможно учесть, либо модели сознательно могут быть пропущены;
- недостаточный объём данных – надёжная модель требует достаточное количество данных, но бывает сложно собрать данные о всём существующем в изучаемой системе, что затрудняет анализ долгосрочных изменений системы;
- недостаточная универсальность модели – т.к. модель, построенная для определенного вида, не подойдет другому виду в силу ряда условий, например, среда, климат и другие важные факторы, что приводит к ограничению области применения той или иной модели;

- упрощение сложных частей системы – условием любой модели служит процесс декомпозиции чего-то сложного, описывать каждую особь в моделировании сложно и ненужно, поэтому виртуальная система воспринимает всех особей одинаково.

Таким образом, биоинформатика – ключ к пониманию биологических процессов и наука фокусируется на создании и исследовании процессов вычислительными методами, используя компьютерное моделирование для упрощения анализа и экспериментов.

В свою очередь, компьютерное моделирование – воздух в области биоинформатики. Оно позволяет использовать имитацию существующих процессов и явлений для анализа и исследования особенностей, прогнозирования недалекого будущего. Проведение виртуального тестирования систем помогает в экономии времени и ресурсов. Хранение огромных объемов информации упрощает работу, что также экономит важнейшие человеку ресурсы.

Список литературы

1. Биоинформатика - наука третьего тысячелетия (итоги Международной конференции по биоинформатике в Новосибирске, 14-20 июля 2002 Г.) // Информационный вестник ВОГиС. – 2003. – Т. 7, № 21-22. – С. 2. – EDN HRSXOP.

2. Гибадуллин, А. А. Молекулярная, эволюционная, генетическая, фрактальная биоинформатика и хемоинформатика / А. А. Гибадуллин // Академическая публицистика. – 2023. – № 9-1. – С. 34-36. – EDN DRXSER.

3. Ястребов, Д. С. Роль биоинформатики в дешифровке генетической информации / Д. С. Ястребов // Теория и практика современной науки. – 2023. – № 1(91). – С. 197-199. – EDN LKKRLE.

4. Савин, Е. И. Анализ показателей общественного здоровья и здравоохранения с точки зрения биоинформатики / Е. И. Савин, Т. В. Честнова, О. В. Гавриленко // Научное и образовательное пространство: перспективы развития : Сборник материалов III Международной научно-практической конференции: в 2-х томах, Чебоксары, 13 ноября 2016 года. Т. 1. – Чебоксары : Общество с ограниченной ответственностью "Центр научного сотрудничества "Интерактив плюс", 2016. – С. 36-38. – EDN XBIJFD.

5. Порозов, Ю. Б. Биоинформатика / Ю. Б. Порозов. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2012. – 54 с. – EDN ZUXZSD.

6. Колчанов, Н. А. Компьютерная системная биология и биоинформатика: задачи и методы / Н. А. Колчанов // Марчуковские научные чтения - 2019 : Тезисы Международной конференции, Новосибирск, 01–05 июля 2019 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2019. – С. 8-9. – EDN EDTFZM.

7. Гурьянова, С. В. Современные подходы системной биологии и биоинформатики в методологии диагностических исследований аллергических заболеваний / С. В. Гурьянова // Аллергология и иммунология. – 2017. – Т. 18, № 1. – С. 48. – EDN ZDNJKT.

References

1. Bioinformatics - the science of the third millennium (results of the International Conference on Bioinformatics in Novosibirsk, July 14-20, 2002) // Information Bulletin of VOGiS. – 2003. – Т. 7, No. 21-22. – P. 2. – EDN HRSXOP.

2. Gibadullin, A. A. Molecular, evolutionary, genetic, fractal bioinformatics and chemoinformatics / A. A. Gibadullin // Academic journalism. – 2023. – No. 9-1. – pp. 34-36. – EDN DRXSER.

3. Yastrebov, D. S. The role of bioinformatics in deciphering genetic information / D. S. Yastrebov // Theory and practice of modern science. – 2023. – No. 1(91). – pp. 197-199. – EDN LKKRLE.

4. Savin, E. I. Analysis of public health and healthcare indicators from the point of view of bioinformatics / E. I. Savin, T. V. Chestnova, O. V. Gavrilenko // Scientific and educational space: development prospects: Collection of materials of the III International Scientific- practical conference: in 2 volumes, Cheboksary, November 13, 2016. Volume 1. - Cheboksary: Limited Liability Company "Center for Scientific Cooperation "Interactive Plus", 2016. - P. 36-38. - EDN XBIJFD.

5. Porozov, Yu. B. Bioinformatics / Yu. B. Porozov. – St. Petersburg: ITMO University, 2012. – 54 p. – EDN ZUXZSD.

6. Kolchanov, N. A. Computer systems biology and bioinformatics: tasks and methods / N. A. Kolchanov // Marchukov Scientific Readings - 2019: Abstracts of the International Conference, Novosibirsk, July 01–05, 2019. – Novosibirsk: Novosibirsk National Research State University, 2019. – pp. 8-9. – EDN EDTFZM.

7. Guryanova, S. V. Modern approaches of systems biology and bioinformatics in the methodology of diagnostic studies of allergic diseases / S. V. Guryanova // Allergology and Immunology. – 2017. – Т. 18, No. 1. – P. 48. – EDN ZDNJKT.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АРХИТЕКТУР ОБЛАЧНЫХ СИСТЕМ, ОПЕРИРУЮЩИХ BIG DATA

Е.В. Чернышова¹, В.В. Кондусова¹, Г.А. Спесивцев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье приводится сравнительный анализ архитектур облачных систем, оперирующих Big Data. Архитектура облачных систем, работающих с Big Data, это комплексная инфраструктура, которая представляет собой систему хранения, обработки и работы с большими объемами данных их анализа в облачной среде. Анализ архитектур, оперирующих Big Data, позволяет выявить их недостатки и плюсы, а также особенности их работы.

Ключевые слова: распределенная архитектура, сервер-клиентская архитектура, Big Data, облачные системы.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CLOUD SYSTEMS ARCHITECTURES OPERATING BIG DATA

E.V. Chernyshova¹, V.V. Kondusova¹, G.A. Spesivtsev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article provides a comparative analysis of the architecture of cloud systems operating big data. The architecture of cloud systems working with Big Data is a complex infrastructure, which is a system for storing, processing and working with large volumes of analysis data in a cloud environment. Analysis of the architectures that operate Big Data allows us to identify their disadvantages and advantages, as well as the features of their work.

Keywords: distributed architecture, server-client architecture, Big Data, cloud systems.

Распределенная архитектура считается одной из основных архитектурных моделей в работе с Big Data в облачной системе. Данная архитектура легко масштабируема и производительна это достигается за счет того, что в этой модели данные хранятся и обрабатываются на нескольких серверах или узлах данные

разбиваются на части что обеспечивает анализ больших объёмов данных и параллельную обработку. Примерами распределенных облачных систем для Big Data являются Apache Hadoop, Apache Spark и Google Cloud Dataflow. Данная системы предоставляют инструменты обработки анализа данных и хранения данных в облаке используя для этого распределенную архитектуру и с ее помощью достигают масштабируемости и производительности системы.

К основным характеристикам распределенной архитектуры Big Data, а облачной системе относят:

1. Горизонтальное масштабирование: это возможность увеличения производительности, а также обработки данных благодаря возможности добавления новых узлов.
2. Отказоустойчивость: если один из узлов выдает ошибку и перестает работать данные сохраняются автоматически, и обработка проходит без прерываний.
3. Параллельная обработка: одновременная обработка данных на нескольких узлах ускоряет процесс анализа данных.
4. Распределенное хранение: для обеспечения баланса доступности и нагрузки данные распределяются автоматически.
5. Управление данными: выполнения задач на различных узлах и распределение данных автоматически управляется системой.

Также рассмотрим недостатки распределенной архитектуры Big Data в облаке:

1. Сложность управления: управление данной архитектурой требует наличия специальных знаний, а также навыков что вызывает трудности для части организации.
2. Затраты на инфраструктуру: развертывание обслуживание и поддержка распределенной архитектуры требует значительных затрат на обслуживание серверов и инфраструктуру.
3. Безопасность: распределенная архитектура требует увеличения количества сервера, а это влияет на риск утечки данных или несанкционированного доступа к информации и это требует дополнительных способов сохранения безопасности.
4. Согласованность данных: между различными узлами распределённой архитектуры возникают проблемы согласованности данных что приводит к ошибкам в анализе.

Распределенная архитектура Big Data в облаке в целом является эффективным решением для работы с большими объемами данных, однако стоит отметить, что для успешной реализации стоит учитывать ее особенности и недостатки, чтобы избежать рисков и обеспечивать эффективный анализ данных.

Другой популярной архитектурой облачных систем, оперирующих Big Data, является сервер-клиентская архитектура. В данной архитектуре данные хранятся на сервере централизованно, а приложения клиентов получают доступ к данным через интерфейс или с помощью API. Примерами таких облачных систем являются Amazon Web Services (AWS) и Microsoft Azure.

Сейчас идет постоянный рост объемов данных и сильной необходимостью эффективного и быстрого их анализа и за этого клиента серверная архитектура все больше набирает популярность среди решений для предприятий. Данная модель является системой, где с клиентскими устройствами через облачную инфраструктуру взаимодействуют серверы, хранящие данные и обрабатывающие их, обеспечивая возможность доступа к данным и анализу большого объема информации в реальном времени.

Преимущества сервер-клиентской архитектуры Big Data в облаке:

1. Масштабируемость: По мере необходимости серверы в облаке могут быть масштабируемы горизонтально и вертикально, что обеспечит увеличение объема хранимых данных и производительность.
2. Отказоустойчивость: обеспечение с помощью облачных серверов высокой доступности данных и при отказе одного сервера перенаправление нагрузки на другие узлы, уменьшая риск потери информации.
3. Гибкость: для обеспечения гибкости в работе с информацией устройства клиентов имеют доступ к данным из любой точки мира через интернет.
4. Быстродействие: для ускорения и оптимизации бизнес-процессов обработка и анализ данных больших объемов информации происходят на облачных серверах.

Рассмотрим недостатки сервер-клиентской архитектуры Big Data в облаке:

1. Высокие затраты на обслуживание: для организации с ограниченным бюджетом это может быть серьезной проблемой, так как поддержание и обновление серверов требует значительных финансовых затрат как на техническую поддержку, так и на инфраструктуру.
2. Одиночная точка отказа: при выходе из строя сервера, на котором хранятся данные, это приводит к недоступности информации для приложений.

клиентов, а отсутствие резервного копирования повлечёт за собой потерю ценной информации.

3. Низкая отказоустойчивость: если происходит сбой в сети или отказ сервера временно может быть потерян доступ к данным что приведет к задержке работы с информацией и данными.

4. Безопасность данных: сервер-клиентская архитектура подразумевает хранение всей информации на централизованных серверах что увеличивает риск утечки информации и несанкционированного доступа к ней. Из-за этого приходится принимать дополнительные меры для обеспечения безопасности данных на серверах.

В целом, сервер-клиентская архитектура, как и распределенная имеет свои плюсы и минусы, которые стоит учитывать при внедрении и разработки системы обработки и внедрения данных. Можно сказать, что сервер-клиентская архитектура — это гибкое и эффективное решение для работы с большими данными которая обеспечивает должную производительность. Из чего следует что организациям проще и быстрее адаптироваться к меняющемуся потребностям рынка что обеспечит эффективность бизнес-процессов.

Сравнивая две архитектурные модели, которые мы рассмотрели выше это распределенная архитектура и сервер-клиентской архитектуры, можно выделить следующие преимущества и недостатки каждой из них:

1. Распределенная архитектура:

Преимущества: высокая производительность, горизонтальное масштабирование, отказоустойчивость, пероральная обработка, распределённое хранение, управление данными.

Недостатки: сложность настройки и управления, требовательность к ресурсам, затраты на инфраструктуру, безопасность.

2. Сервер-клиентская архитектура:

Преимущества: простота использования, централизованное управление данными, гибкость и быстродействие.

Недостатки: ограничения по производительности и масштабируемости, высокие затраты на обслуживание, низкая отказоустойчивость, одиночная точка отказа.

В зависимости от конкретных задач организации или компании и потребностей можно выбрать оптимально подходящую архитектуру для работы с Big Data в облаке. При выборе подходящей системы нужно учитывать много факторов требования к производительности системы также к безопасности данных

масштабируемости системы и другие важные факторы. Таким образом, проведенный сравнительный анализ архитектур распределенной архитектуры и сервера-клиентской архитектуры позволяет выбрать самый подходящий вариант для конкретных потребностей и задач организации. Каждая из рассмотренных моделей имеет свои недостатки и преимущества, которые нужно учитывать при выборе системы для работы с Big Data в облаке.

Список литературы

1. Шипилова Е.А., Некрылов Е.Е., Курченкова Т.В. Анализ и моделирование траекторий поведения пользователей онлайн-сервисов с использованием платформы RETENTIONEERING // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 82-93.
2. Strength test of the industrial building's load-bearing structures / Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Zyazina T.V., Chernyshova E.V., Kazbanova I.M. // Journal of Physics: Conference Series. III International Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT-III-2022). Krasnoyarsk. – 2022. – С. 22016
3. Карпенко, А. Облачные архитектуры: разработка устойчивых и экономичных облачных приложений. (2023): 50-53.
4. Новикова Т. П. Управление данными: лабораторный практикум / Т. П. Новикова. – Воронеж, 2022. – 106 с.
5. Вайгенд, А. BIG DATA. Вся технология в одной книге". (2019): 14-23.
6. Су, К. Теоретический минимум по Big Data. Всё что нужно знать о больших данных. (2020): 33-43.
7. Разработка специального программного обеспечения стеганографического скрывает информации в аудиофайлах / Жуматий В.П., Денисенко Д.И., Чернышова Е.В. // Информатика: проблемы, методы, технологии. Материалы XX Международной научно-методической конференции ; под ред. А.А. Зацаринного, Д.Н. Борисова. – 2020. – С. 1022-1031.
8. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Shipilova E.A., Nekrylov E.E., Kurchenkova T.V. Analysis and modeling of behavior trajectories of users of online services using the RETENTIONEERING platform // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 3. – P. 82-93.
2. Strength test of the industrial building's load-bearing structures / Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Zyazina T.V., Chernyshova E.V., Kazbanova I.M. // Journal of Physics: Conference Series. III International Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT-III-2022). Krasnoyarsk. – 2022. – C. 22016.
3. Karpenko, A. Cloud Architectures: Developing Resilient and Cost-Effective Cloud Applications. (2023): 50-53.
4. Novikova T. P. Data management: laboratory workshop / T. P. Novikova. – Voronezh, 2022. – 106 p.
5. Weigend, A. BIG DATA. All technology in one book. (2019): 14-23.
6. Su, K. Theoretical minimum for Big Data. Everything you need to know about Big Data. (2020): 33-43.
7. Development of special software for steganographic hiding of information in audio files / Zhumatiy V.P., Denisenko D.I., Chernyshova E.V. // Computer science: problems, methods, technologies. Materials of the XX International Scientific and Methodological Conference. Edited by A.A. Zatsarinny, D.N. Borisova. – 2020. – P. 1022-1031.
8. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПОИСКОВЫХ БАЗ ДАННЫХ С ОТКРЫТЫМ КОДОМ

Е.В. Чернышова¹, Д.С. Кукуева¹, А.Е. Наденов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье представлены примеры поисковых баз данных с открытым кодом, их преимущества и недостатки. Также рассматриваются реляционные и нереляционные модели.

Ключевые слова: информационная система, моделирование, база данных.

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF OPEN SOURCE SEARCH DATABASES

E.V. Chernyshova¹, D.S. Kukueva¹, A.E. Nadenov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents examples of open source search databases, their advantages and disadvantages. Relational and non-relational models are also considered.

Keywords: information system, modeling, database.

В современном мире нельзя представить функционирование ни одного предприятия без использования баз данных, представляющих собой совокупность структурированной информации, которая обладает определенным стандартом её хранения, манипулирования и редактирования.

Базы данных занимают главную роль при обработке, структуризации, фильтрации и поиске разнообразных совокупностей информации. Есть несколько факторов, отличающих работу с базами данных от работы с другими типами структур данных, например, таблицами [4].

Так, базы данных позволяют комфортно и быстро для пользователя работать с большим объёмом данных, а система запросов является полезным инструментом для фильтрации и агрегации данных. Также стоит выделить возможность работы с сервером в большинстве популярных систем управления базами данных, а значит гарантированную функцию редактирования и просмотра информации из одного источника несколькими пользователями, что необходимо при работе с веб-приложениями.

Среди баз данных, принято выделять реляционные и нереляционные базы данных. Первые, SQL, характеризуются наличием таблиц и специальных связей между ними. Нереляционные же, noSQL, отходят от табличного представления и созданы специально для определенных типов данных и работы с ними.

Если ранее наиболее популярными и используемыми были реляционные базы данных, то в современном мире больше внимания уделяется работе с нереляционными базами. К ним относятся: базы данных документов, базы данных “ключ-значение”, графовые базы данных и поисковые базы данных.

Поисковые базы данных, или базы данных поисковых систем представляет собой массивы, в которых хранятся данные, собранные модулями для дальнейшего индексирования поисковой системы.[3] Данные модули также называются поисковыми ботами. Поисковые базы данных принято делить на два вида: основной индекс и временная база.

Основной индекс представляет собой хранилище информации, организованное с использованием динамически масштабируемых кластеров. В нем содержатся сокращенные версии веб-документов, включающие ключевые фразы и фрагменты текста, окружающие их, а также ссылки на исходные страницы. Этот подход позволяет значительно ускорить процесс выбора контента, соответствующего введенному запросу, благодаря применению алгоритмов обратного действия, а также уменьшить размер самого индекса.

Временная база содержит в себе результаты индексации ресурсов, где новый контент появляется как минимум один раз в сутки (например, блоги, онлайн СМИ, информационные порталы). Оценка страниц, добавленных в базу, зависит от внутренних факторов оптимизации конкретного документа (таких как соответствие использованных ключевых слов тематике текста, частота их употребления, уникальность). Временный индекс очищается после каждого обновления, а данные из него переносятся в основной. Для оценки качества контента используются стандартные алгоритмы.[1]

Например, не каждый поисковик имеет свои собственные базы данных. Обладают ими лишь крупнейшие участники рынка, такие как Yandex или Google. Другие сервисы используют их наработки. Например, российские Mail.ru и Rambler основаны на алгоритмах и данных, предоставляемых Яндексом, в то время как американский AOL использует базу данных Google. Это связано с необходимостью иметь значительные вычислительные мощности для сбора, хранения и обработки больших объемов информации, на что небольшие компании не могут позволить себе пойти (например, на май 2016 года в базе данных Яндекса насчитывалось более 30 миллиардов веб-документов).[5]

При рассмотрении плюсов и минусов поисковых баз данных с открытым исходным кодом стоит взять за пример базы данных, реализованные с помощью свободной библиотеки Apache Lucene.

С точки зрения скорости, нет аналога, который мог бы сравниться с Apache Lucene. Это преимущество обусловлено использованием языка программирования Java. Результат запроса занимает всего доли секунды, и это делает его очень эффективным решением для работы любой организации. По мере увеличения скорости растет и общая производительность. Apache Lucene также имеет небольшое требование к оперативной памяти, максимум 1 МБ. Кроме того, его инкрементная индексация выполняется быстрее, чем пакетная индексация.

В настоящее время оно бесплатно для всех типов использования, включая в том числе и коммерческие цели. По этой причине данное программное обеспечение весьма выгодно для предприятий, которые не обладают большими денежными ресурсами. Также, Apache Lucene предоставляет пользователю полный исходный код, поэтому организации, использующей его, не нужно переписывать свой собственный код.

Важнейшим плюсом поисковых баз данных с открытым кодом является также и то, что благодаря открытому и бесплатному распространению, разработчик всегда может внести свой вклад в улучшение работы программного обеспечения и дальнейшего развития технологии.

Также стоит отметить и минусы.

Из-за открытого исходного кода разработчик может самостоятельно вызвать сбои в работе поисковой базы данных, устранение которых потребует от него наличия большего количества специализированных, углубленных знаний. Также у Lucene есть проблемы с масштабируемостью. Производительность работы может ухудшаться, когда индекс становится больше.

Список литературы

1. Абдуллин А.А. Модели интеллектуальных интерфейсов поисковых информационных систем / А.А. Абдуллин, В.В. Лавлинский, И.А. Земцов– 2019. – Т. 12, № 2. – С. 4.
2. Джуба С. Изучаем PostgreSQL 10 / С. Джуба, А. Волков – 2018. – Т. 15, № 1. – С. 400.
3. Шипилова Е.А., Некрылов Е.Е., Курченкова Т.В. Анализ и моделирование траекторий поведения пользователей онлайн-сервисов с использованием платформы RETENTIONEERING // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 82-93.
4. Новиков Б.А. Основы технологий баз данных / Б.А. Новиков, Е.А. Горшкова – 2019. – Т. 15, № 3. – С. 238.
5. Ревунков Г.И. Проектирование баз данных / Г.И. Ревунков, Н.А. Ковалева, Е.Ю. Силантьева – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 49. – DOI:10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.
6. Sazonova S.A. Strength test of the industrial building's load-bearing structures / Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Zyazina T.V., Chernyshova E.V., Kazbanova I.M. – В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. III International Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT-III-2022). Krasnoyarsk. – 2022. – С. 22016
7. Шипилова Е.А., Платонов А.А., Равлык Р.Ф., Господ А.А. Математическое моделирование и программная реализация процесса управления обеспечением безопасности полетов и деятельностью авиационного персонала // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 100-109
8. Разработка специального программного обеспечения стеганографического скрытия информации в аудиофайлах / Жуматий В.П., Денисенко Д.И., Чернышова Е.В. – Информатика: проблемы, методы, технологии. Материалы XX Международной научно-методической конференции. Под редакцией А.А. Зацаринного, Д.Н. Борисова. – 2020. – С. 1022-1031.
9. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Abdullin A.A. Models of intelligent interfaces of search information systems / A.A. Abdullin, V.V. Lavlinsky, I.A. Zemtsov– 2019. – Vol. 12, No. 2. – P. 4.

2. Juba S. Studying PostgreSQL 10 / S. Juba, A. Volkov – 2018. – Vol. 15, No. 1. – P. 400.
3. Shipilova E.A., Nekrylov E.E., Kurchenkova T.V. Analysis and modeling of behavior trajectories of users of online services using the RETENTIONEERING platform // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 3. – P. 82-93.
4. Novikov B.A. Fundamentals of database technologies / B.A. Novikov, E.A. Gorshkova – 2019. – Vol. 15, No. 3. – p. 238.
5. Revunkov G.I. Database design / G.I. Revunkov, N.A. Kovaleva, E.Yu. Silantieva – 2024. – Vol. 14, No. 2. – p. 49. – DOI:10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.
6. Sazonova S.A. Strength test of the industrial building's load-bearing structures / Sazonova S.A., Nikolenko S.D., Zyazina T.V., Chernyshova E.V., Kazbanova I.M. – В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. III International Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT-III-2022). Krasnoyarsk, 2022. – С. 22016
7. Shipilova E.A., Platonov A.A., Ravlyk R.F., Lord A.A. Mathematical modeling and software implementation of the process of managing flight safety and the activities of aviation personnel // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 2. – P. 100-109.
8. Lavlinsky, V. V. Modeling of processes and systems / V. V. Lavlinsky, A.S. Yagodkin. - Voronezh, 2017. – 119 p.
9. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

К.О. Чечукова¹, Н.Ю. Заленская¹, А.В. Толкачев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются виды пользовательских интерфейсов, а также их элементы. В современном мире технологий, когда приложений и программ становится с каждым днём всё больше и больше необходимо не забывать об удобстве простых пользователей. Именно для этого и нужен пользовательский интерфейс (UI).

Ключевые слова: пользовательский интерфейс, технологии, продукт, элементы, удобство.

USER INTERFACE IN INFORMATION SYSTEMS

K.O. Chechukova¹, N.Yu. Zalenskaya¹, A.V. Tolkachev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The work discusses types of user interfaces, as well as their elements. In the modern world of technology, when there are more and more applications and programs every day, it is necessary not to forget about the convenience of ordinary users. This is what a user interface (UI) is for.

Keywords: user interface, technology, product, elements, convenience.

В современном мире технологий, когда приложений и программ становится с каждым днём всё больше и больше необходимо не забывать об удобстве простых пользователей. Уже давно прошло то время, когда к программе прилагался огромный справочник, дабы пользователь смог разобраться. Сейчас же считается важным, чтобы пользователь смог легко и просто ориентироваться по приложению, нужные кнопки и поля должны быть на виду. Без такой возможности велика вероятность, что продукт окажется провальным и клиент скорее выберет что-то другое, чем будет сидеть и разбираться куда ему нужно нажать,

чтобы сделать то, что он хочет. Именно для этого и нужен пользовательский интерфейс (UI).

Конструирование такого интерфейса проходит по принципу атомарного дизайна, т.е. большая задача делится на множество маленьких “атомов”, для того чтобы достичь идеального результата в каждом из них, а потом соединить в один проект.

К тому же разработка пользовательского интерфейса стала довольно шаблонизирована, дабы ускорить и облегчить этот процесс.

Пользовательские интерфейсы бывают разные, перечислим несколько, самых распространённых из них:

1. Командная строка.

Самый простой интерфейс. Пользователь с помощью клавиатуры вводит нужные ему команды, нажимает Enter, и команда, введённая им, выполняется. Используется для различных узкоспециализированных задач, так как в настоящее время графический дизайн является более приоритетным.

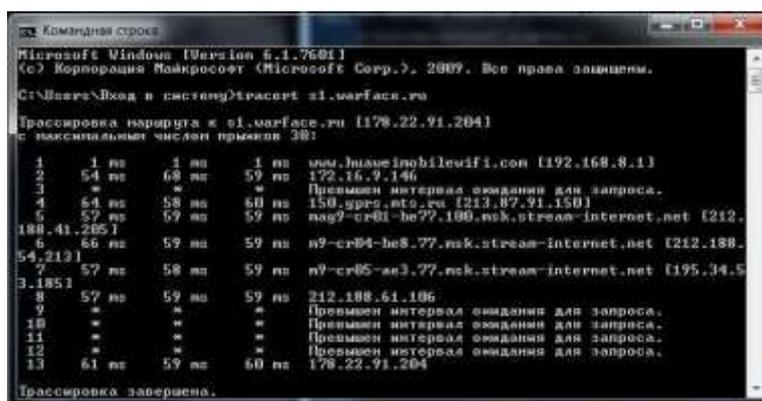


Рисунок 1 – Командная строка в Windows

2. WIMP-интерфейс.

WIMP расшифровывается как: Windows, Icons, Menus, Pointer - окна, иконки, меню, указатель. Это всем известный и самый используемый интерфейс на данный момент. Появился в 1973 году для ПК “Херох Alto”, в нём так же впервые была использована “метафора рабочего стола” – на рабочем столе расположение кнопок должно быть аналогично физическому рабочему столу, за которым работают люди. В 1987 году мир смог увидеть данное открытие во всей красе с помощью первого компьютера Macintosh.



Рисунок 2 – Первый рабочий стол на Mac OS 1984 года

И с тех самых пор данная концепция плотно въелась в сферу IT технологий и стала применяться буквально везде. И это было не удивительно, так как статистика показывает, что человек легче воспринимает и быстрее усваивает визуальную информацию.

В настоящее время WIMP-интерфейс стал куда интереснее, ярче и привлекательнее, чем на первом Macintosh. Стали применяться различные сочетания палитр и расположения кнопок.

К тому же несомненным плюсом можно назвать возможность кастомизации пользовательского интерфейса под себя. Гораздо приятнее работать и пользоваться устройством, если на рабочем столе стоит приятная тебе заставка, цвет системы изменён под любимый, а иконки расположены так, чтобы быстро их найти и всегда знать, где именно, находится нужный тебе файл.



Рисунок 3 – Пример современного пользовательского интерфейса Windows 10

3. Речевой вид – Silk.

Благодаря тому, что в современные различные устройства содержат в себе нейронные системы, а также устройства в целом стали мощнее была разработана речевая технология пользовательского интерфейса.

Система обработки речевых сигналов состоит из нескольких уровней и стадий:

- Анализа качественных показателей речевого сигнала.
- Очистка от различного рода помех и искажений.
- Расчет параметров звука в модуле акустической адаптации.
- Выборка конкретных участков речи, при которых они исследуются и формируются определенным образом.
- Объединение данных по определенным правилам и выдача целостной речи. Эту работу выполняет декодер.

В настоящее время многие организации используют голосовые помощники в своем ПО. Некоторые наиболее популярные из них: Apple, Unix, Microsoft, Яндекс и многие другие.

Способ применения довольно прост: пользователь произносит вслух команду, а устройство дальше работает по внутреннему алгоритму.

Ярким примером можно назвать Яндекс Станцию Алису, с ней можно разговаривать, попросить рассказать сказку, заказать такси или завести будильник.

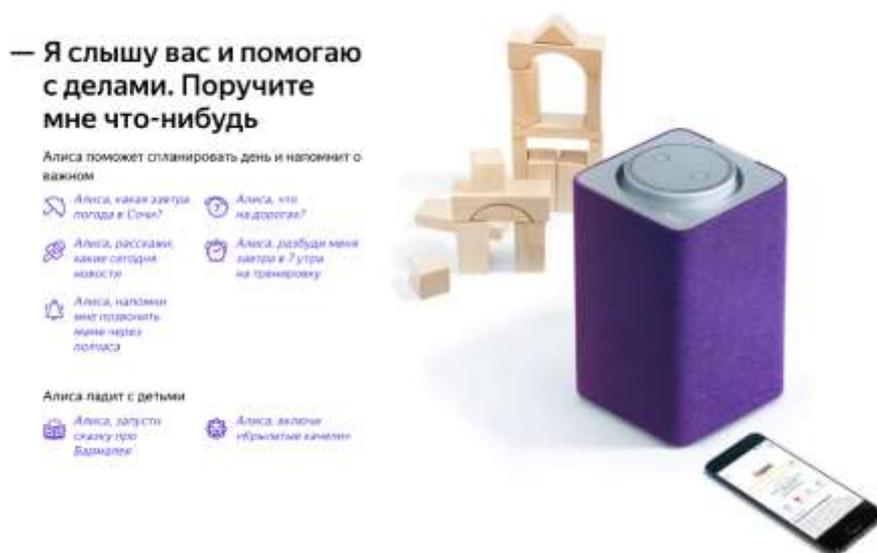


Рисунок 4 – Яндекс Станция Алиса

Элементы пользовательского интерфейса играют огромную роль в создании удобного и интуитивно понятного продукта. UI элементы являются ключе-

выми компонентами дизайна, которые помогают пользователям взаимодействовать с различными функциями и контентом. Элементы пользовательского интерфейса бывают самые разные, вот некоторые из них:

- Кнопки. Являются одним из основных элементов, они позволяют пользователям выполнять различные действия. Важно, чтобы кнопки были хорошо видны и понятны, а их надписи четко сообщали пользователю, что произойдет при их нажатии.

- Текстовые поля. Используются для ввода информации пользователем. Они должны быть на видном месте и иметь ясные инструкции для заполнения.

- Меню и навигация. Помогают пользователям легко перемещаться по сайту или приложению.

- Формы. Используются для сбора информации от пользователя. Они должны были интуитивно понятными и простыми в заполнении.

- Иконки. Могут быть использованы для добавления визуального интереса и упрощения навигации.

- Сообщения и уведомления. Используются для информирования пользователя о различных событиях.

Список литературы

1. Лисяк В.В. Основы компьютерной графики: 3D-моделирование и 3D-печать: Учебное пособие — 2-е изд., стер. — СПб.: Издательство Южный федеральный университет, 2021. — 109 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — ISBN 978-5-9275-3825-6— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195375> (дата обращения: 03.03.2024)

2. Юшко С.В., Смирнова Л.А., Хусаинов Р.Н., Сагадеев В.В. 3D-моделирование в инженерной графике: учебное пособие С. В. Юшко [и др.]: Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т.-Казань:Изд-во КНИТУ, 2017.- 272с — ISBN 978-5-7882-2166-3— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101868> (дата обращения: 03.03.2024)

3. Пользовательский интерфейс: виды и правила создания. — URL: <https://gb.ru/blog/polzovatelskij-interfejs> (дата обращения: 03.03.2024)

4. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Lisyak V.V. Fundamentals of computer graphics: 3D modeling and 3D printing: Textbook - 2nd ed., revised. - St. Petersburg: Southern Federal University Publishing House, 2021. - 109 p.: ill. — (Textbooks for universities. Special literature). – ISBN 978-5-9275-3825-6— Text: electronic // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/book/195375> (access date: 03/03/2024)

2. Yushko S.V., Smirnova L.A., Khusainov R.N., Sagadeev V.V. 3D modeling in engineering graphics: textbook by S. V. Yushko [et al.]: Ministry of Education and Science of Russia, Kazan. national research technol. Kazan University: KNRTU Publishing House, 2017. -272c - ISBN 978-5-7882-2166-3 - Text: electronic // Lan: electronic library system. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101868> (access date: 03/03/2024)

3. User interface: types and rules of creation - URL: <https://gb.ru/blog/polzovatelskij-interfejs> (access date: 03/03/2024)

4. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

К.О. Чечукова¹, О.А. Денисова¹, С.В. Фролов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются различные системы автоматического регулирования, основные принципы работы и варианты использования. Системы автоматического регулирования являются одними из важных устройств в современном мире и используются для контроля надежности, точности и стабильности различных устройств.

Ключевые слова: системы автоматического регулирования, надежность, регулятор, устройства, сфера деятельности, точность, контроллер.

RESEARCH OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS

K.O. Chechukova¹, O.A. Denisova¹, S.V. Frolov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The work discusses various automatic control systems, basic operating principles and use cases. Automatic control systems are one of the important devices in the modern world and are used to control the reliability, accuracy and stability of various devices.

Keywords: automatic control systems, reliability, regulator, devices, field of activity, accuracy, controller.

Системы автоматического регулирования (САР) играют очень важную роль в различных сферах деятельности человека. Благодаря им обеспечивается надежность, стабильность и точность работы различных устройств. Они нужны для автоматизирования отдельных процессов и регулирования в них различных параметров.

САР классифицируют по:

- По назначению – для чего именно будет использоваться тот или иной регулятор (перепады температур или давления, расход топлива и т.д.);

- По характеристике регулирования – насколько точным и быстрым оно будет, зависит ли оно от времени, как именно будет происходить и др.;
- По виду вспомогательной энергии – за счет чего будет работать регулятор;
- По тому с какой скоростью будет перемещаться регулятор – с постоянной или же переменной.

САР широко используются в различных сферах промышленности. В медицине это контролирование дыхания, сердцебиения, давления и др. В автомобильной и машиностроительной отрасли это регулирование подачи топлива и контролирование работы механизмов, таких как тормозная система. В металлургии для контроля процесса плавки металла. А, например, в энергетике системы автоматического регулирования используются для контроля работы генераторов.

Но САР используются и вокруг простого человека. В чайнике – чтобы он отключился, когда нагрелся до определенной температуры, в стиральной машине – для контроля набора воды, в холодильнике или электропечи - для контроля нагрева или охлаждения устройства. Благодаря им нам не нужно бояться, что печка нагреется слишком сильно или что стиральная машина потечет от большого количества воды в ней.

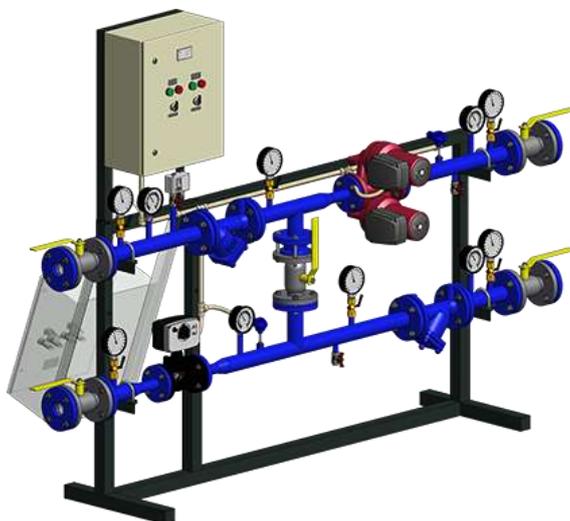


Рисунок 1 – Пример САР. Система автоматического регулирования теплопотребления (САРТ)

Регуляторы делятся на регуляторы прямого действия и непрямого действия.

Регуляторы прямого действия, также называемые пропорциональными регуляторами, представляют собой простейший тип регуляторов. Они контролируют выходное значение пропорционально разнице между заданным значением выходного сигнала системы и текущим значением.

Принцип работы прямого регулятора:

- Он измеряет текущее значение выхода системы.
- Вычисляет разницу между указанным значением и текущим значением.
- На основе этой разницы рассчитывается управляющий сигнал, пропорциональный разнице.
- Управляющие сигналы подаются на исполнительные механизмы, которые изменяют входные параметры системы для достижения заданных значений.

Примером такого регулятора можно назвать скорость автомобиля. Он позволяет водителю установить постоянную скорость движения без необходимости постоянно нажимать на педаль газа.

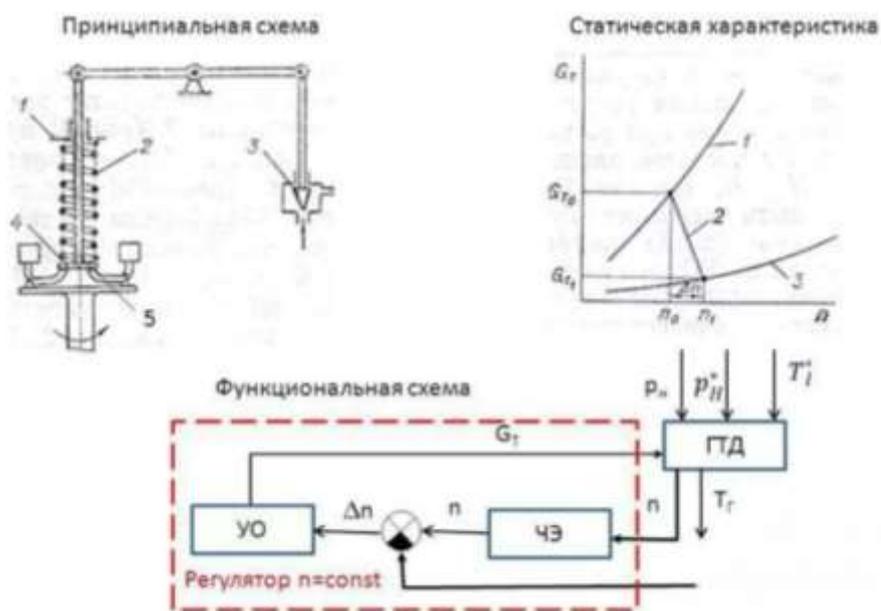


Рисунок 2 – Регулятор прямого действия

Контроллеры не прямого действия, также называемые контроллерами обратной связи, используют обратную связь от измеренных выходных значений для регулировки управляющего сигнала.

Принцип работы не прямого регулятора:

- Текущее значение выходного значения измерительной системы.

- Сравнивается это значение с ранее установленным целевым значением.
- Ошибка рассчитывается как разница между измеренным значением и ожидаемым значением.
- Ошибка передается контроллеру, который использует заранее определенный алгоритм для определения управляющего сигнала.
- Управляющие сигналы подаются на исполнительные механизмы, а входные параметры системы изменяются для устранения ошибок и приближения к желаемым значениям.

Примером такого регулятора можно назвать систему управления уровнем жидкости. Когда уровень жидкости в резервуаре становится слишком низким, не прямой регулятор запускает насос для подачи дополнительной жидкости.

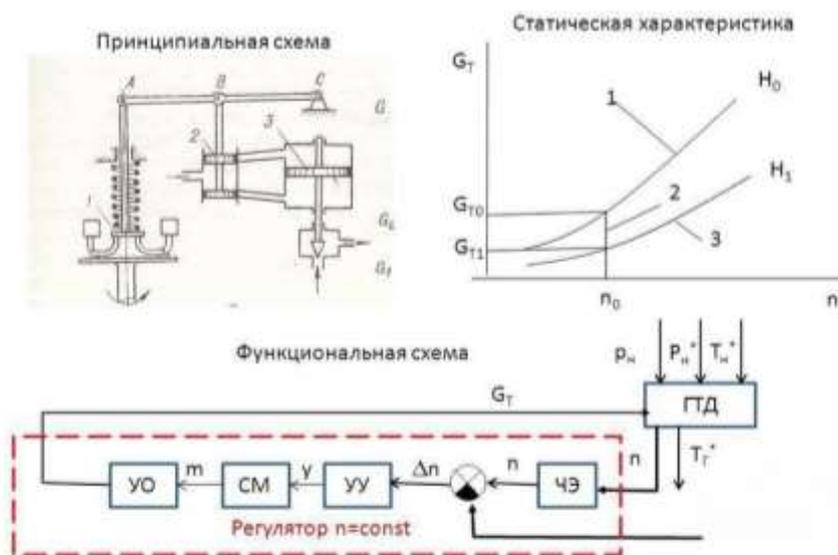


Рисунок 3 – Регулятор непрямого действия

Таким образом можно утверждать, что системы автоматического регулирования играют очень важную роль в различных сферах деятельности человека. И благодаря прогрессу САР будет только развиваться и делать нашу жизнь проще.

Список литературы

1. Муханин Л. Г. Схемотехника измерительных устройств: учебное пособие. – 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 284 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). — ISBN 978-5-8114-0843-6 — Текст :

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/205958125038> (дата обращения: 03.03.2024)

2. Иванов И. И., Соловьев Г. И., Фролов В. Я. И 20 Электротехника и основы электроники: Учебник. 7-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 736 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — ISBN 978-5-8114-0523-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/353639> (дата обращения: 03.03.2024)

3. Системы автоматического регулирования. Теория. — URL: Системы автоматического регулирования. Теория. — URL: <https://obrazovanie-gid.ru/dokumentaciya/princip-raboty-deshifatora-kratko.html> (дата обращения: 03.03.2024)

4. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. — 2022. — Т. 15, № 2. — С. 33-41.

References

1. Mukhanin L.G. Circuitry of measuring devices: Textbook. — 2nd ed., revised. - St. Petersburg: Lan Publishing House, 2016. - 284 p.: ill. — (Textbooks for universities. Special literature). — ISBN 978 5 8114 0843 6 — Text: electronic // Lan: electronic library system. — URL: <https://e.lanbook.com/book/205958125038> (access date: 03/03/2024)

2. Ivanov I. I., Solovyov G. I., Frolov V. Ya. I 20 Electrical engineering and fundamentals of electronics: Textbook. 7th ed., revised. and additional - St. Petersburg: Lan Publishing House, 2012. - 736 pp.: ill. — (Textbooks for universities. Special literature). — ISBN 978-5-8114-0523-7. — Text: electronic // Lan: electronic library system. — URL: <https://e.lanbook.com/book/353639> (access date: 03/03/2024)

3. Automatic control systems. Theory. — URL: Automatic control systems. Theory. — URL: <https://obrazovanie-gid.ru/dokumentaciya/princip-raboty-deshifatora-kratko.html> (access date: 03/03/2024)

4. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. — Vol. 15, No. 2. — pp. 33-41.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ДИЗАЙНЕ

К.О. Чечукова¹, В.А. Острецов¹, А.В. Сухарский¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются преимущества компьютерного моделирования в строительстве и дизайне, а также программы для компьютерного моделирования. В наше время строительство и дизайн тесно связаны с компьютерным моделированием. Благодаря современным программам разработка сооружений, машин, деталей стала проще и нагляднее.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, дизайн, программа, строительство.

COMPUTER SIMULATION IN CONSTRUCTION AND DESIGN

К.О. Chechukova¹, V.A. Ostretsov¹, A.V. Sukharsky¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses the advantages of computer modeling in construction and design, as well as programs for computer modeling. Nowadays, construction and design are closely related to computer modeling. Thanks to modern programs, the development of structures, machines, and parts has become easier and more visual.

Key words: computer modeling, design, program, construction.

В наше время строительство и дизайн тесно связаны с компьютерным моделированием. Благодаря современным программам разработка сооружений, машин, деталей стала проще и нагляднее. Для того, чтобы построить модель автомобиля, не нужно делать её из бумаги, а для того чтобы построить схему самолета, больше не нужно ползать на коленках и рисовать от руки карандашом на «миллиметровке».

Особенно важным плюсом можно назвать то, что любую ошибку, будь та в проектировании или в дизайне намного проще, быстрее и дешевле исправить, чем если бы это было создано в традиционном плане.

Благодаря визуализации объектов и построению их точных копий в программе, можно проанализировать объект, для его дальнейшей оптимизации. С помощью специализированных программ над изучаемым объектом можно провести различные опыты и выяснить как он будет себя вести в различных условиях. Так же это позволяет рассчитать нужное количество материалов для сборки (постройки) и минимизировать затраты ресурсов и времени. К тому же такой объект будет более точным и надёжным.

Ко всему прочему программы для компьютерного моделирования позволяют “помечтать”. С их использованием становится возможным проектировать интересные, сложные и яркие проекты. Становится возможным создать не только оболочку модели, но и детально изобразить, что находится внутри.

Плюсом можно назвать так же то, что благодаря таким программам появляется возможность работы в команде. Это удобно при разработке больших и сложных проектов. Специалисты могут в режиме реального времени разрабатывать отдельные части проекта, обмениваться ими, корректировать, а после объединять в цельную модель.

Для дизайна компьютерное моделирование так же открывает новые горизонты. Различное сочетание материалов, палитр, штрихов – всё это совершенно новый уровень по сравнению с традиционным дизайном.

Для дизайна интерьера так же используют программы для компьютерного моделирования. Переставить, подвинуть или поправить мебель можно парой щелчков мыши.

Довольно неожиданным подручным средством для моделирования визуального дизайна интерьера стала компьютерная игра Sims 4 – виртуальный симулятор жизни. Благодаря функции “строительство” можно построить не только трёхэтажный дом и бассейн, но и расположить мебель так, как и где тебе захочется (рис. 1). Моды позволяют добавить в игру безграничное количество мебели, окон, дверей, украшений, лестниц и много чего еще. Благодаря обычной игре, простой, не умеющий обращаться со сложными программами, пользователь может “накидать” дизайн своей спальни, а позже передать своё виденье дизайнеру.



Рисунок 1 – Дизайн интерьера в игре Sims 4

Сейчас существует огромное множество программ для компьютерного моделирования и дизайна, но особо выделяются следующие:

- AutoCAD - двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения. Особенно используется архитекторами, дизайнерами и инженерами;
- Компас 3D – похожа на AutoCAD, имеет меньший функционал, но более понятный интерфейс;
- DesignSpark Mechanical – используют для моделирования инженерных конструкций;
- Blender – 3D редактор используется для создания трёхмерной компьютерной графики (рисунок 2);
- SketchUp – используется для визуализации различных дизайнов квартир.

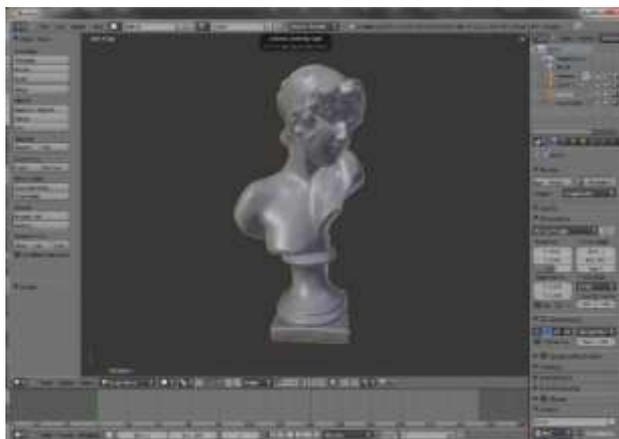


Рисунок 2 – Blender

В последние годы наблюдается стремительное развитие компьютерного моделирования в дизайне. Это связано с появлением новых технологий, программных продуктов, компьютерной техники, а также изменением потребностей потребителей. Одним из таких новых направлений является виртуальная, дополненная и смешанные реальности, которые дают новые возможности в дизайне. Это позволяет дизайнерам создавать более интересные и яркие проекты, которые бы привлекли больше клиентов. Потому рассмотрим несколько примеров того, как виртуальная и дополненная реальность внедряется в нашу жизнь.

Первым примером будет гарнитура смешанной реальности от фирмы Apple Vision Pro, которая вышла в 2024 году, рисунок 3. Она позволяет наслаждаться виртуальным миром, в котором человек как бы присутствует и управляет виртуальными объектами, в частности мы можем управлять компьютером и данными на основе виртуальной клавиатуры или листать ленту социальных сетей, погружаясь в ее содержимое.

Следующим примером может служить разработка компьютерных игр, например, игра Pokemon Go, рисунок 4. Особенность игры заключается в том, что, используя камеру телефона и систему GPS разработчики игры разработали виртуальную реальность объединив в нее реальную карту местности и виртуальных героев сделав их неотъемлемой частью ландшафта. Третьим примером стало использование искусственного интеллекта в системе проектирования, что позволило разработчикам уйти от рутины однотипных задач, а основные операции по моделированию ландшафта и элементов интерьера передать искусственному интеллекту. Данное направление на сегодняшний день является актуальным, так как позволяет разработчикам ПО внедрять в системы компьютерного моделирования функции интеллектуального поиска, внедрять алгоритмы самообучения и внедрить возможность в новые классы ПО функции аналитического решения на основе алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей.



Рисунок 3 - Apple Vision Pro



Рисунок 4 – Pokemon GO

Но не следует обольщаться возможными перспективами, так как появление нового ПО требует, чтобы на нем работали высококвалифицированные специалисты, ведь тот же искусственный интеллект и нейронные сети не решают задачи, они только предлагают варианты решений. А это приводит к тому, что для того чтобы выполнять операции компьютерного моделирования в строительстве и дизайне требуются большие затраты, как на обновление ПО и оборудования, так и на постоянное самосовершенствование специалиста на основе обучения на различных курсах. Профессиональное программное обеспечение позволяет дизайнерам и архитекторам создавать точные виртуальные модели и выполнять различные аналитические исследования и симуляции для повышения качества проектов и удовлетворенности потребности клиентов.

Список литературы

1. Лисяк В.В. Основы компьютерной графики: 3D-моделирование и 3D-печать: Учебное пособие — 2-е изд., стер. — СПб.: Издательство Южный федеральный университет, 2021. — 109 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — ISBN 978-5-9275-3825-6— Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195375> (дата обращения: 03.03.2024)
2. Юшко С.В., Смирнова Л.А., Хусаинов Р.Н., Сагадеев В.В. 3D-моделирование в инженерной графике: учебное пособие С. В. Юшко [и др.]: Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т.-Казань:Изд-во КНИТУ, 2017.- 272с — ISBN 978-5-7882-2166-3— Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101868> (дата обращения: 03.03.2024)

3. Зачем в строительстве используют 3d моделирование – URL: <https://academy.peri.ru/blog/zachem-v-stroitelstve-ispolzuyut-3d-modelirovaniye> (дата обращения: 03.03.2024).

4. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Lisyak V.V. Fundamentals of computer graphics: 3D modeling and 3D printing: Textbook - 2nd ed., revised. - St. Petersburg: Southern Federal University Publishing House, 2021. - 109 p.: ill. — (Textbooks for universities. Special literature). — ISBN 978-5-9275-3825-6— Text: electronic // Lan: electronic library system. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195375> (access date: 03/03/2024)

2. Yushko S.V., Smirnova L.A., Khusainov R.N., Sagadeev V.V. 3D modeling in engineering graphics: textbook by S. V. Yushko [et al.]: Ministry of Education and Science of Russia, Kazan. national research technol. Kazan University: KNRTU Publishing House, 2017. -272c - ISBN 978-5-7882-2166-3 - Text: electronic // Lan: electronic library system. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101868> (access date: 03/03/2024)

3. Why do they use 3D modeling in construction - URL: <https://academy.peri.ru/blog/zachem-v-stroitelstve-ispolzuyut-3d-modelirovaniye> (access date: 03/03/2024).

4. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

**АНАЛИЗ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И УМЕНЬШЕНИЯ
НАГРУЗКИ В ПРОЦЕССЕ СОРТИРОВКИ НА ПРИМЕРЕ
СОРТИРОВОЧНОГО ЦЕНТРА WILDBERRIES Г. ВОРОНЕЖ**

В.А. Щербаков¹, З.А. Черных¹, В.А. Попов¹, Ш.Х. Урунов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассмотрено совершенствование процесса сортировки, альтернативная технология по идентификации товара. Предложен один из вариантов технического решения с применением передовых разработок в области робототехники, и промышленная линия по комплектации товара. Так же изложены этапы создания модели программного обеспечения на стадии анализа и синтеза основной деятельности.

Ключевые слова: робот, RFID, QR-code, 3PL, IDF0, фулфилмент, операции логистики склада, разработка программного обеспечения, информационная система

**ANALYSIS OF EFFICIENCY IMPROVEMENT AND LOAD REDUCTION
IN THE SORTING PROCESS USING THE EXAMPLE OF THE WILDBER-
RIES SORTING CENTER IN VORONEZH**

V.A. Shcherbakov¹, Z.A. Chernykh¹, V.A. Popov¹, Sh.H. Urunov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article discusses the improvement of the sorting process, an alternative technology for product identification. One of the options for a technical solution using advanced developments in the field of robotics, and an industrial product packaging line are proposed. The stages of creating a software model at the stage of analysis and synthesis of the main activity are also described.

Keywords: robot, RFID, QR code, 3PL, IDF0, fulfillment, warehouse logistics operations, software development, information system

В процессе исследования деятельности сортировочного центра (далее СЦ) Wildberries г. Воронеж были выявлены наиболее трудоёмкие процессы. Предприятие является подразделением масштабной сети логистических центров маркетплейса Wildberries. Сама организация предоставляет своим партнёрам не только услуги доставки грузов, упаковки, хранения, но и доступ к трафику покупателей на сайте, а также рекламу и продвижение продукта в рыночных условиях образования цены. Так же без затрат дает доступ к личному кабинету, с полным функционалом необходимым для интернет торговли и анализу данных деятельности, заменяя тем самым необходимость разработки собственного сайта. Wildberries относится к категории 3PL – поставщиков. 3PL логистикой называют процесс, при котором нанятая продавцом компания берет на себя большую часть логистических процессов – от складирования до доставки товара покупателю.

Рассмотрим, какие выделяют преимущества 3PL логистики, почему выгодно стать партнёром Wildberries и передать все логистические процессы на полный аутсорс:

- Экономия времени.
- Экономия денег.
- Доступ к передовым технологиям 3PL-логистики.
- Расширение географии работы.

Остановимся на вопросе передовых технологий. На изученном, на личном опыте сортировочном центре из прогрессивного только использования нового метода идентификации товара QR code придуманного изобретателем Масахиро Хара сотрудник Denso Wave. Он представил плод своих трудов в 1994 году и сначала тип кодирования информации использовался в автомобильной промышленности. Которые имеют рядом преимуществ перед штрих – кодом и ключевым в нашем случае является быстрый отклик, QR (от английского Quick Response, «быстрый отклик») благодаря усовершенствованному дизайну и шаблону QR-коды можно прочитать и обработать за доли секунды. QR-код же можно прочитать под любым углом. QR-коды считываются даже при повреждении.

Есть более молодая альтернативная технология QR – code это RFID метки. Широкое применение получила в зарубежных странах США, Великобритания, Швеции. Основопологающей работой в области технологий радиочастотной идентификации (Radio Frequency Identification, RFID) следует признать статью Гарри Стокмана «Коммуникация посредством отраженной энергии», опубликованную в октябре 1948 года. Но развития технология получила только в 70-е годы, когда в нескольких ведущих исследовательских центрах Соединенных

Штатах, Великобритании и Швеции, в том числе лаборатории в Лос-Аламосе, были выполнены работы в области электромагнитной теории, позволившие заметно продвинуться к действующим системам RFID. У нее есть ряд преимуществ по сравнению QR code:

- возможно не прямое считывание радиометок;
- дистанция у промышленных считывателей до 100 м;
- одновременная идентификация нескольких товаров;
- перезапись данных и многократное использование микрочипа;

Но есть и минусы. Первый при повреждении только утилизация.

И главный, почему не так активно используется эта себестоимостью по сравнению с QR code.

При декомпозиции основанного процесса сортировки на отдельные функциональные блоки (рис. 1, 2):

- приёмка товара
- предварительная сортировка
- сортировка в коробки
- сортировка КГТ (крупногабаритный товар)

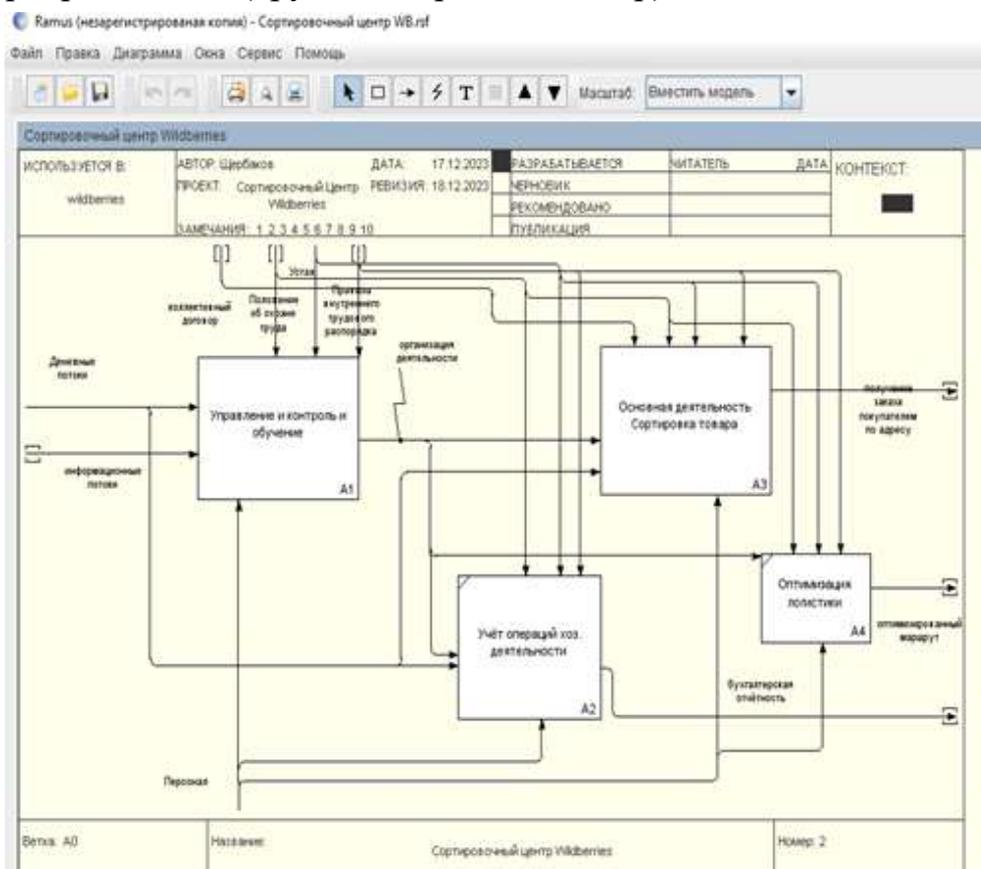


Рисунок 1 - IDF0 диаграмма СЦ Wildberries

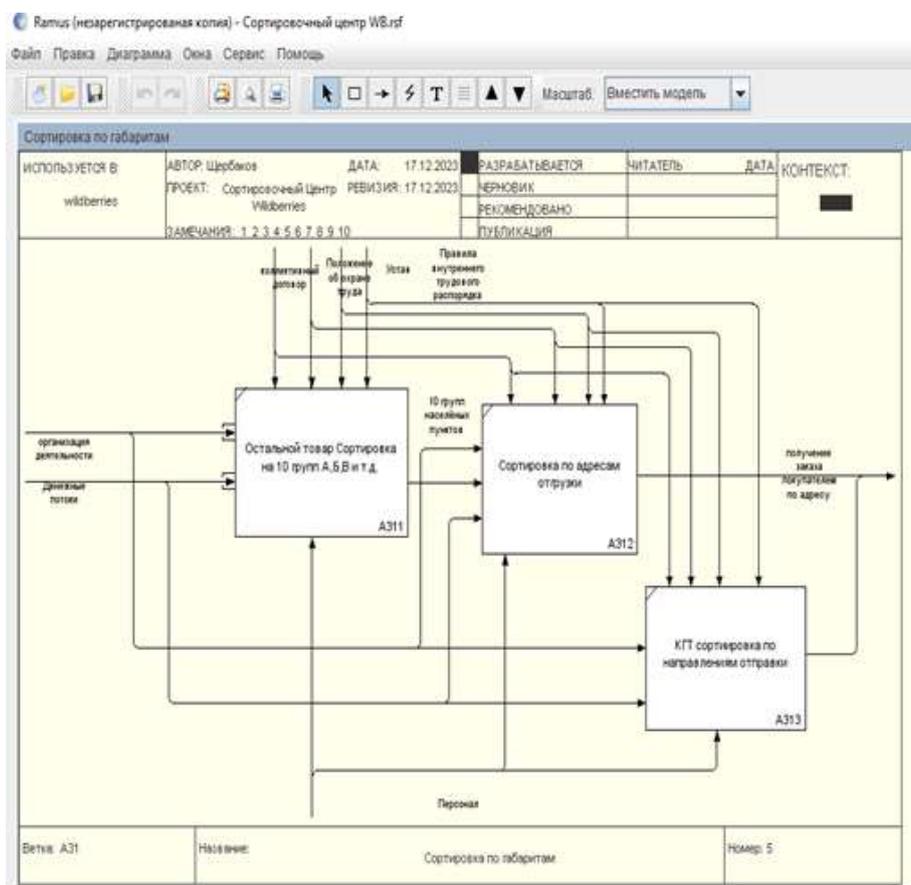


Рисунок 2 - IDF0 диаграмма основной деятельности СЦ Wildberries

К более трудоёмким следует отнести сортировку по адресам (в короб) и сортировку КГТ. Процесс сортировки в коробки включает в себя не только распределение единиц товар по направлениям, которых около 50, но и формирование тары, в ручном режиме склеивая клейкой полиэтиленовой лентой гофрированный картон, придавая нужную форму и укрепляя стыки. После заполнения коробка необходимо запаковать и наклеить этикетку соответствующего направления. Для данной технологии необходимо рассмотреть внедрении автоматизированного технического решения позволяющего ускорить производственную выработку и уменьшить нагрузку на персонал. Требуется применение новых технических решений и в процессе сортировки КГТ, сКГТ (сверкрупногабаритный), где груз может достигать до 100 кг. Проблемы обработки в ручном режиме:

- требуют высокой физической подготовки от персонала
- могут негативно сказаться на здоровье рабочего персонала.
- медленно перемещаются.

Тут на помощь может прийти такое актуальное в наше время техническое решение как механические промышленные роботы.

Разработка и внедрения роботов активно ведется передовыми странами мира. А чём свидетельствует статистка (рис. 3, 4).

В мировой практике по данным International Federation of Robotics отчёт World Robotics:

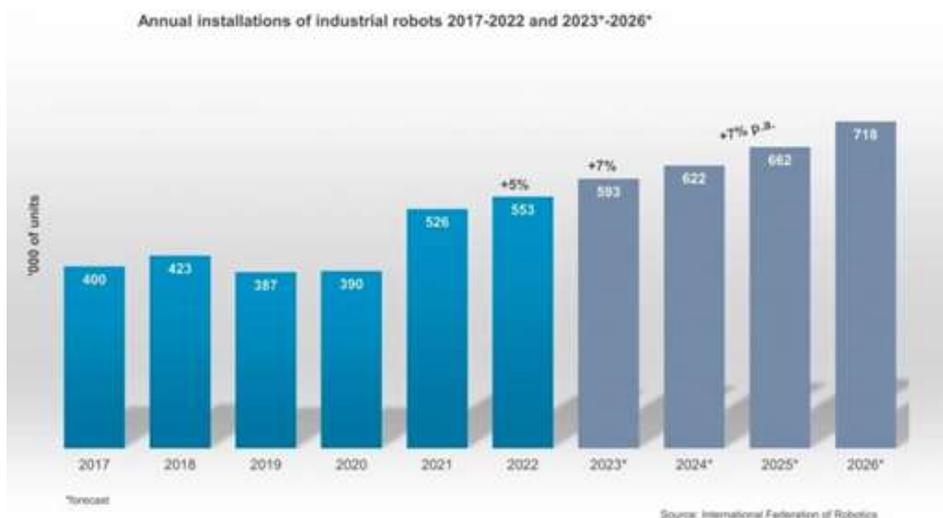


Рисунок 3. Отчёт World Robotics установлено роботов по годам

Как видно из отчёта, тренд на увеличение установки промышленных роботов сохраняется и можно ожидать продолжения этого роста в 2024 без учёта 2023 из-за экономического спада. В 2022 году 553 052 промышленных роботов на предприятиях по всему миру – и рост на 5% в 2022 г. по сравнению с предыдущим годом. По регионам: 73% всех новых роботов были установлены в Азии, 15% в Европе и 10% в Америке.

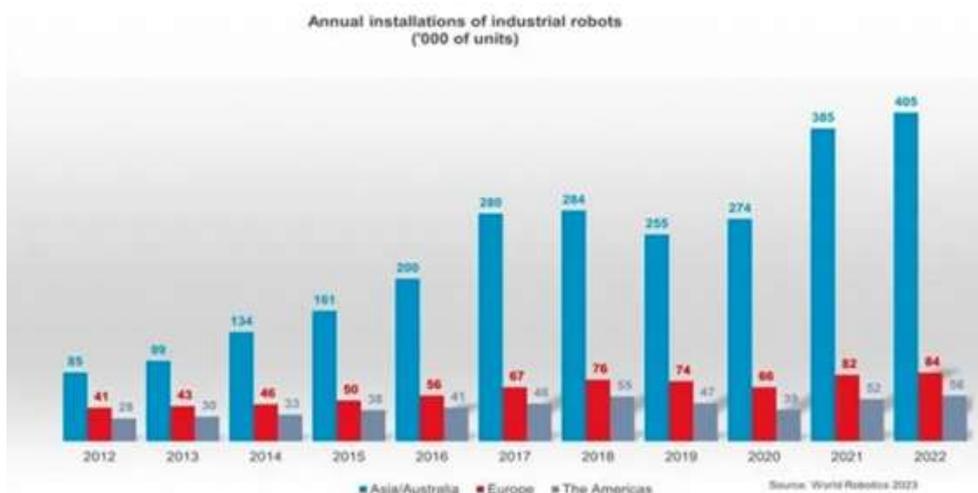


Рисунок 4. - отчёт World Robotics лидирующие страны 2012-2022

На этом графике отражено более детальная аналитика с 2012 по 2022 в лидирующих странах.

Вернёмся к первому процессу тут предлагаю применить автоматизированный комплекс, промышленную линию. Технологическое оборудование, по формированию коробов разработанное с учётом специфики процесса. Для комплектования ТМЦ (товарно-материальных ценностей) в коробки при перемещении их конвейерным методом. Необходимо идентифицировать направление, сканируя QR code распределять товар по соответствующей таре. В этом случае поможет использование механизированных устройств перемещающих продукцию эскиз на рис. 5.

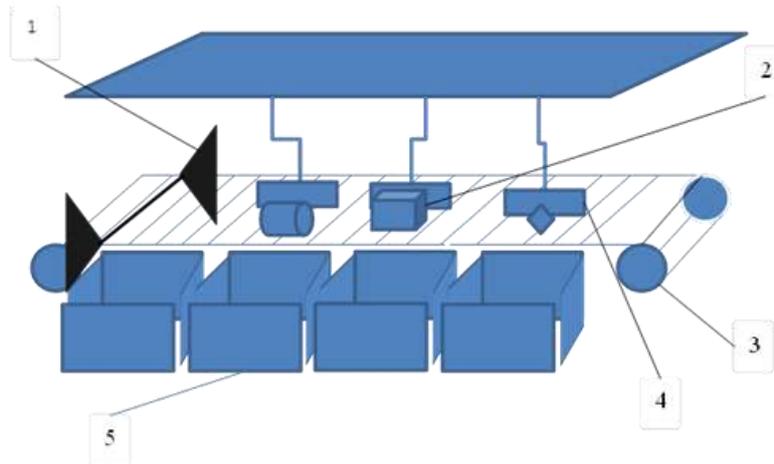


Рисунок 5. Схема процесса комплектации (1- сканер;2-вещи;3-конвейер;4 - устройство перемещения;5- коробки)

Для реализации предложенных решений необходима разработка программного обеспечения информационной системы и техническая инфраструктура.

Что мы понимаем под Информационной системой -объединение совокупности элементов дающих новые функциональные возможности по обработки информации для достижения цели.

Техническая инфраструктура это комплекс технических средств, обеспечивающий функционирование заданных алгоритмов.

Разработку начинают с документа по описанию требований к системе.

Для разработки необходимо определиться с целями:

1. рациональное использование ресурсов.
2. повышение эффективности (продуктивности).
3. Снижение нагрузки на персонал (перераспределение, переориентация трудовых ресурсов)

Экономическое обоснование

Достижение поставленных целей:

- уменьшит издержки на заработную плату персонала.
 - уменьшит издержки на расходные материалы, исключая ошибки человеческого фактора.
 - уменьшит время доставки, увеличит лояльность покупателей, потенциально прибыль компании.
 - уменьшит издержки связанных с производственными травмами.
- Описать какие сервисы будут использованы.

Рамки системы (рис. 6):



Рисунок 6. Образец контекстная диаграммы ИС «Складской учёт»

Перечень Функциональных требований.

ИС должна обеспечивать следующие функциональные возможности:

Учёт остатков.

Учёт движения ТМЦ.

Распределение задач между персоналом.

Мониторинг поставок и отгрузок.

Кодирование информации в QR code, штрих код.

Импорт данных из Сканеров и ТСД.

Экспорт данных на принтеры штрих- кодов и ТСД.

Импорт данных из «1С. Комплексная автоматизация 1.1».

Поиск по базе данных.

Фильтры и быстрый поиск по базе данных.

Экспорт данных в Excel, 1С, XML, текстовый файл.

Перенос данных.

Резервное копирование.

Печать данных.

Построение отчетов и диаграмм.

Настройка пользовательского интерфейса.

В дальнейшем делают выбор парадигмы, модели жизненного цикла разработки.

Наиболее известные:

- Каскадная (водопад, водоворот, V-образная.)

- Гибкая (итеративная) (Scrum, Kanban, Extreme Programming.)

После чего приступают к моделированию и здесь есть тоже два подхода.

1.Функциональное моделирование - это построение структуры путём декомпозиции процесса на отдельные функциональные блоки и выявление связей между ними.

2.ООП (объектно-ориентированное программирование) - в этом случае строятся диаграммы прецедентов диаграммы классов, диаграмм состояний, диаграмм деятельности диаграмм последовательностей, для определения связей, последовательности выполнения задач, определения нужных сервисов, интерфейсов взаимодействия с системой.

Выводы

В целом грамотно организованное и компилированное программное обеспечение позволит управлять техническими средствами, оборудованием, датчиками, сканерами в процессе сортировки товара.

Установив необходимые параметры. Устройства, могут выполнять свои функции: мобильные роботы перемещать паллеты по созданным маршрутным картам и разметке; роботизированные приспособления укладывать товар в коробки и коробки на паллет; специализированные манипуляторы размещать КГТ на паллете, как по инструкции, соблюдая алгоритм действий. Заменяя человека и в управлении всё ближе от систем автоматизации к автоматическим системам.

Но пока ещё к не полностью автономным. Обученному человеку только остаётся следить за исправностью технического оснащения и вносить коррективы в случае непредвиденных ошибок системы или поломки оборудования,

также в случаи изменений в размещении и т.д. принимаемых руководством компании.

Список литературы

1. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на АС. Стадии создания.

2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств.

3. Бондаревский А.С., Золотов Р.В. Историография радиочастотной идентификации (RFID) - российские корни // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 8. – С. 11-15; URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=25531> (дата обращения: 25.03.2024).

4. Захожая И.О. QR-код и его использование в современном мире // Сибирский государственный университет путей сообщения Материалы XIII Международной научно-практической конференции. Под редакцией Н.В. Емельянова. 2021 стр. 30-33.

5. <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/world-robotics-2023-report-asia-ahead-of-europe-and-the-americas> отчёт Международной федерации робототехники.

6. <https://hi-tech.mail.ru/> Новости высоких технологий

7. Hi-News.ru — это сайт, который рассказывает о сложных научных терминах и явлениях простым и понятным языком.

8. <https://vc.ru/> Стартапы, бизнес, технологии.

9. <https://bigenc.ru/> Научно-образовательный портал «Большая российская энциклопедия».

10. <https://www.osp.ru/> © «Открытые системы», 1992-2024.

11. <https://seller.wildberries.ru/training/instructions/dictionary/main> WB партнёрам инструкции.

12. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. GOST 34.601—90 Information technology. A set of standards for AS. Stages of creation.

2. GOST R ISO/IEC 12207-2010 Information technology. System and software engineering. Life cycle processes of software tools.

3. Bondarevsky A.S., Zolotov R.V. Historiography of radio frequency identification (RFID) - Russian roots // Modern high-tech technologies. - 2009. – No. 8. – pp. 11-15. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=25531> (date of issue: 03/25/2024).

4. Zakhzhaya I.O. QR code and its use in the modern world // Siberian State University of Railway Communications Materials of the XIII International Scientific and Practical Conference. Edited by N.V. Yemelyanov. 2021 pp. 30-33.

5. <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/world-robotics-2023-report-asia-ahead-of-europe-and-the-americas> report of the International Federation of Robotics.

6. <https://hi-tech.mail.ru> / High-tech News

7. Hi-News.ru — this is a website that talks about complex scientific terms and phenomena in simple and understandable language.

8. <https://vc.ru> / Startups, business, technology.

9. <https://bigenc.ru> / Scientific and educational portal "Big Russian Encyclopedia".

10. <https://www.osp.ru> / © "Open Systems", 1992-2024.

11. <https://seller.wildberries.ru/training/instructions/dictionary/main> WB partners instructions.

12. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ

А.С. Ягодкин¹, А.С. Дарковская¹, К.В. Зольников¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа необходимости формирования системы учета иностранных студентов. Предложена модель собственной информационной системы с учетом специфики миграционного законодательства.

Ключевые слова: информационная система, прогнозирование, моделирование, база данных.

INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM FOR FOREIGN STUDENTS RECORDING

A.S. Yagodkin¹, A.S. Darkovskaya¹, K.V. Zolnikov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents the results of an analysis of the need to form a registration system for foreign students. A model of our own information system is proposed, taking into account the specifics of migration legislation.

Key words: information system, forecasting, modeling, database.

Несмотря на возросшее санкционное давление и, как следствие, усложнение для российских вузов работы по привлечению иностранных студентов, образовательная миграция является одним из приоритетных направлений в сфере высшего образования. В правительстве Российской Федерации неоднократно подчеркивалось, что наличие иностранных высококвалифицированных специалистов, особенно с российским образованием чрезвычайно важно для развития экономики страны. Кроме того, у иностранных граждан, проходящих обучение в российских вузах, формируется положительный образ нашего государства, что

важно в условиях непрекращающейся негативной пропаганды недружественных стран.

При этом следует учитывать, что, как и при любом виде миграции, образовательные потоки иностранных граждан оказывают существенное влияние на экономическую, социальную и культурную среду региона. Для принятия адаптивных решений чрезвычайно важна адекватная оценка текущего состояния и составление наиболее приближенных к реальности прогнозов, учитывающих как существующие тенденции, так и возможные риски. В таких условиях особую актуальность приобретает разработка информационных систем учета иностранных студентов, включающих базы данных, системы моделирования деятельности, системы принятия решений.

Анализ данной области разработки показывает, что проектирование системы учета иностранных граждан сопряжено с рядом особенностей, обусловленных требованиями российского законодательства и правилами вуза. Рис. 1 отражает основной блок функциональной модели системы.

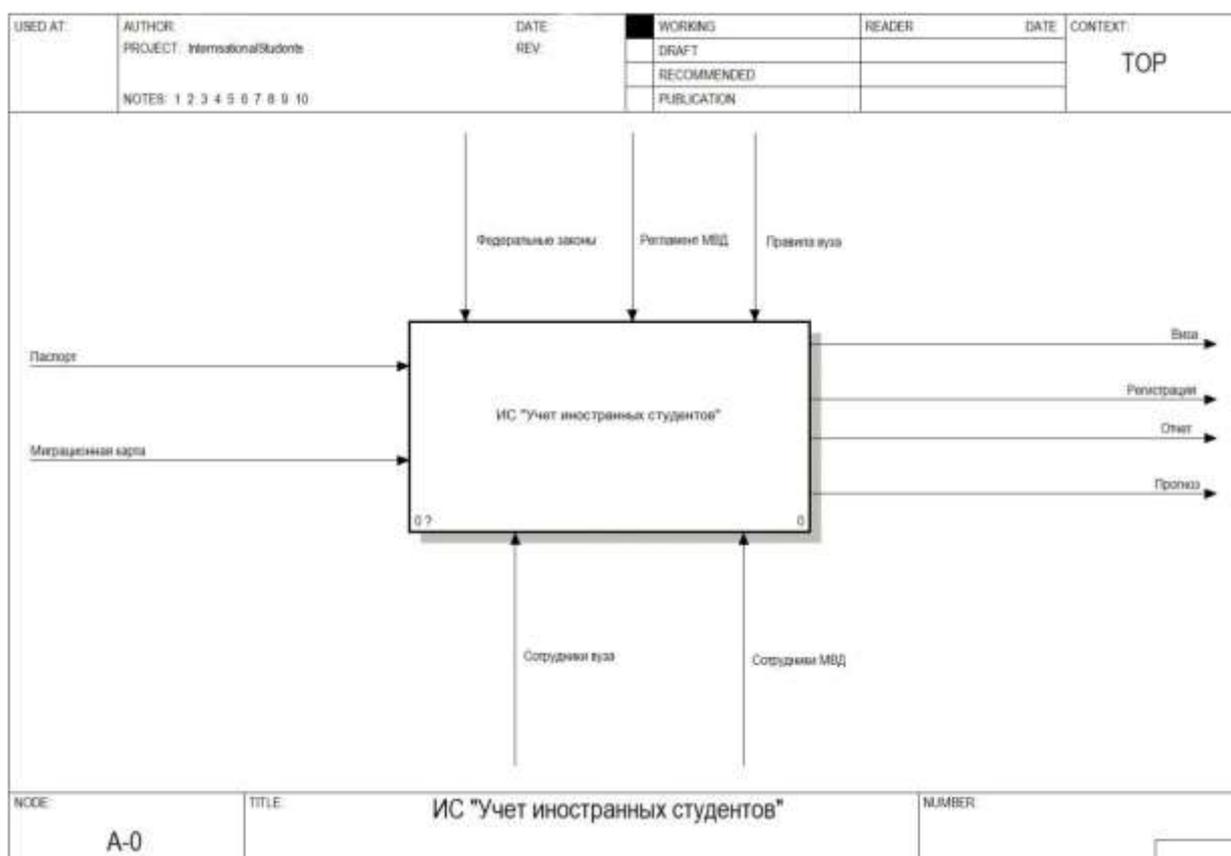


Рисунок 1 – Основной блок функциональной модели системы учета иностранных студентов

Выполненная декомпозиция системы позволяет детализировать анализируемую модель и выделить три функциональных блока, отражающих три главных подфункции (рис. 2).

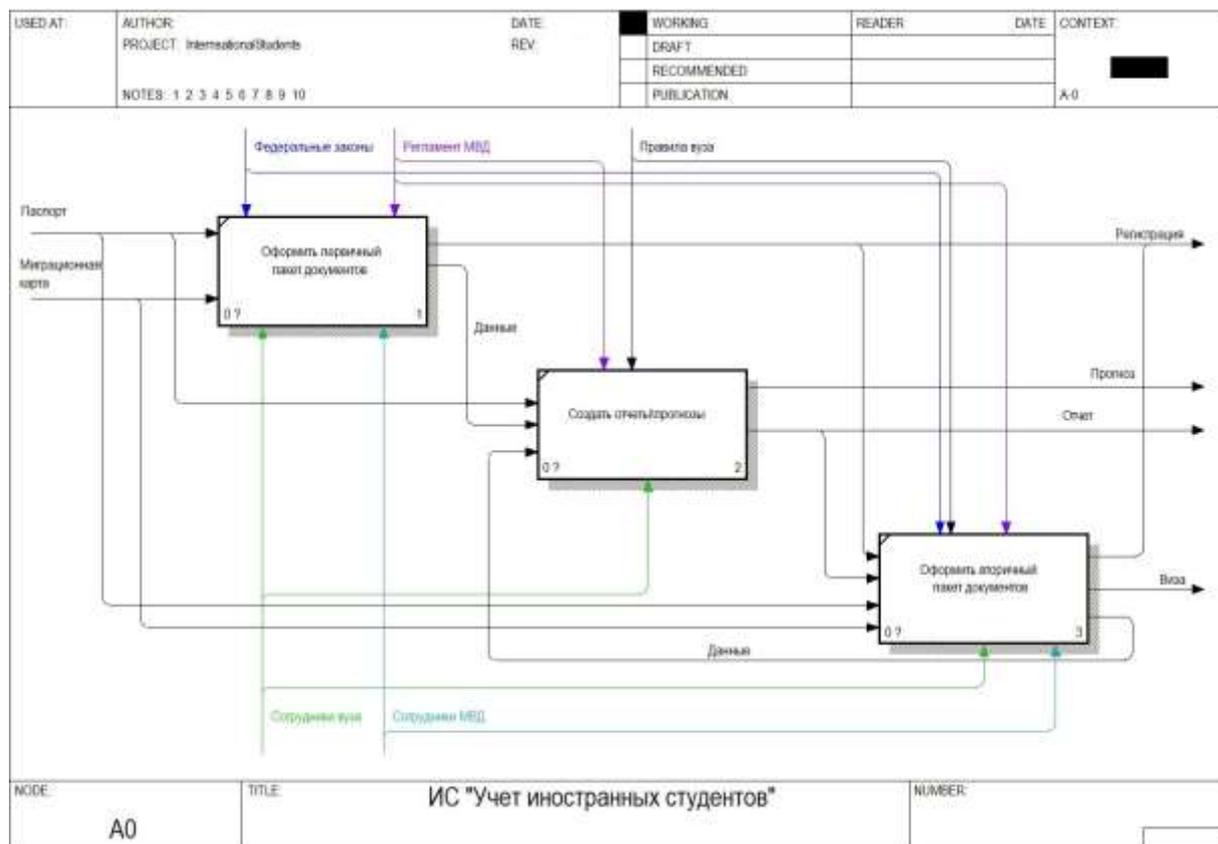


Рисунок 2 – Второй уровень декомпозиции системы

В качестве примера представлен третий уровень декомпозиции функционального блока «Оформить вторичный пакет документов» (рис. 3). Выделены четыре дочерних блока, определена последовательность выполнения функций, а также выделены входные и выходные элементы системы.

Проведенный анализ позволяет сформулировать основные принципы построения информационной системы учета иностранных студентов, выявить главные задачи решаемые в рамках создания системы, влияние регулирующих элементов на каждом функциональном блоке работ.

Выводы

Анализ модели функционирования системы учета иностранных студентов показал важность внешних регулирующих факторов, присутствующих на всех этапах функциональной схемы. При проектировании информационной системы необходимо обратить внимание на потоки данных в которых задействованы

внешние, не связанные с образовательной организацией источники, как наиболее нестабильные элементы системы. Прерогативой является создание и поддержание в актуальном состоянии баз данных, являющихся связующим звеном каждого этапа функционирования и основным источником информации при составлении прогнозов и текущих отчетов.

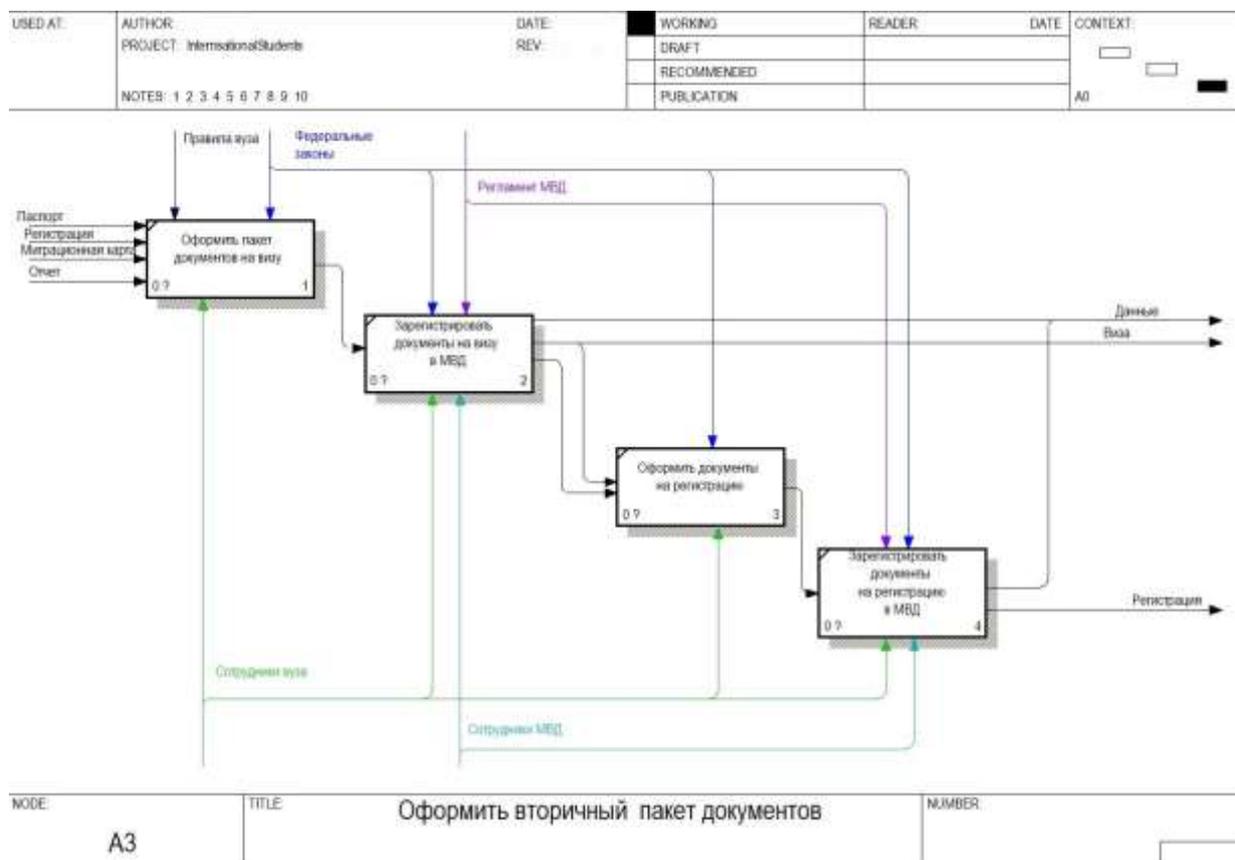


Рис. 3. Пример третьего уровня декомпозиции блока оформления вторичного пакета документов

Список литературы

1. Чеснокова, А.С. Анализ и прогнозирование данных с использованием экспертных методов / А.С. Чеснокова // Наука в движении: от отражения к созданию реальности. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. –Альметьевск, 2017. – С. 368-373.

2. Суханов, В.В. Методика логического проектирования информационного обеспечения распределенных информационных систем критического применения / В.В. Суханов, О.В. Ланкин // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 67-73. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-67-73.

3. Аникеев, Е.А. Структура и применение автоматизированной системы мониторинга пассажиропотока / Е.А. Аникеев // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 4-11. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-4-11.

4. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Chesnokova, A.S. Analysis and forecasting of data using expert methods / A.S. Chesnokova // Science in motion: from reflection to the creation of reality. Materials of the II All-Russian scientific and practical conference with international participation. – Almetьевsk, 2017. – P. 368-373.

2. Sukhanov, V.V. Methodology for logical design of information support for distributed information systems of critical application / V.V. Sukhanov, O.V. Lankin // Modeling of systems and processes. – 2021. – Т. 14, No. 3. – P. 67-73. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-67-73.

3. Anikeev, E.A. Structure and application of an automated passenger flow monitoring system / E.A. Anikeev // Modeling of systems and processes. – 2021. – Т. 14, No. 3. – P. 4-11. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-4-11.

4. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

СЕКЦИЯ 3

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА

DOI: 10.58168/MoInSyTe2024_538-546

УДК 621.794.4

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ КРЕМНИЯ

П.Э. Гусев¹

¹Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

Аннотация. В работе рассматриваются подходы для формирования канавок в кремниевых пластинах. Разработано программное обеспечение для корректировки операционных параметров процесса плазмохимического травления. Оператор может выбрать соотношение между газом для пассивации поверхности и газом для удаления материала поверхности. Варьируются параметры расхода газов и длительность цикла воздействия. Экспериментально определены параметры для формирования полости внутри кремниевой пластины с необходимым аспектным соотношением глубины и ширины полости. Результаты данной работы могут быть использованы в медицинской технике при разработке микродозатора лекарственных средств.

Ключевые слова: плазмохимическое травление, канавки в кремнии

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF TECHNOLOGY PLASMOCHEMICAL ETCHING OF SILICON

P.E. Gusev¹

¹National Research University of Electronic Technology (MIET)

Abstract. The paper discusses approaches for forming through holes in silicon wafers. Software has been developed to adjust the operating parameters of the plasma-chemical etching process. The operator can select the ratio between surface passivation gas and surface material removal gas. The gas flow parameters and the duration of the exposure cycle vary. The parameters for the formation of a cavity inside a silicon wafer with the required aspect ratio of the depth and width of the cavity were determined experimentally. The results of this work can be used in medical technology to develop a microdoser for drugs.

Keywords: Bosch process, TSV

Введение

Как известно, плазмохимический процесс – это технологический метод, использующий плазму для проведения химических реакций и изменения свойств поверхности материалов, в частности кремниевых пластин, широко применяемый в полупроводниковой и микроэлектронной индустрии. Особенно важным является использование плазмохимических процессов в микроэлектронике для создания микросхем и полупроводниковых устройств [1].

Понимание этих взаимосвязей поможет в разработке и оптимизации программного обеспечения, предназначенного для управления производственным оборудованием, выполняющим плазмохимические операции с кремниевыми пластинами. Известен процесс плазменной очистки поверхности для удаления загрязнений с поверхности кремниевых пластин [2]. Плазменная обработка может улучшить адгезию или изменить гидрофильные (водопритягивающие) и гидрофобные (водоотталкивающие) свойства поверхности. От свойств поверхности (например, шероховатость) могут зависеть механические свойства тонких плёнок [3]. Также известен процесс химического осаждения из газовой фазы усиленной плазмой (PECVD) [4]. В методе PECVD используется плазма для нанесения тонких пленок на кремниевую поверхность. Осуществляется возможность получать равномерные покрытия и контролировать толщину пленки с высокой точностью. Кроме осаждения слоёв, известны плазменные процессы травления. Например, плазменное травление диэлектриков (SiO_2 , Si_3N_4) позволяет точно удалять слои материала с поверхности кремниевой пластины, создавая нужные микроструктуры [5]. Вышеуказанный метод травления также ценится за возможность контролировать процесс на молекулярном уровне.

В данной работе корректируется процесс плазмохимического травления Si (Bosch-процесс). По сравнению с жидкостными процессами травления сухой плазменный способ травления позволяет обрабатывать одну сторону пластины, обеспечивает формирование микроструктур с повышенной точностью, имеет значительно меньшую зависимость от кристаллографической ориентации материала (возможно создавать полости цилиндрической формы в объёме кремниевой пластины), более высокую воспроизводимость процесса [6].

Программное обеспечение (ПО) играет критически важную роль в контроле и управлении производственным оборудованием, особенно в высокотехнологичных областях, таких как производство полупроводников, автоматизация производственных линий и робототехника [7]. ПО позволяет автоматически контролировать и регулировать параметры производственных процессов, такие как

температуру, давление, скорость подачи материалов, точность позиционирования оборудования и многое другое. Современное производственное оборудование часто программируется для выполнения разнообразных задач. ПО предоставляет гибкость в изменении производственных процессов без необходимости физических изменений в оборудовании. ПО может оптимизировать производственные процессы, уменьшая время простоя и увеличивая производительность. Современные системы ПО могут анализировать большие объемы данных с оборудования для предоставления ценной информации, помогающей в принятии решений на производстве. ПО обеспечивает непрерывный мониторинг состояния оборудования, предупреждая о возможных неисправностях или отклонениях в процессах. В случае возникновения аварийных ситуаций, ПО может автоматически принимать меры для минимизации ущерба, например, останавливая оборудование или активируя системы безопасности. ПО позволяет интегрировать различное оборудование в единую сеть, обеспечивая централизованный контроль и управление. ПО обеспечивает обмен данными между различными уровнями производственного процесса, от сенсоров и исполнительных механизмов до систем высшего уровня, таких как ERP (Enterprise Resource Planning) и MES (Manufacturing Execution Systems). ПО позволяет легко масштабировать производственные возможности, добавляя новое оборудование или обновляя существующее. ПО может регулярно обновляться для улучшения функциональности, эффективности и безопасности системы [7].

Эксперимент

Особенностью технологического маршрута формирования канавок в кремнии (TSV структур) является формирование маски для глубокого травления кремния. Слой фоторезиста толщиной единицы микрон стравливается раньше, чем происходит травление на необходимую глубину. В результате значительно возрастает площадь травления и возникает эффект черного кремния.

Поэтому стандартный слой фоторезиста заменяется на слой алюминия. Алюминий обладает большей селективностью к кремнию по сравнению с фоторезистом (при травлении кремния). Технологический маршрут формирования маски перед формированием канавок в кремнии описан ниже. Сначала формируют слой алюминия на обратной стороне подложки. Затем проводят фотолитографию по алюминию. После этого проводят жидкостное химическое травление алюминия и удаление резиста в ДМФА. Следующим шагом выполняют осаждение функционального слоя на лицевую (полированную) сторону подложки.

Таблица 1. Исходный рецепт

	Травление		Осаждение
Расход газа [см ³ /мин]	400 SF ₆ / 40 O ₂		250 C ₄ F ₈
Время цикла [с]	7		4
Давление в камере [мТорр]	20 (1.5 сек)	60	25
Мощность катушки (источник плазмы) [Вт]	2800		2000
Мощность подложкодержателя [Вт]	130 (1.5 сек)	40	Выкл
Температура подложкодержателя [°С]	25		

Таблица 2. Скорректированный рецепт

	Травление		Осаждение
Расход газа [см ³ /мин]	550 SF ₆ / 40 O ₂		200 C ₄ F ₈
Время цикла [с]	18		3
Давление в камере [мТорр]	20 (1.5 сек)	60	25
Мощность катушки (источник плазмы) [Вт]	2800		2000
Мощность подложкодержателя [Вт]	130 (1.5 сек)	40	Выкл
Температура подложкодержателя [°С]	25		

В результате коррекции рецепта формирования полости внутри кремневой пластины с необходимым аспектным соотношением глубины и ширины полости. Изображения полученных микроструктур представлены ниже.

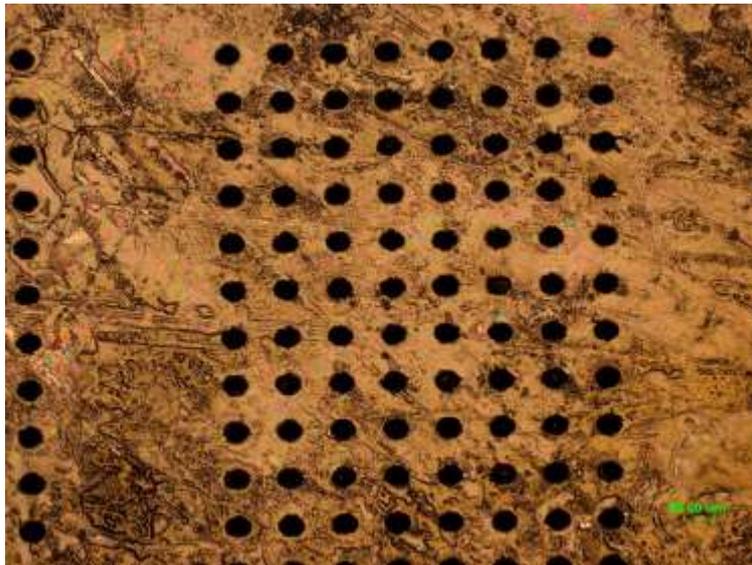


Рисунок 2 – Массив канавок в кремнии на микроскопе

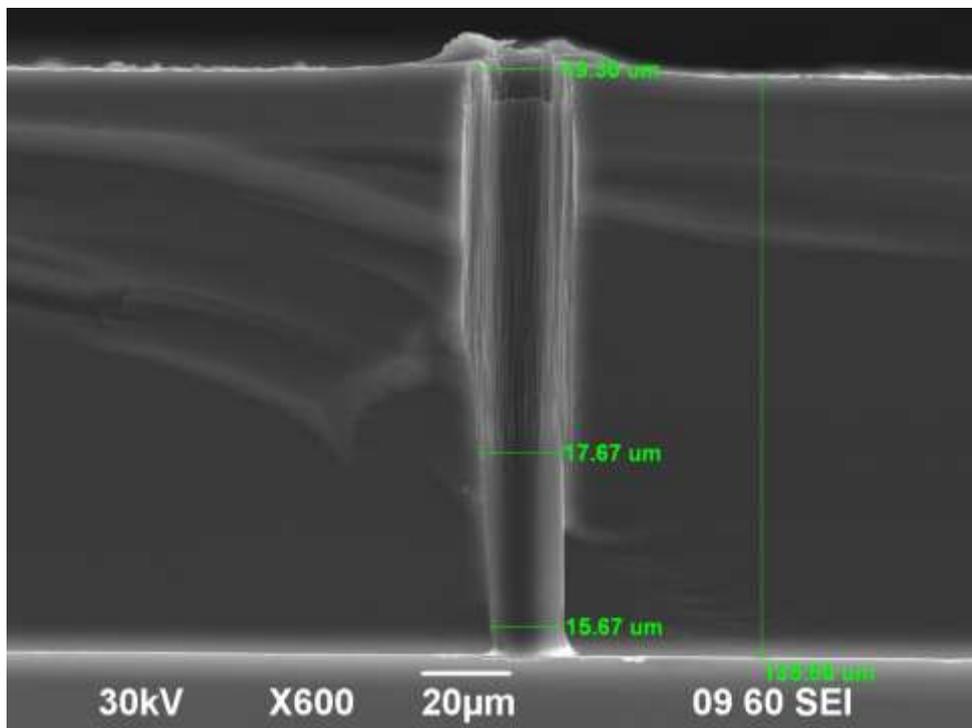


Рисунок 3 – РЭМ изображение канавок в кремнии

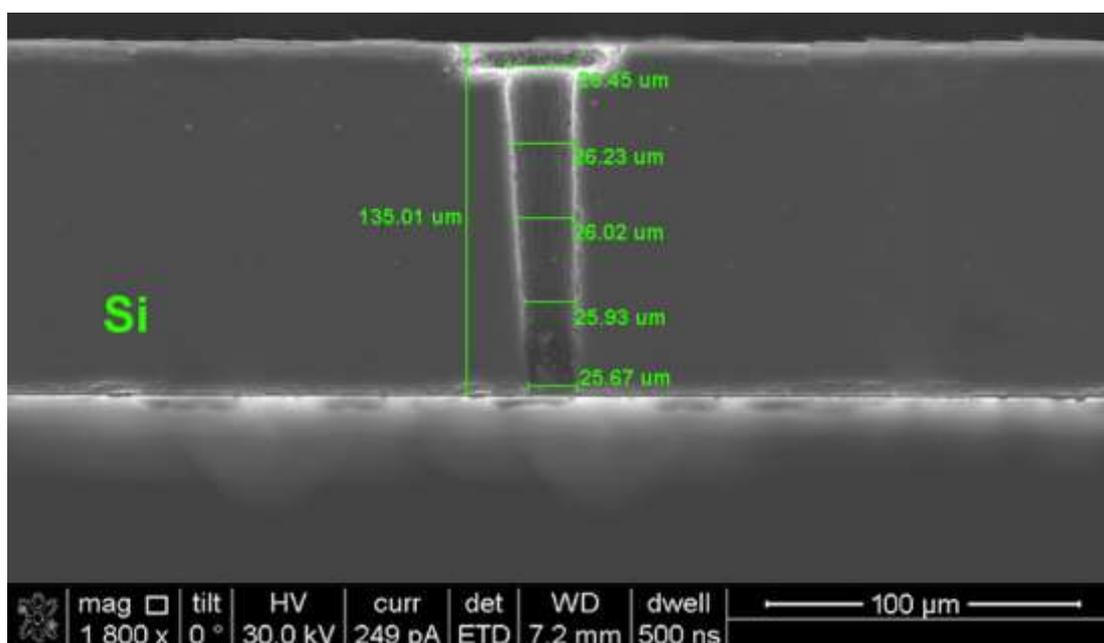


Рисунок 4 – РЭМ изображение канавок в кремнии после корректировки параметров

Выводы. Рассмотрены подходы для формирования отверстий в кремниевых пластинах. Разработано программное обеспечение для корректировки операционных параметров процесса плазмохимического травления. Оператор может выбрать соотношение между газом для пассивации поверхности и газом для удаления материала поверхности. Длительность цикла воздействия газа травления SF₆ увеличена с 7 до 18 с. Скорость расхода газа травления SF₆ увеличена с 400 до 550 куб. см/мин. Длительность цикла воздействия газа пассивации C₄F₈ уменьшена с 4 до 3 с. Скорость расхода газа травления SF₆ уменьшена с 250 до 200 куб. см/мин. Результаты данной работы могут быть использованы в медицинской технике при разработке микродозатора лекарственных средств.

Список литературы

1. Ачкасов А.В., Солодилов М.В., Литвинов Н.Н., Чубунов П.А., Зольников В.К., Шеховцов Д.В., Бордюжа О.Л. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 7-17.

2. P. Krüger, R. Knes, J. Friedrich, Surface cleaning by plasma-enhanced desorption of contaminants (PEDC) // Surface and Coatings Technology. -1999. – Vol. 112, Issues 1–3. – P. 240-244, ISSN 0257-8972, DOI: 10.1016/S0257-8972(98)00777-4.

3. Беспалов В.А., Товарнов Д.А., Дюжев Н.А., Махиборода М.А., Гусев Е.Э., Зольников К.В. Обзор методов измерения механической прочности тонких пленок // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 110-128.

4. E.Yu. Gusev, J.Y. Jityaeva, O.A. Ageev Effect of pecvd conditions on mechanical stress of silicon films // Materials Physics and Mechanics. - 2018. - v. 37, p. 67-72.

5. Исмаилов Т.А., Захарова П.Р., Шангереева Б.А., Шахмаева А.Р. Исследование процесса плазмохимического травления пленок SiO₂ // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2014. - №4 (35).

6. Le Dain Guillaume et.al.. Modeling of silicon etching using Bosch process: Effects of oxygen addition on the plasma and surface properties // Journal of Vacuum Science & Technology. -2018.- v.36(3). DOI:10.1116/1.5023590.

7. Russell T. Berman, Using C++ to Write Automation Controller Software // SLAS Technology. - 2007.- V. 12, Issue 1. -Pages 12-16. ISSN 2472-6303. DOI: 10.1016/j.jala.2006.07.011.

References

1. Achkasov A.V., Solodilov M.V., Litvinov N.N., Chubunov P.A., Solnikov V.K., Shekhovtsov D.V., Bordyuzha O.L. Design features of microcircuits made using deep submicron technologies // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 4. – pp. 7-17.

2. P. Kruger, R. Knes, J. Friedrich, Surface cleaning by desorption of contaminants, enhanced plasma (PEDC) // Technology of surfaces and coatings. -1999. - Volume 112, issues 1-3. – pp. 240-244, 0257-8972 ISSN number, Doi: 10.1016/S0257-8972(98)00777-4.

3. Беспалов В.А., Товарнов Д.А., Дюжев Н.А., Махиборода М.А., Гусев Е.Э., Зольников К.В. Review of methods for measuring the mechanical strength of thin films // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – pp. 110-128.

4. Gusev E.Yu., Zhityaeva Yu.Yu., Ageev O.A. Influence of conditions on mechanical stress for plasma deposition of silicon films // Physics and Mechanics of materials.-2018.- vol. 37, pp. 67-72

5. Ismailov T.A., Zakharova P.R., Shangereeva B.A., Shakhmayeva A.R. Investigation of the process of plasmochemical etching of SiO₂ silicon dioxide films // Bulletin of Dagestan State Technical University. Technical sciences. – 2014. - №4 (35).

6. Le Din Guiem et.al .. Development of a silicon application technique using Bosch technology: the effect of oxygen application on plasma and its properties // Journal of Vacuum Science & Technology. -2018.- vol.36(3). The utility index:10.1116/1.5023590.

7. Rasel T. Berman, Using C++ for software programming // Programming technology. - 2007.- Vol. 12, Issue 1. -pp. 12-16. ISSN 2472-6303. DOI: 10.1016/j.jala.2006.07.011.

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ И МЕТОДЫ ЕЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

М.С. Иброхимов¹, А.И. Заревич¹, Е.В. Грошева¹, А.В. Шпинев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье разбираются основные факторы, влияющие на долговечность интегральных схем, а также анализируются методы прогнозирования их срока службы. Особое внимание уделено механизмам износа и старения, таким как электромиграция, горячий носитель и окислительное стрессирование. Изложены современные подходы к оценке надежности ИС, включая математическое моделирование и ускоренные испытания. Результаты работы представляют собой комплексное руководство по пониманию и прогнозированию жизненного цикла интегральных схем, имеющее целью повышение их надежности и продление срока службы.

Ключевые слова: интегральная схема, оценивание надёжности, моделирование, жизненный цикл.

DURABILITY OF INTEGRATED CIRCUITS AND METHODS OF ITS FORECASTING

M.S. Ibragimov¹, A.I. Zarevich¹, E.V. Grosheva¹, A.V. Shpinev¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article examines the main factors affecting the durability of integrated circuits, as well as analyzes methods for predicting their service life. Special attention is paid to the mechanisms of wear and aging, such as electromigration, hot carrier and oxidative stress. Modern approaches to assessing the reliability of ICS, including mathematical modeling and accelerated testing, are described. The results of the work are a comprehensive guide to understanding and predicting the life cycle of integrated circuits, with the aim of increasing their reliability and extending their service life.

Keywords: integrated circuit, reliability assessment, modeling, life cycle.

Введение

В современном мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, вопрос долговечности интегральных схем (ИС) приобретает особенную актуальность. Эти миниатюрные устройства лежат в основе большинства электронных устройств, от мобильных телефонов до космических аппаратов, и их надежность напрямую влияет на долговечность и эффективность всей системы. С течением времени, факторы вроде температурных колебаний, воздействия радиации и электромиграции могут привести к деградации материалов и, как следствие, к отказу ИС.

Прогнозирование долговечности интегральных схем является сложной задачей, требующей учета множества переменных и использования передовых методов анализа. Разработчики постоянно ищут новые подходы и технологии, которые помогали бы точнее предсказывать срок службы ИС и предупреждать потенциальные отказы. В данной статье мы рассмотрим основные механизмы старения интегральных схем и подходы к их прогнозированию, что позволит лучше понять, как можно повысить надежность и продлить срок службы этих критически важных компонентов.

Интегральные схемы (ИС) подвержены износу и деградации из-за физических, электрических и термических воздействий. Долговечность ИС зависит от множества параметров, включая качество материалов, процесс производства и условия эксплуатации. Важными факторами являются электромиграция, горячий электрон, временной сдвиг порогового напряжения (ВТИ) и износ диэлектрика. Прогнозирование надежности включает методы ускоренных испытаний и моделирования. Такие технологии как High-K metal gates и FinFET помогают увеличить продолжительность жизни ИС.

Факторы, влияющие на долговечность интегральных схем

Интегральные схемы (ИС) подвержены износу и деградации из-за физических, электрических и термических воздействий. Долговечность ИС зависит от множества параметров, включая качество материалов, процесс производства и условия эксплуатации. Важными факторами являются электромиграция, горячий электрон, временной сдвиг порогового напряжения (ВТИ) и износ диэлектрика. Прогнозирование надежности включает методы ускоренных испытаний и моделирования. Такие технологии как High-K metal gates и FinFET помогают увеличить продолжительность жизни ИС.

Срок службы ИС может существенно влиять на эксплуатационные расходы и безопасность. Методы прогнозирования долговечности, такие как ускоренные испытания и моделирование усталостных процессов, позволяют предвидеть возможные отказы и способствуют разработке более надежной электроники. С учетом продолжительной эксплуатации и требований к минимизации обслуживания, точный прогноз долговечности является ключевым компонентом проектирования ИС.

Долговечность интегральных схем зависит от множества факторов. Среди ключевых - качество материалов, использованных при производстве, условия эксплуатации, температурные режимы и напряжения, на которые схема подвергается в процессе работы. Также значительное влияние оказывают процессы старения и коррозии, вызванные влажностью и химическим воздействием окружающей среды. Не менее важными являются методы упаковки и интеграции компонентов, а также качество контроля на этапе производства. Все эти факторы требуют тщательного учета при проектировании для обеспечения максимальной долговечности интегральных схем.

Методы прогнозирования долговечности интегральных схем

Для оценки срока службы интегральных схем используются различные методы. Одним из них является ускоренное тестирование: при повышении температуры, напряжения и других стресс-факторов имитируется ускоренное старение схемы. Этот метод помогает предсказать отказы, рассчитав коэффициенты ускорения. Аналитические методики, такие как модель Аррениуса, учитывают термические и электрические нагрузки. Ещё один подход - мониторинг параметров схемы в реальном времени позволяет наблюдать за её состоянием и предсказывать потенциальные отказы. Моделирование отказов на основе статистических данных дополняет комплексный анализ долговечности.

Использование моделей надежности для прогнозирования долговечности

Интегральные схемы (ИС) — основа современной электроники. Их долговечность зависит от различных факторов, таких как температурные циклы, влажность и напряжения, вызывающие физические и химические изменения. Модель надежности — мощный инструмент для оценки срока службы ИС. Эти модели анализируют данные об ускоренных испытаниях и исторические данные о работе устройства. Применение статистических и физических моделей надежности

позволяет предсказать отказы и гарантировать требуемый срок службы компонентов. Точные прогнозы надежности помогают производителям минимизировать затраты на гарантийное обслуживание и увеличили время безотказной работы продукции.

Практические рекомендации по повышению долговечности интегральных схем

Для увеличения срока службы интегральных схем (ИС) важно контролировать температуру эксплуатации, так как высокая температура ускоряет деградацию материалов и компонентов. Использование качественных материалов и защита от электростатических разрядов (ЭСР) также способствуют повышению надежности. Разработчикам следует тщательно проектировать линии питания и земли, чтобы минимизировать шумы и помехи. Регулярное тестирование и мониторинг состояния схем помогут выявить потенциальные проблемы раньше, позволяя предотвратить отказы.

Список литературы

1. Методы контроля надежности при разработке микросхем / К.В. Зольников, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.Е. Гриднев // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 39-45.

2. Определение мероприятий по программе обеспечения качества работ проектирования и серийного производства микросхем и оценки их эффективности на примере СБИС 1867ВН016 / К.В. Зольников, А.С. Ягодкин, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 46-53.

3. Журавлева, И.В. Основные факторы ионизирующих излучений космического пространства, действующие на микросхемы / И.В. Журавлева // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 3. – С. 11-16.

4. Схемотехнический базис и проверка микросхем на работоспособность / В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, А.В. Фомичев [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 4. – С. 25-30.

5. Разработка проектной среды и оценка технологичности производства микросхемы с учетом стойкости к специальным факторам на примере СБИС 1867Ц6Ф / В.А. Складар, В.А. Смерек, К.В. Зольников [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 77-82.

6. Создание тестового окружения и порядок загрузки тестов в процессе проектирования микросхем / К.А. Чубур, А.Ю. Кулай, А.Л. Савченко [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 83-87.

References

1. Methods of reliability control in the development of microcircuits / K.V. Zolnikov, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.E. Gridnev // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, No. 1. – pp. 39-45.

2. Definition of measures for the quality assurance program for the design and serial production of microcircuits and evaluation of their effectiveness on the example of VLSI 1867VN016 / K.V. Zolnikov, A.S. Yagodkin, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova // Modeling of systems and processes. - 2020. – vol. 13, No. 1. – pp. 46-53.

3. Zhuravleva, I.V. The main factors of ionizing radiation of cosmic space acting on microcircuits / I.V. Zhuravleva // Modeling of systems and processes. – 2019. – Vol. 12, No. 3. – pp. 11-16.

4. Circuit engineering basis and verification of microcircuits for operability / V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, A.V. Fomichev [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2018. – vol. 11, No. 4. – pp. 25-30.

5. Development of the design environment and assessment of the manufacturability of the microcircuit, taking into account resistance to special factors on the example of VLSI 1867C6F / V.A. Sklyar, V.A. Smerek, K.V. Zolnikov [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, No. 1. – pp. 77-82.

6. Creation of a test environment and the order of loading tests in the process of designing chips / K.A. Chubur, A.Y. Kulai, A.L. Savchenko [et al.] // Modeling of systems and processes. - 2020. – vol. 13, No. 1. – pp. 83-87.

СЧЕТЧИКИ В ЦИФРОВЫХ АВТОМАТАХ

В.Д. Косых¹, А.П. Лапшин², Н.Н. Литвинов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

²АО «НИИ Приборов»

Аннотация. В работе рассматриваются различные типы и основные принципы работы счетчиков в цифровых автоматах. Счетчики являются одним из основных элементов в цифровой электронике и используются для подсчета и хранения информации о количестве событий или состояний.

Ключевые слова: счетчик, классификация счетчиков, основные принципы работы, цифровые автоматы, триггеры.

COUNTERS IN DIGITAL AUTOMATONS

V.D. Kosykh¹, A.P. Lapshin², N.N. Litvinov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

²JSC «Scientific Research Institute of Devices»

Abstract. The paper discusses various types and basic principles of operation of counters in digital automatons. Counters are one of the main elements in digital electronics and are used to count and store information about the number of events or states.

Key words: counter, classification of counters, basic principles of operation, digital automata, triggers.

Счетчик – это электронное устройство, которое определяет количество появлений определенного логического уровня на своем входе. Он использует комбинации состояний триггера (устройства, имеющего два стабильных состояния и способного переходить между ними под воздействием входного сигнала) для представления чисел.

Основные параметры счетчиков:

– скорость

определяется максимальной частотой регистрируемых счетчиком импульсов учета без сбоев;

– модуль счета (коэффициент пересчета)

количество разных стабильных режимов счетчика равно максимальному числу импульсов, полученных на входе, которые счетчик может вычислить и запомнить без повторения режимов.

В зависимости от значения расчетной единицы числителя делятся на:

– двоичные

вычислительная единица, равная степени целого числа 2 ($K_C=2^n$);

– бинарные

где единица вычисления может принимать любое значение, отличное от числа 2.

По направлению подсчета счетчики делятся на:

– суммирующие, выполняющие операцию микроинкремента по ключевому слову;

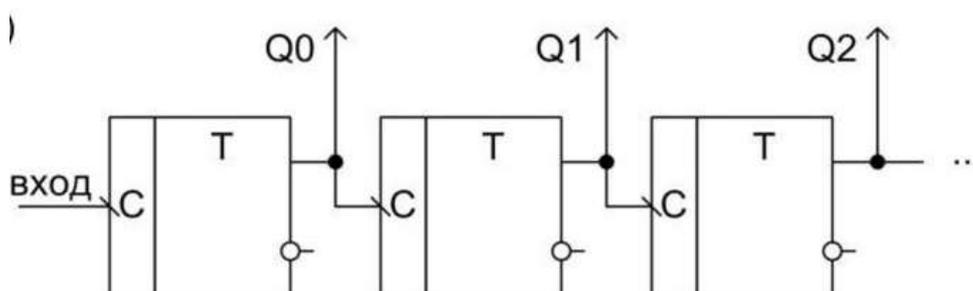


Рисунок 1 – Суммирующий счетчик

– вычитающие, выполняющие фактическое действие по уменьшению закодированного слова;

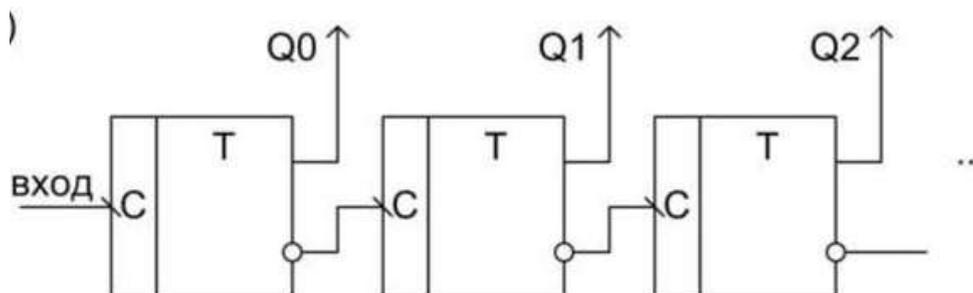


Рисунок 2 – Вычитающий счетчик

– реверсивные, выполняющие небольшие действия по уменьшению или увеличению, в зависимости от значения управляющего сигнала в закодированном слове.

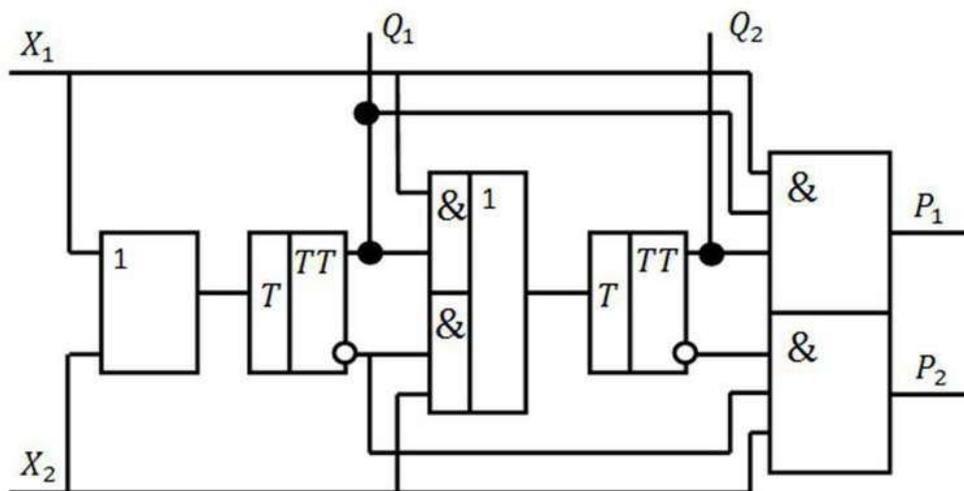


Рисунок 3 – Реверсивный счетчик

Существуют два типа счетчиков: счетчики с инструкцией естественного отсчета и счетчики с любым порядком счета.

Счетчики с инструкцией естественного отсчета нужны для изменения кода импульса генерируемого или вывода импульса на единицу при любом значении единицы.

Счетчики с любым порядком счета создают выходные сигналы только после получения определенного числа единиц измерения на входе. Коэффициент пересчета $K_{сч}$ определяет количество единиц, которые необходимо подать на вход, чтобы вернуть счетчик в исходное состояние. Триггеры являются элементарными конечными автоматами в счетчиках.

По способу организации межбитных соединений различают счетчики:

– счетчики синхронной передачи разряда, в котором все триггеры в цепи разряда заменяются одновременно сигналом синхронизации;

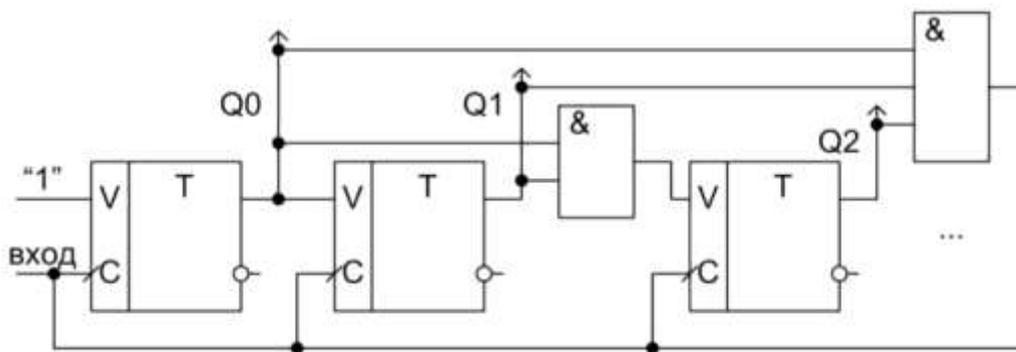


Рисунок 4 – Счетчик с параллельным переносом

– счетчики последовательного переключения, в которых переключение триггеров для битовых цепей выполняются последовательно;

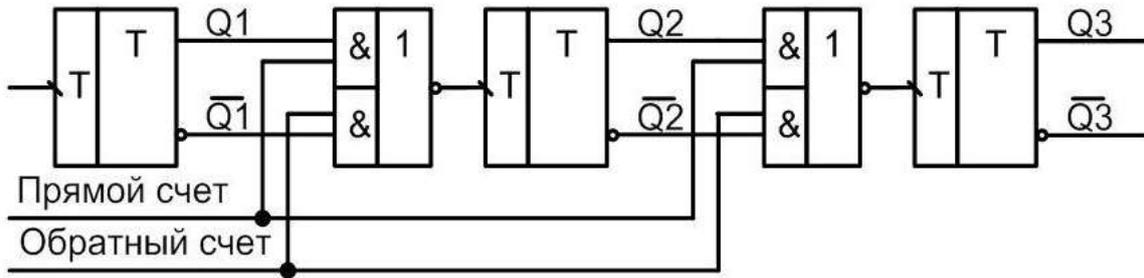


Рисунок 5 – Счетчик с последовательным переносом

– счетчики с массивом параллельной последовательной передачи с использованием различных комбинаций методов передачи;

– кольцевые.

Существует два вида кольцевых счетчиков:

– Прямой кольцевой счетчик (так же известный как однократный счетчик) осуществляет передачу бита по кольцу, соединяя выход последнего сдвигового регистра с входом первого сдвигового регистра. В результате происходит передача одного или нулевого бита;

– Счетчик со скрученным кольцом (который также известен как счетчик переключающих колец, счетчик ходячих колец, счетчик Джонсона или счетчик Мебиуса) осуществляет передачу потока единиц, за которыми следуют нули по кольцу путем соединения дополнения выходного сигнала последнего сдвигового регистра со входом первого регистра.

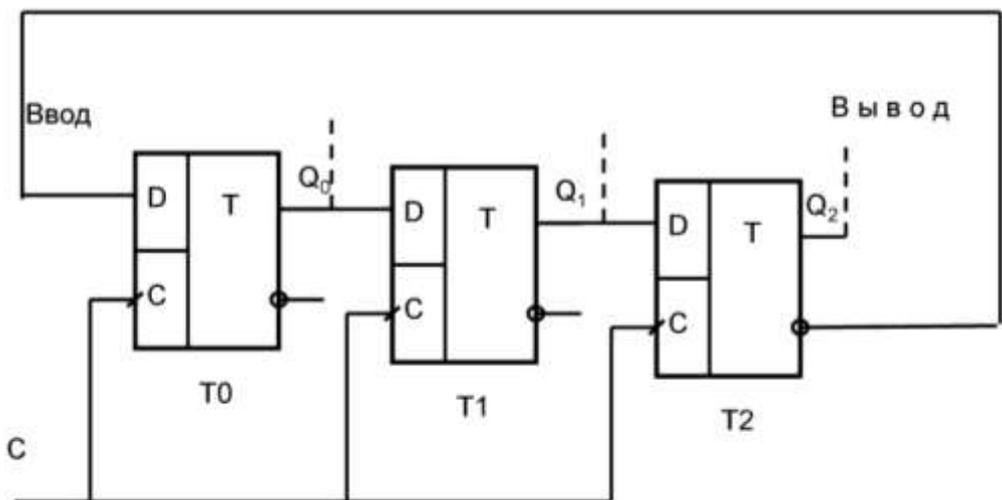


Рисунок 6 – Кольцевой счетчик

Список литературы

1. Пуховский, В. Н. Электротехника, электроника и схемотехника. Модуль «Цифровая схемотехника» : учебное пособие / В. Н. Пуховский, М. Ю. Поленов. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2018. — 163 с. — ISBN 978-5-9275-3079-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125038> (дата обращения: 01.10.2023)
2. Ларин, А. Л. Основы цифровой электроники : учебное пособие / А. Л. Ларин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-9729-1395-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/347729> (дата обращения: 01.10.2023)
3. Суммирующие счетчики. — URL: <https://studfile.net/preview/16566762/page:42/> (дата обращения: 01.10.2023)
4. Основные параметры и классификация счетчиков. — URL: <https://vikidalka.ru/1-175406.html> (дата обращения: 01.10.2023)
5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. — 2022. — Т. 15, № 2. — С. 33-41.

References

1. Pukhovsky, V. N. Electrical engineering, electronics and circuit engineering. Module "Digital circuitry" : textbook / V. N. Pukhovsky, M. Yu. Polenov. — Rostov-on-Don : SFU, 2018. — 163 p. — ISBN 978-5-9275-3079-3. — Text : electronic // Lan : electronic library system. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125038> (accessed: 01.10.2023)
2. Larin, A. L. Fundamentals of digital electronics : a textbook / A. L. Larin. — Vologda : Infra-Engineering, 2023. — 304 p. — ISBN 978-5-9729-1395-4. — Text : electronic // Lan : electronic library system. — URL: <https://e.lanbook.com/book/347729> (accessed: 01.10.2023)
3. Summing counters. — URL: <https://studfile.net/preview/16566762/page:42/> (accessed: 01.10.2023)
4. Basic parameters and classification of counters. — URL: <https://vikidalka.ru/1-175406.html> (accessed: 01.10.2023)
5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. — Vol. 15, No. 2. — pp. 33-41.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОДОВОГО ЗАМКА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА СЕМЕЙСТВА АТМЕГА

В.С. Лучников¹, Н.Ю. Юдина¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются разработка кодового замка на основе микроконтроллера Atmega. Создание этой системы на базе микропроцессора позволит получить безопасное, удобное, простое в обращении и несложное в изготовлении устройство. Актуальность разработки данного устройства обусловлена тем, что кодовые замки являются эффективным средством предотвращения доступа посторонних лиц к охраняемым помещениям. Несомненным преимуществом кодовых замков будет отсутствие необходимости изготовления ключей.

Ключевые слова: Программирование микропроцессоров, Atmega32, кодовые замки.

DEVELOPMENT OF A COMBINATION LOCK SOFTWARE BASED ON ATMEGA FAMILY MICROCONTROLLERS

V.S. Luchnikov¹, N.Yu. Yudina¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses the development of a combination lock based on the Atmega microcontroller. The creation of this microprocessor-based system will make it possible to obtain a safe, convenient, easy-to-use and easy-to-manufacture device. The relevance of the development of this device is due to the fact that combination locks are an effective means of preventing unauthorized persons from accessing guarded premises. The undoubted advantage of combination locks will be the absence of the need to manufacture keys.

Keywords: Programming of microprocessors, Atmega32, combination locks.

Задача данной статьи состоит в разработке программного обеспечения кодового замка на базе микроконтроллера семейства Atmega с помощью про-

граммы автоматизированного проектирования электронных схем Proteus 8 Professional и интегрированной среды разработки Atmel Studio 7. Разработка будет производиться на языке СИ.

Реализация данного устройства поможет обеспечить безопасность помещения. Это могут быть жилые, рабочие помещения. В ходе проектирования необходимо решить ряд задач: подключить матричную клавиатуру и LCD дисплей к микроконтроллеру, написать ряд подпрограмм, позволяющих решить поставленную задачу.

К основным функциям устройства, можно отнести:

1. Считывание ввода комбинации чисел с матричной клавиатуры “Keypad-Phone”;
2. Вывод введенной комбинации на LCD дисплей “LM044L”;
3. Проверка введенного кода на правильность.

Исходя из функциональных требований, предъявленных к устройству, электронный кодовый замок должен включать в себя следующие элементы:

1. Микроконтроллер на базе семейства Atmega;
2. Клавиатура. Для ввода запрашиваемого пароля;
3. Устройства сигнализации об открытии двери и о попытке подбора кода. Для реализации данного пункта будут использованы два светодиода: красного цвета, для информирования о попытке подбора кода и зеленого цвета для информирования об успешном открытии двери;
4. LCD дисплей. Для вывода нажатых клавиш, для отображения информационных надписей.

Главный программный файл main.c содержит в себе 3 функции: функция для начала работы с кодовым замком writeTitle(), функция инициализации портов ввода/вывода port_init() и главная функция int main(), в которой реализована главная функциональная часть. Для этого программного файла подключается директива #define определяющая частоту процессора в герцах.

Также подключается библиотека для работы с вводом/выводом микроконтроллера io.h, библиотека для работы со строками string.h, библиотека для работы с программной задержкой delay.h и две пользовательские библиотеки для работы с матричной клавиатуры keypad.h и для работы с LCD дисплеем lcd.h.

Функция writeTitle() представленная на рис. 1 позволяет инициировать процесс работы с кодовым замком, она выполняет вывод сообщения о просьбе ввести код и включает курсор для дальнейшего ввода. Также функция включает

0 бит порта A, что позволяет активировать свечение светодиода красного цвета, который будет сигнализировать о том, что дверь закрыта.

```
//функция начала работы
void writeTitle(void){
    //очистка lcd
    writeCommand(LCD_CLEAR);
    setXy(0,0);
    //вывод сообщения
    writeString("Enter code: ");
    //включение курсора
    writeCommand(CURSOR_ON);
    setXy(0,1);
    //включение 0 бита порта A
    PORTA=0b0000001;
}
```

Рисунок 1 – Функция начала работы с кодовым замком

Функция port_init(), представленная на рис. 2, позволяет инициализировать порт D, как порт для ввода/вывода информации.

```
//определение функции инициализации портов ввода/вывода
void port_init(void)
{
    DDRD=0xFF;
    PORTD=0x00;
    DDRA=0xFF;
}
```

Рисунок 2 – Функция инициализации портов ввода/вывода

На рис. 3 отображен фрагмент кода, который выполняет проверку введенного пароля и в случае выполнения условия на правильность выводит соответствующее сообщение и включает 1 бит порта A, для зажигания светодиода зеленого цвета. Данный код вступает в силу при введении 4 символов.

```
// если введено 4 символа
if(lenSymbol == 4){
    // сравнение введенных символов с паролем
    if(strcmp(str, "3108") == 0){
        // очистка экрана
        writeCommand(LCD_CLEAR);
        // включение 1 бита порта A
        PORTA=0b00000010;
        //вывод сообщения о успешном открытии замка
        writeString("Access is allowed!");
        writeCommand(CURSOR_OFF);
        //обнуление переменных и элементов массива
        lenSymbol = 0;
        str[0] = "";
        str[1] = "";
        str[2] = "";
        str[3] = "";
        // замок закроется автоматически через 30 секунд
        _delay_ms(30000);
        // снова запускается функция начала работы
        writeTitle();
    }
}
```

Рисунок 3 – Проверка введенного пароля на правильность

Рис. 4 позволяет отобразить действия кодового замка при неправильно введенной комбинации пароля. Если пароль неправильно введен меньше 3 раз, то выводится информирующее сообщение и запускается программная задержка длиной в 3 секунды, после которой снова запускается функция начала работы кодового замка writeTitle(). Если пользователь ввел неправильную комбинацию 3 раза, то на кодовый замок накладывается блокировка на 5 минут, после которой снова будет доступна возможность ввода пароля.

```

else{//если код неверный
// инкрементируем переменную количества попыток
numAttempts++;
// если количество попыток меньше 3
if(numAttempts < 3){
writeCommand(LCD_CLEAR);
// вывод сообщения на экран
writeString("Try again!");
writeCommand(CURSOR_OFF);
//обнуление переменных и элементов массива
lencymbol = 0;
str[0] = "";
str[1] = "";
str[2] = "";
str[3] = "";
// задержка 3 секунды
_delay_ms(3000);
// снова запускается функция начала работы
writeTitle();
}
else{// иначе
writeCommand(LCD_CLEAR);
//вывод сообщения о блокировке доступа и просьба подождать 5 минут
writeString("X Access denied!");
setXy(0,1);
writeString("Too many attempts.");
setXy(0,2);
writeString("Wait 5 min.");
writeCommand(CURSOR_OFF);
// задержка 5 минут
_delay_ms(300000);
// снова запускается функция начала работы
writeTitle();
//количество попыток равно 0
numAttempts = 0;
}
}
}

```

Рисунок 4 – Обработка при неправильно введенном пароле

В ходе анализа функциональных требований к устройству, можно сделать вывод, что для корректной работы электронного кодового замка будет необходимо использовать 6 элементов. Это такие электронные компоненты программы Proteus как:

1. Микроконтроллер Atmega32. Данный микроконтроллер был выбран, потому что имеет хорошую пропускную способность команд. Также к данному микроконтроллеру возможно подключить периферийные устройства. Несомненным преимуществом данного микроконтроллера перед некоторыми представителями семейства Atmega, будет тот факт, что Atmega32 имеет 4 порта, которые могут работать, как на вход, так и на выход;

2. LCD дисплей “LM044L”. Данный дисплей был выбран, потому что он является достаточно крупным представителем среди своих конкурентов по соотношению сторон, что позволит единоразово выводить большое количество

информации. Преимуществом дисплея является тот факт, что он без проблем интегрируется с микроконтроллерами семейства Atmega;

3. Матричная клавиатура “Keypad-Phone”. Данная клавиатура была выбрана, так как является самым минималистичным представителем матричных клавиатур в среде Proteus;

4. 2 светодиода зеленого и красного цветов;

5. Кнопка сброса.

На рис. 5 отображена электронная схема кодового замка с подключенными устройствами. Можно заметить, что для каждого периферийного устройства выделен свой порт. Так, для LCD дисплея выделен порт D и конкретной шине данных D2...D3 соответствует свой бит порта. Для матричной клавиатуры выделен порт C, для столбцов определены биты от 0 до 2, а для строк от 4 до 7. Первые 2 бита порта A соответствуют двум светодиодам.

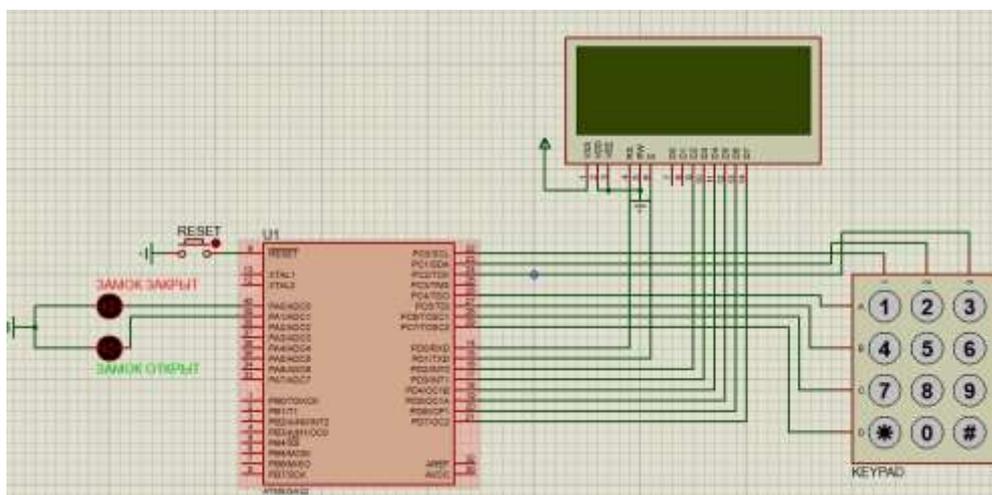


Рисунок 5 – Электронная схема кодового замка

После описания электронной схемы и процесса установки прошивки, можно перейти к моделированию работы устройства. На рис. 6 отображено информирующее сообщение о вводе пароля. Данное сообщение отображается сразу после запуска симуляции.

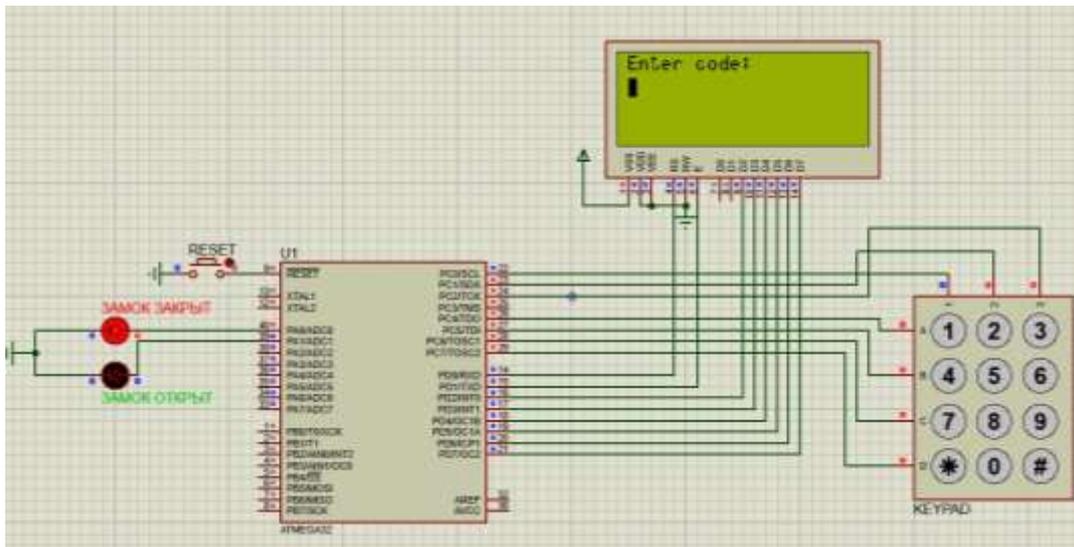


Рисунок 6 – Начало работы с кодовым замком

Если код был введен верно, то на LCD высветится информирующее сообщение об этом и загорится светодиод зеленого цвета. На рис. 7 отображена правильная попытка ввода кода.

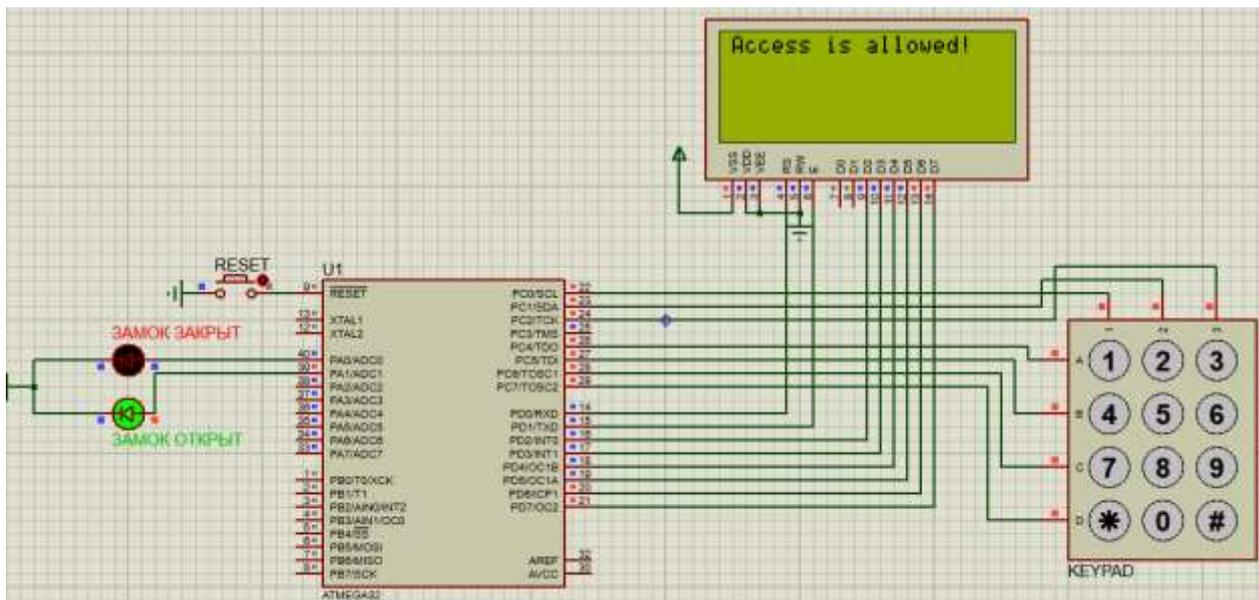


Рисунок 7 – Правильная попытка ввода кода

На рис. 8 отображена работа кодового замка при неверной попытке ввода пароля.

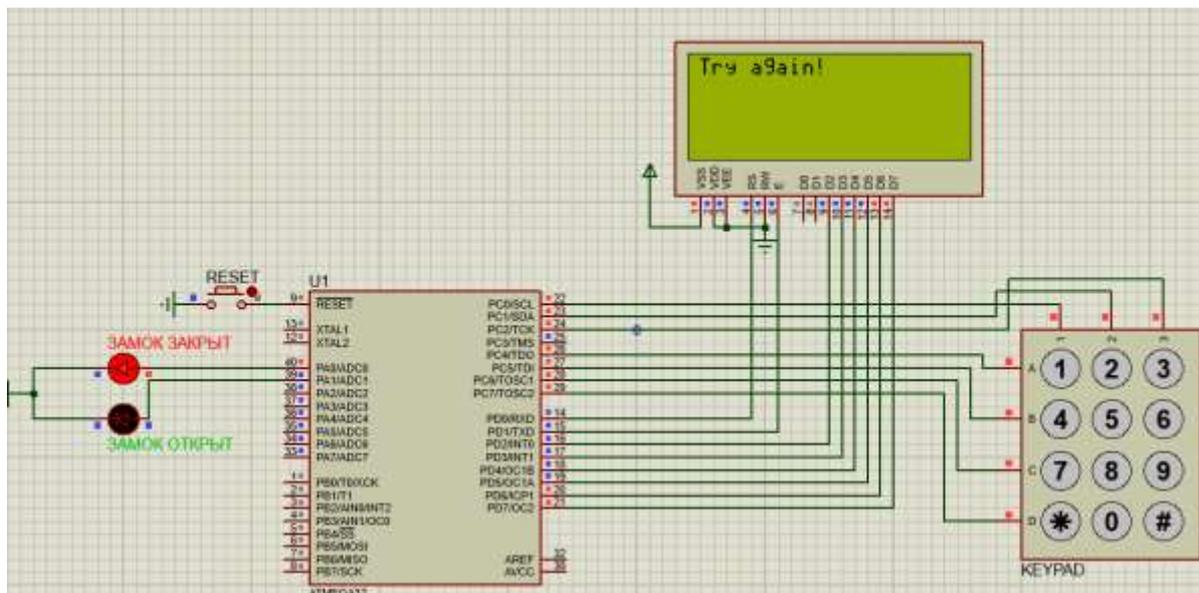


Рисунок 8 – Неверная попытка ввода пароля

На рис. 9 отображена блокировка замка после достижения трех попыток. На LCD дисплей выводится информирующее сообщение о возможности повторной попытки ввода пароля через 5 мин.

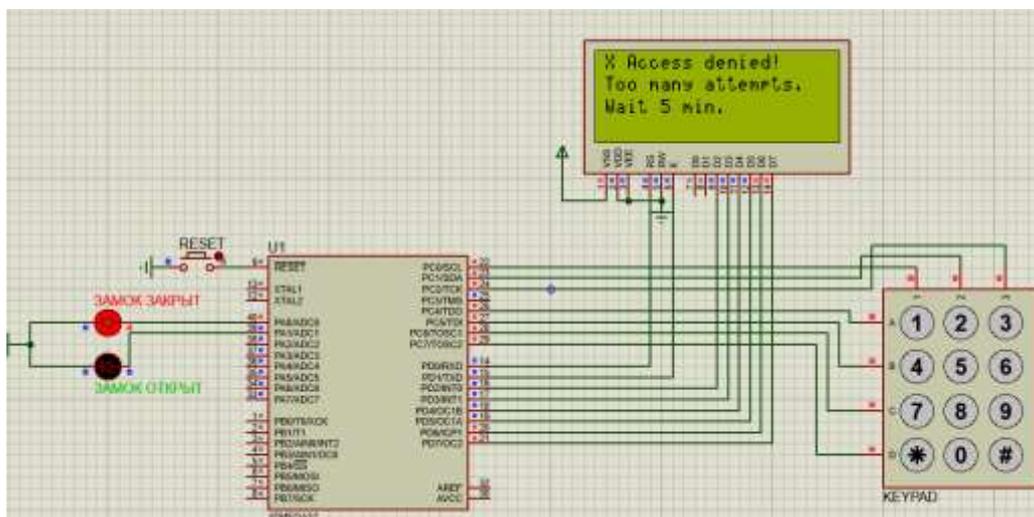


Рисунок 9 – Блокировка замка после достижения фиксированного числа попыток

В ходе проведения моделирования работы устройства, было проведено проектирование электронной схемы кодового замка в программе Proteus v8.15 SP1 Professional. В результате проверки работы схемы, можно сделать вывод, что устройство работает корректно и полностью отвечает функциональным требованиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная статья отображает процесс проектирования кодового замка с микроконтроллерным управлением. Разработка кодового замка выполнялась на основе микроконтроллера Atmega32, с использованием периферийных устройств, таких как: матричная клавиатура KeyPad-Phone, LCD дисплей “LM044L”, два светодиода и кнопка сброса.

Для решения поставленной задачи были изучены аналоги данных устройств, включая анализ режимов работы. По результатам изучения были выделены необходимые электронные компоненты, которые позволили реализовать кодовый замок. Также отдельно была изучена техническая документация от компании “Atmel” и документация для программного средства Proteus v8.15 SP1 Professional. В ходе проведения функционального анализа программ для проектирования электронных схем, удалось прийти к выводу, что использование Proteus v8.15 SP1 Professional было самым оптимальным решением, так как данная программа смогла полностью покрыть поставленную задачу.

Разработанная система может быть применена для обеспечения безопасности помещения. Это могут быть жилые, рабочие помещения. Электронный кодовый замок имеет несомненное преимущество перед обычным дверным, так как нет необходимости переносить ключи, которые можно перепутать, потерять, поломать.

При проведении тестирования и отладки устройства, можно сказать, что электронный кодовый замок полностью соответствует установленным требованиям и данное устройство выполняет свои функциональные задачи корректно.

Список литературы

1. Евдокимова, С.А. Математико-статистическая оценка результатов теста на основе IRT / С.А. Евдокимова, М.А. Кащенко // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 3. – С. 16-22.
2. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.
3. Новикова, Т.П. Разработка алгоритма и модели функционирования информационной системы для платного отделения стоматологической поликлиники / Т.П. Новикова, А.А. Бодин, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 51-58. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-51-58.

4. Левенталь, Л. Введение в микропроцессоры: Программное обеспечение, аппаратные средства и программирование / Л. Левенталь. - М.: Энергоатомиздат, 2021. - 464 с.

5. Официальная техническая документация “Atmel”. URL: <https://www.microchip.com/content/dam/mchp/documents/atmel-start>.

References

1. Evdokimova, S.A. Mathematical and statistical evaluation of test results based on IRT / S.A. Evdokimova, M.A. Kashchenko // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, No. 3. – pp. 16-22.

2. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

3. Novikova, T.P. Development of an algorithm and a model for the functioning of an information system for a paid department of a dental clinic / T.P. Novikova, A.A. Bodin, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 1. – pp. 51-58. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-51-58.

4. Leventhal, L. Introduction to microprocessors: Software, hardware and programming / L. Leventhal. - М.: Energoatomizdat, 2021. - 464 p.

5. Official Atmel technical documentation. URL: <https://www.microchip.com/content/dam/mchp/documents/atmel-start>.

DOI: 10.58168/MoInSyTe2024_566-572

УДК 621.38:620.22(075.8)

ОДНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИМЕСИ В КРЕМНИИ И ГЕРМАНИИ ПРИ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ПО МОДЕЛИ ЛИНХАРДА-ШАРФА-ШИОТТА

Е.Ю. Плотникова¹, А.А. Винокуров¹, А.В. Арсентьев¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Аннотация. В статье рассматриваются подходы к моделированию технологического процесса ионной имплантации на языке программирования высокого уровня C# с возможностью графического анализа полученных результатов.

Ключевые слова: ионная имплантация, моделирование, p-n переход, распределение концентрации примеси.

ONE-DIMENSIONAL DISTRIBUTION OF IMPURITY IN SILICON AND GERMANY WITH ION IMPLANTATION ACCORDING TO THE LINKHARD-SCHARF-SCHIOTTE MODEL

E.Yu. Plotnikova¹, A.A. Vinokurov¹, A.V. Arsentev¹

¹Voronezh State Technical University

Abstract. The article discusses approaches to modeling the technological process of ion implantation in the high-level programming language C# with the ability to graphically analyze the results obtained.

Keywords: ion implantation, modeling, p-n junction, impurity concentration distribution.

При ионной имплантации заряженные частицы из пучка ионов внедряются в твердое тело, изменяя его свойства. Внедряющиеся ионы снижают свою энергию за счёт упругих и неупругих соударений. При неупругих столкновениях часть энергии ионного пучка теряется на возбуждение (ионизацию) атомов мишени (пластины), то есть взаимодействует с электронами кристаллической ре-

шетки. При упругих столкновениях энергия ионов передается ядрам атомов мишени. Энергетические потери также учитывают обмен зарядами между ионами и атомами мишени [1].

Если переданная атому при упругом соударении энергия оказывается больше, чем энергия связи атомов в теле мишени, атом покинет узел кристаллической решетки и образует пару Френкеля (вакансия + атом в междоузлии) [2]. Атомы поверхностного слоя, получив энергию иона, могут отрываться от кристалла, то есть будет происходить процесс распыления и образуется дефект Шоттки (вакансия) [2]. Первично-смещенный атом (атом отдачи) обладает большой энергией; при его движении вглубь мишени формируется каскад смещений и возникают дискретные разупорядоченные области размером 3 – 10 нм. То есть при имплантации происходит накопление дефектов, и при превышении критической величины (дозы аморфизации) в приповерхностной области пластины будет сформирован сплошной аморфный слой. Внедренные ионы могут сразу попадать в места вакансий в кристаллической решетке (что происходит редко) или занимать места в междоузлиях (стандартная ситуация при внедрении ионов примеси в кристалл). В междоузлиях они не являются электрически активными, а для их переноса в узлы кристаллической решетки и восстановления структуры кристалла проводят отжиг, при котором радиационные дефекты кристалла распадаются и аннигилируют, а внедренная примесь занимает места вакансий в узлах решетки, (образуется слой *p*-/*n*-типа проводимости).

В табл. 1 приводится справочная информация по основным материалам полупроводниковой технологии (кремний *Si* и германий *Ge*, а также основные легирующие примеси).

При моделировании [3] процесса ионной имплантации в САПР технологического уровня или в приложении, разработанном на языке программирования высокого уровня (например, *C#*) можно использовать упрощенную классическую модель Линхарда-Шарфа-Шиотта [4], которая описывает процесс рассеяния ионов в изотропной или аморфной полубесконечной мишени случайным образом (распределение пробега ионов по Гауссиане).

При моделировании технологического процесса ионной имплантации обычно используются аналитические модели и статистические данные. Аналитические модели основываются на расчете стандартных профилей имплантации или на экспериментальных профилях распределения ионов примесей. Для статистического анализа принято использовать модель Монте-Карло.

Таблица 1 - Параметры материалов полупроводниковой технологии, используемые для расчёта имплантации

Материал	Атомный номер, Z	Атомный вес M , г/моль	Число ат. в ед. объема, $N \times 10^{23}$ ат/см ²
Параметры полупроводниковой пластины (мишени):			
Si	14	28	50,4
Ge	32	72,6	45,3
Параметры имплантируемой примеси:			
B	5	10,8	137
P	15	30,97	35,6
As	33	74,91	17,4

В стандартных технологических САПР для моделирования ионной имплантации используется SVDP-модель (SIMS-Verified Dual Pearson, Техасский ун-т в Остине). Согласно этой модели для основных загоняемых в кремний примесей (B, P, As) с помощью статистических выборок определены диапазоны задаваемых параметров технологического процесса (табл. 2), типичные для моделирования с использованием модели Пирсона II (Dual Pearson Implant SVDP Model) [5].

Таблица 2 - Стандартный диапазон значений энергии и дозы легирующей примеси для расчёта ионной имплантации

Примесь	Энергия E , КэВ	Доза легирования D , см ⁻²
B	1 – 100	$10^{12} - 8 \cdot 10^{15}$
P	12 – 200	$10^{13} - 8 \cdot 10^{15}$
As	1 - 200	$10^{13} - 8 \cdot 10^{15}$

Для B из экспериментальных данных точные расчёты дают энергии в диапазоне от 5 до 80 КэВ, для P – от 15 до 80 КэВ, для As – от 5 до 180 КэВ. Значения энергий, близкие к нижнему и верхнему пределам из табл. 2 получены интерполяцией экспериментальных кривых. Наиболее подходящим для описания рас-

пределения ионов примеси в кремнии, окисле SiO_2 и нитриде кремния Si_3N_4 является модель PEARSON IV, которая позволяет с достаточной точностью смоделировать эффект каналирования.

Для расчёта основных параметров процесса ионной имплантации рассматриваются характеристики пробега ионов внедряемой примеси:

1) коэффициенты замедляющей способности (нм/Эв)

$$K = 1,8 \cdot \frac{\sqrt{Z_1^{2/3} + Z_2^{2/3} \cdot (m_1 + m_2)}}{N \cdot Z_1 \cdot Z_2 \cdot m_1}, K_1 = 3,28 \cdot (Z_1 + Z_2) \cdot \frac{N}{\sqrt{m_1}}.$$

2) полный пробег ионов R (нм) $R = 2 \cdot \frac{\sqrt{E}}{K_1} - \frac{\ln(1 + 2 \cdot K_1 \cdot K \cdot \sqrt{E})}{K_1^2 \cdot K}.$

3) дисперсия полного пробега ионов ΔR (нм) $\Delta R = R \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{m_1 \cdot m_2}}{3 \cdot (m_1 + m_2)}.$

4) проекция пробега ионов R_p (нм) $R_p = \frac{R}{1 + \frac{1}{3} \frac{m_2}{m_1}}.$

5) дисперсия проекции пробега ионов ΔR_p (нм) $\Delta R_p = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{m_1 \cdot m_2}}{m_1 + m_2} \cdot R_p.$

Если в подложку заданного типа проводимости C_0 вводится примесь этого же типа $C_1(x)$, то в структуре $p-n$ переход не будет формироваться. Если вводимая в структуру примесь $C_2(x)$ и легирование подложки C_0 выполнены элементами разного типа проводимости, то на пластине будут созданы один или два $p-n$ перехода в зависимости от формируемого прибора (рис. 1):

1) Если исходная пластина и легирующая примесь одного типа проводимости, профиль распределения концентрации примеси по глубине пластины $C_1(x)$ ($см^{-3}$)

$$C_1(x) = \frac{10^7 \cdot D}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \Delta R_p}} \cdot e^{\left(-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x - R_p}{\Delta R_p}\right)^2\right)} + C_0.$$

2) Если исходная пластина и легирующая примесь разных типов проводимости профиль распределения концентрации примеси по глубине пластины $C_2(x)$ ($см^{-3}$)

$$C_2(x) = \frac{10^7 \cdot D}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \Delta R_p}} \cdot e^{\left(-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x - R_p}{\Delta R_p}\right)^2\right)} - C_0.$$

Глубины залегания $p-n$ переходов x_1 и x_2 рассчитываются с использованием информации о пробеге ионов примеси (нм):

$$x_1 = R_p + \Delta R_p \cdot \sqrt{2 \cdot \ln\left(\frac{10^7 \cdot D}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \Delta R_p}}\right) - 2 \cdot \ln(C_0)},$$

$$x_2 = R_p - \Delta R_p \cdot \sqrt{2 \cdot \ln\left(\frac{10^7 \cdot D}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \Delta R_p}}\right) - 2 \cdot \ln(C_0)}.$$

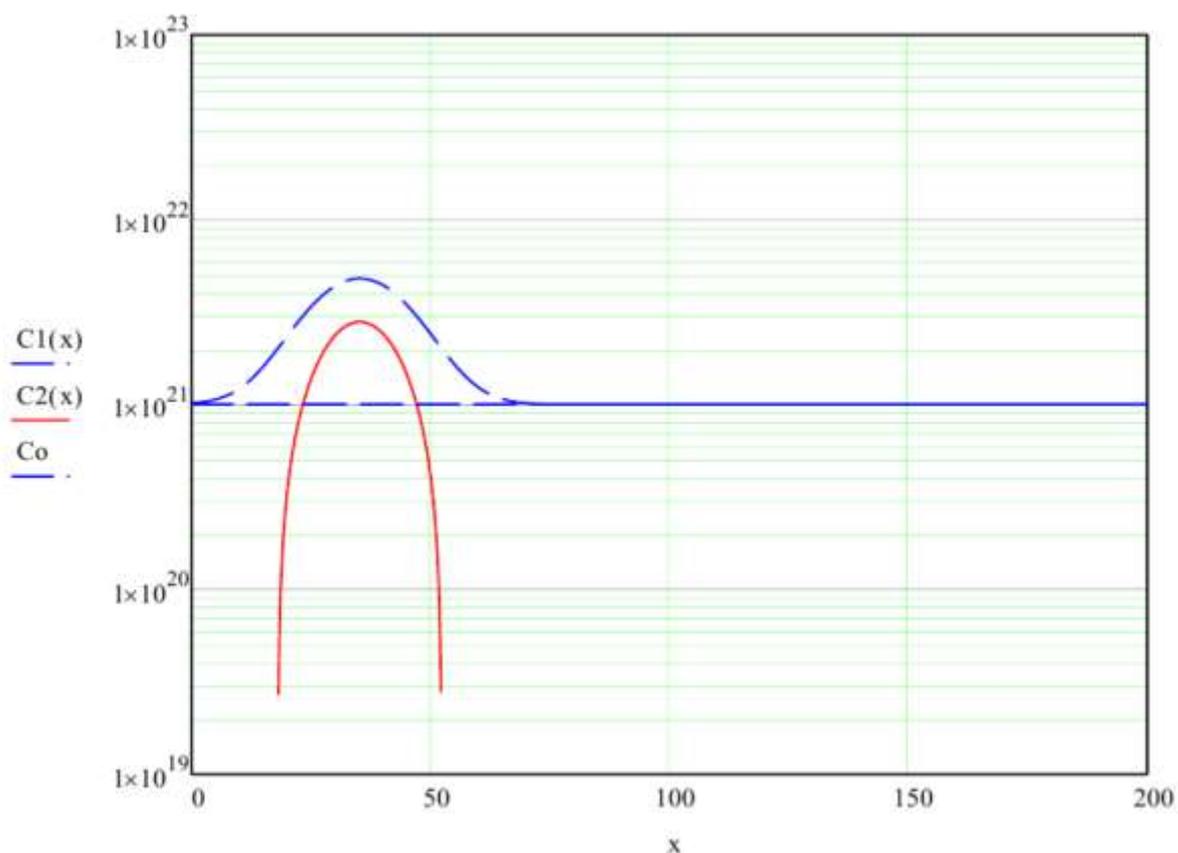


Рисунок 1 – Моделирование профиля распределения концентрации легирующей примеси

На завершающем этапе определяются максимальные концентрации легирующих примесей $C1$ и $C2$ в зависимости от проекции пробега ионов Rp $C1(Rp)$ и $C2(Rp)$ (см^{-3}). Для моделирования данного одномерного распределения ионов примесей по глубине можно использовать как различные математические пакеты, так и разработать программу на языке программирования высокого уровня.

В качестве набора параметров программы задаются числовые значения для подложки и легирующей примеси (данные из табл. 1 и 2 – переменные двойной точности с плавающей запятой $double$ $K, K1, R, deltaR, Rp, deltaRp, Co, D$). Наборы данных внесены в инструменты $(double)numericUpDownX$ для соответствующих материалов подложки и легирующей примеси, на пример при загонке бора в кремний. Для расчёта распределения примеси вглубь пластины используются отдельные методы:

```
private double C1(double x) { return (Math.Pow(10, 7) * D) /
(Math.Sqrt(2 * Math.PI) * deltaRp) * Math.Exp(-1 / 2.0 * Math.Pow((x - Rp) / deltaRp,
2)) + Co; }
```

```
private double C2(double x) { return (Math.Pow(10, 7) * D) /
(Math.Sqrt(2 * Math.PI) * deltaRp) * Math.Exp(-1 / 2.0 * Math.Pow((x - Rp) / deltaRp,
2)) - Co; }
```

Параметры пробега ионов примеси задаются в виде математических формул по правилам синтаксиса выбранного языка программирования.

При построении стандартных графиков функций (C_0 , $C_1(x)$, $C_2(x)$) в языке C# используется инструмент *chart*.

Глубины залегания p - n переходов рассчитываются по формулам для первого и второго переходов, соответственно:

$$x1 = \text{Math.Round}(Rp + \text{deltaRp} \cdot \text{Math.Sqrt}(2 \cdot \text{Math.Log}((D \cdot \text{Math.Pow}(10, 7)) / (\text{Math.Sqrt}(2 \cdot \text{Math.PI}) \cdot \text{deltaRp})) - 2 \cdot \text{Math.Log}(Co)), 3);$$

$$x2 = \text{Math.Round}(Rp - \text{deltaRp} \cdot \text{Math.Sqrt}(2 \cdot \text{Math.Log}((D \cdot \text{Math.Pow}(10, 7)) / (\text{Math.Sqrt}(2 \cdot \text{Math.PI}) \cdot \text{deltaRp})) - 2 \cdot \text{Math.Log}(Co)), 3);$$

Рассчитанные величины можно вывести на экран в любом удобном формате. Результат работы программы для загонки примеси бора в подложку из кремния показан на рис. 2 и совпадает с моделированием в стандартном математическом пакете.

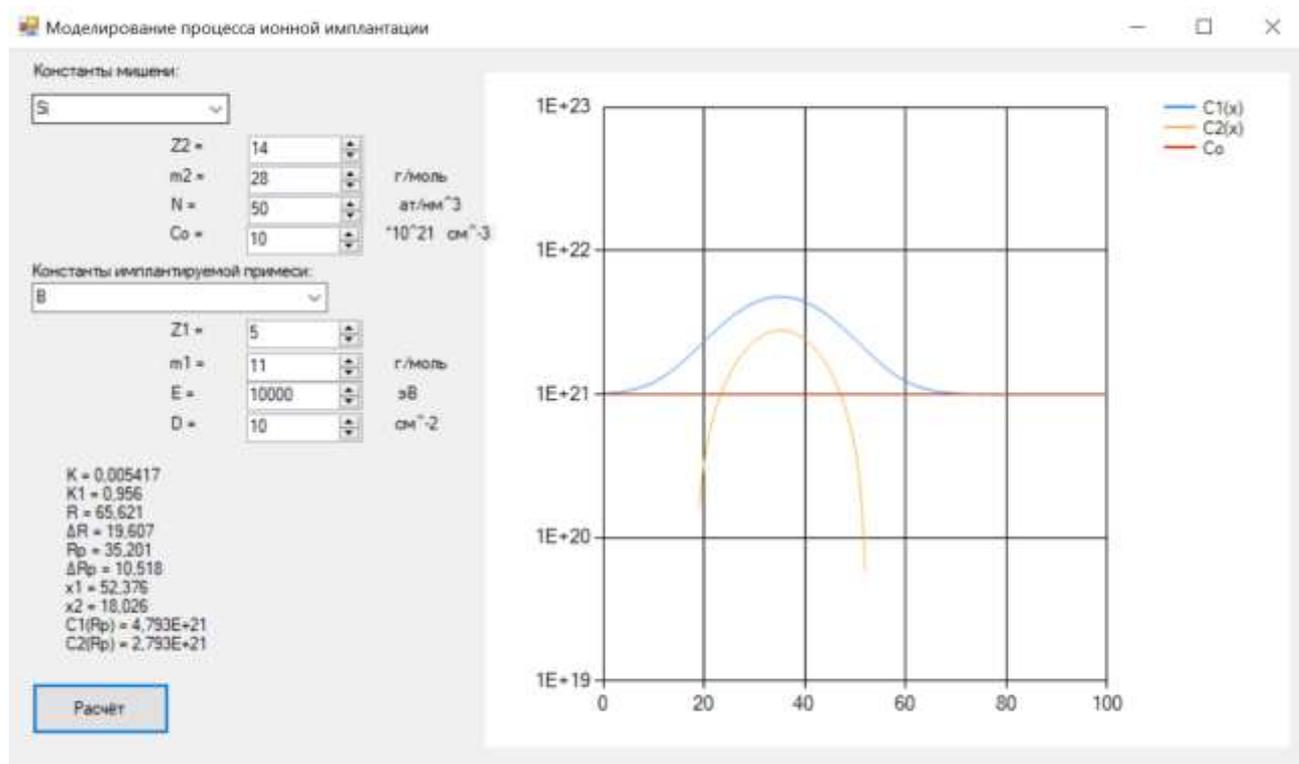


Рисунок 2 - Результат работы программы

Выводы

Таким образом, зная основные законы, по которым можно рассчитывать различные технологические операции (например, ионную имплантацию), модель процесса с достаточной точностью рассчитывается и визуализируется как в стандартных математических пакетах, так и в программе, разработанной на языке программирования (например C#).

Список литературы

1. Пирс К. Технология СБИС: в 2-х кн. / К. Пирс, А. Адамс, Л. Кац и др. Кн. 1. Пер с англ. / Под ред. С. Зи. – М.: Мир, 1986. – 404 с.
2. Пасынков В.В. Материалы электронной техники: учеб. / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. - 4-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2002. -368 с.
3. Зольников К.В., Гамзатов Н.Г., Евдокимова С.А., Потапов А.В., Допира Р.В., Кучеров Ю.С., Яночкин И.Е., Стоянов С.В., Плотников А.М. Моделирование процессов в полупроводниковых структурах при радиационном воздействии // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 106-127.
4. Линдхард Дж., Шарфф М., Шиотт Х.Э. Понятия о дальностях и пробегах тяжелых ионов // Кгл. Дэн. Вид. Сельск. Мат.-физ. Медд. Т. 33, - 1963.
5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Pierce K. VLSI technology: in 2 books. / K. Pierce, A. Adams, L. Katz and others. Book. 1. Translated from English. / Ed. S. Zee. – M.: Mir, 1986. – 404 p.
2. Pasyнков V.V. Materials of electronic technology: textbook. / V.V. Pasyнков, V.S. Sorokin. - 4th ed., erased. - St. Petersburg: Lan, 2002. -368 p.
3. Zolnikov K.V., Gamzatov N.G., Evdokimova S.A., Potapov A.V., Dopira R.V., Kucherov Yu.S., Yanochkin I.E., Stoyanov S.V., Plotnikov A.M. Modeling of processes in semiconductor structures under radiation exposure // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 3. – P. 106-127.
4. Lindhard J., Scharff M., Schiott H.E. Range Concepts and Heavy Ion Ranges // Kgl. Dan. Vid. Selsk. Mat.-fys. Medd. V. 33, - 1963.
5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА TMEGA8535 В ПРОГРАММЕ PROTEUS

А.В. Полуэктов¹, А.И. Заревич¹, Ф.В. Макаренко¹, А.Н. Потапов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Данная статья посвящена моделированию работы микроконтроллера Atmega8535 в программе Proteus. Автор представляет подробную инструкцию по настройке и использованию данной программы для эмуляции работы микроконтроллера. В статье также представлены результаты моделирования и анализ их соответствия реальным показателям работы микроконтроллера.

Ключевые слова: микроконтроллер, Atmega8535, моделирование, Proteus, эмуляция, программирование, электроника, схемотехника.

SIMULATION OF THE OPERATION OF THE TMEGA8535 MICROCONTROLLER IN THE PROTEUS PROGRAM

A.V. Poluektov¹, A.I. Zarevich¹, F.V. Makarenko¹, A.N. Potapov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article is devoted to modeling the operation of the Atmega8535 microcontroller in the Proteus program. The author provides detailed instructions for setting up and using this program to emulate the operation of a microcontroller. The article also presents simulation results and an analysis of their correspondence to real performance indicators of the microcontroller.

Keywords: microcontroller, Atmega8535, modeling, Proteus, emulation, programming, electronics, circuit design.

Программа Proteus была разработана компанией Labcenter Electronics Ltd в 1996 году и стала одним из наиболее популярных инструментов который применялся при проектировании и моделировании электронных схем и микроконтроллерных систем.

Рассматривая программу Proteus можно выделить следующие характеристики:

- создание и отладка схем на микроконтроллерах для различных типов и от различных производителей;
- большое количество встроенных компонентов и элементов, включая множество микроконтроллеров, датчиков, дисплеев и т.д.;
- позволяет выполнять симуляции работы программного кода на микроконтроллере в режиме реального времени;
- создание трехмерной модели проектируемого устройства и его компонентов;
- присутствует множество инструментов и функций, используемых для анализа и оптимизации проектов, в том числе, автоматический поиск ошибок и конфликтов в схеме.

Положительными сторонами программы Proteus можно отметить:

- большой функционал и многообразие инструментов, это позволяет использовать программу для моделирования и проектирования систем различной степени сложности;
- создание трехмерных моделей для упрощения визуализации и понимания работы устройства;
- присутствуют в большом количестве готовые компоненты и элементы, что позволяет ускорить процесс проектирования и моделирования.

Среди отрицательных сторон можно отметить:

- нет возможности интеграции с другими программами и пакетами, используемыми для проектирования и моделирования электроники;
- слабая поддержка ряда типов микроконтроллеров и иных компонентов.

Выполняя сравнение с другими аналогичными программами для проектирования и моделирования электроники, можно указать следующие отличия Proteus:

- имеет более ограниченную функциональность и возможности для работы с большими проектами, чем у Altium Designer и Eagle;
- обладает большим количеством элементов и инструментов для моделирования и оптимизации проектов, чем у Multisim и LTSpice;
- имеет более простой и легко усваиваемый интерфейс, и делает его более доступным для начинающих разработчиков, чем у TINA и OrCAD.

Опираясь на выше сказанное можно сделать следующие выводы – программа Proteus является мощным и функциональным инструментом для проектирования и моделирования электронных схем и микроконтроллерных систем. Наиболее значимыми плюсами являются – широкий функционал, многообразие инструментов и возможность создания трехмерных моделей проектируемых устройств. Практически отсутствуют интеграционные казусы, но имеются определенные ограничения в поддержке некоторых типов микроконтроллеров и элементов. Также отличительной чертой Proteus является его «простой» и понятный интерфейс в сравнении с другими программами.

Для построения схемы сигнализации основанной на использовании микроконтроллера ATmega8535, потребуются следующие компоненты:

- микроконтроллер ATmega8535;
- внешние датчики, например, датчик движения PIR и датчик звука;
- резисторы;
- транзисторы;
- LCD-дисплей;
- пьезодинамик;
- резисторы для подключения дисплея и пьезодинамика.

Разработка схемы сигнализации состоит из следующих шагов (рис. 1):

- подключение внешних датчиков к микроконтроллеру ATmega8535 через разъемы ввода-вывода;
- настройка программы для микроконтроллера ATmega8535 и проверка состояния внешних датчиков, выдача сигнала на LCD-дисплей и пьезодинамик при обнаружении движения или звука;
- подключение LCD-дисплея к микроконтроллеру ATmega8535 для вывода информации о состоянии датчиков и сигналах;
- подключение пьезодинамика к микроконтроллеру ATmega8535 для выдачи звукового сигнала при обнаружении движения или звука;
- выполнение моделирования работы сигнализации, проверка работы на наличие ошибок и исправление их при необходимости.

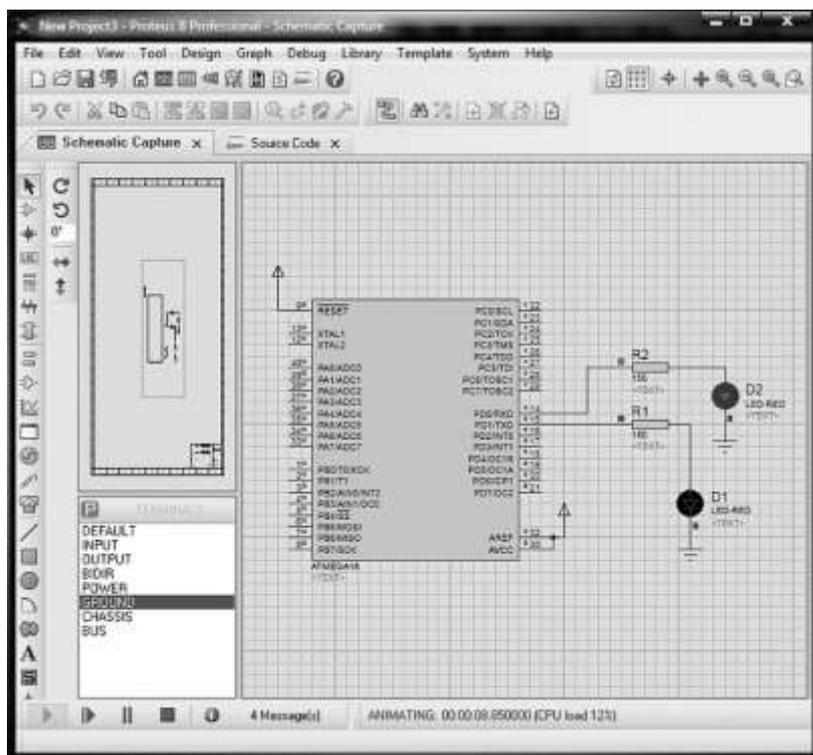


Рисунок 1 – Схема реализации сигнализации в программе Proteus на базе микроконтроллера АТmega8535

Для разработки прошивки микроконтроллера используем программу Atmel Studio 7 где в качестве языка программирования возьмем язык C и дополним его следующими библиотеками языка C: `avr/io.h` (ввода-вывода микроконтроллера), `avr/interrupt.h` (прерываний микроконтроллера), `avr/delay.h` (задержки микроконтроллера), `stdio.h` (общего назначения для ввода-вывода), `lcd.h` (для работы с LCD-дисплеями). В программном коде подключение библиотек осуществляется указанием служебного слова, заголовков (`#include`) в начале программы, а также следует настроить порты микроконтроллера для работы с внешними устройствами. Затем выполняется проектирование работы микроконтроллера с проверкой контактов портов ввода-вывода с системой взаимодействия с внешними датчиками и вывода информации как на LCD дисплей, так и звукового сигнала на пьезодинамик:

```
#include <avr/io.h>
#include "lcd.h"
#define PZ1 PB0 // Пин пьезодинамика
#define SENSOR1 PC0 // Пин первого внешнего датчика
#define SENSOR2 PC1 // Пин второго внешнего датчика
```

```

int main(){
    // Инициализация дисплея
    lcd_init();
    // Конфигурирование портов
    DDRB = _BV(PZ1); // PZ1 на выход
    DDRC = 0x00;    // Все порты PCx на вход
    // Подтяжка портов PC0 и PC1 к VCC
    PORTC = _BV(SENSOR1) | _BV(SENSOR2);
    int sensor1_val = 0;
    int sensor2_val = 0;
    while(1)
    {
        // Считывание значений с датчиков
        sensor1_val = PINC & _BV(SENSOR1);
        sensor2_val = PINC & _BV(SENSOR2);
        // Формирование сообщения для вывода на дисплей
        char msg[16];
        sprintf(msg, "Sensor1:%d,2:%d", sensor1_val, sensor2_val);
        // Вывод сообщения на дисплей
        lcd_clrscr();
        lcd_puts(msg);
        // Если значения датчиков выше порога, то вывод сообщения и гене-
рация звукового сигнала
        if(sensor1_val > 0 && sensor2_val > 0){
            lcd_gotoxy(0, 1);
            lcd_puts("ALERT: Obstacle!");
            PORTB |= _BV(PZ1);
            _delay_ms(1000);
            PORTB &= ~_BV(PZ1);
            _delay_ms(1000);
        }
        _delay_ms(100); // Задержка между проверками сигналов
    }
    return 0;
}

```

Следующим шагом в моделировании схемы устройства будет компиляция программного кода и прошивка микроконтроллера в программе Proteus. Затем необходимо провести моделирование работы схемы через имитацию запуска микроконтроллера с последующей проверкой работы дисплея. Выполняя имитацию воздействия на внешние датчики можно получить картину работы указанной схемы в различных условиях ее эксплуатации. Особенность программы Proteus заключается так же в том, что мы можем поэтапно вводить в схему новые компоненты и проводить эксперименты с условием того, что для ввода нового элемента схемы нужно в коде прошивки вводить дополнительные функции и подключать библиотеки. В частности, схему можно расширить, добавив в нее, например, дополнительный функционал реализовав чтение сигналов с внешних датчиков или управление моторами. Добавление новых элементов в Proteus ограничено только воображением разработчика, так как библиотека компонент имеет большой спектр элементов, в частности, датчики освещенности, давления, веса, расстояния и т.д. Следует только помнить, что при проектировании прошивки микроконтроллера ATmega8535 в программе Atmel Studio 7 следует для каждого нового датчика подбирать соответствующую библиотеку, в частности для работы с датчиками - элементы из библиотеки Sensors.

Подводя итог использования программы Proteus для моделирования схемы сигнализации можно сказать, что указанная программа позволяет довольно легко проводить построения схем любой степени сложности, позволяет поэтапно проводить достройку схемы вводя по несколько элементов в схему и выполнять моделирование работы элементов схемы на каждом шагу моделирования. Создание прошивки микроконтроллера может быть осуществлено как в самой программе Proteus, так и с использованием стороннего ПО, в частности программы Atmel Studio 7, что дает возможность использовать различные библиотеки элементов и расширить спектр подключаемого оборудования.

Список литературы

1. Краснов, С. А. Автоматизированное проектирование универсального лабораторного стенда на базе микропроцессоров серии AVR с использованием пакета программ Proteus / С. А. Краснов, В. И. Монахов, Т. И. Плющева // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2014) : тезисы докладов всероссийской научной студенческой конференции, Москва, 15–16 апреля 2014 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский

государственный университет дизайна и технологии». – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет дизайна и технологии", 2014. – С. 90.

2. Хомяков, А. В. Разработка блока управления для автоматического контроля и регулирования температуры с применением программы Proteus / А. В. Хомяков, М. И. Мехно // Современные электротехнические и информационные комплексы и системы: Материалы V Международной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и научно-технических работников, посвящённой 105- летию со дня образования КубГТУ, Армавир, 10–11 ноября 2023 года. – Армавир: ООО «Редакция газеты «Армавирский собеседник», 2023. – С. 76-80.

3. Альтерман, А. Д. Программа для автоматического проектирования электрических схем Proteus / А. Д. Альтерман, А. С. Парфенова // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – № 12(29). – С. 121-122.

4. Фам, Т. Х. Моделирование работы усилительно-преобразующего блока мобильного измерителя концентрации кислорода в программе Proteus / Т. Х. Фам // Техника XXI века глазами молодых ученых и специалистов. – 2022. – № 20. – С. 315-321.

5. Сбоев, В. М. Моделирование электромеханических систем в программе "Proteus VSM" / В. М. Сбоев, В. В. Рычков // Всероссийская ежегодная научно-техническая конференция "Общество, наука, инновации" (НТК-2012) : Сборник материалов: Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ, Киров, 16–27 апреля 2012 года / Ответственный редактор: Литвинец С.Г.. – Киров: Вятский государственный университет, 2012. – С. 1146-1149.

6. Журавлев, А. А. Разработка цифрового двойника уличного фонаря с помощью программы Proteus / А. А. Журавлев // Modern Science. – 2020. – № 12-5. – С. 364-368.

7. Третьяков, О. В. Особенности программирования микроконтроллеров с помощью универсального программатора ронурrog и пакета программ Proteus / О. В. Третьяков, И. А. Одарченко // Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов VII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3-х томах, Старый оскол, 10 апреля 2014 года. Том 1. – Старый оскол: Общество с ограниченной ответственностью "Ассистент плюс", 2014. – С. 146-148.

8. Колесникова, Т. Применение программы CodeVisionAVR для управления LCD-дисплеями в Proteus 8.11 / Т. Колесникова // Компоненты и технологии. – 2021. – № 10(243). – С. 86-97.

9. Клочек, М. С. Программа для автоматического проектирования электрических схем Proteus / М. С. Клочек, А. С. Парфенова // Инновационное развитие. – 2018. – № 1(18). – С. 11-12.

10. Лысенков, А. А. Проектирование восьмиразрядного двоичного счетчика на базе процессора STM32 с визуализацией в программе Proteus / А. А. Лысенков, Н. А. Пикулев // Актуальные вопросы науки и практики: Сборник научных трудов по материалам XXXIX Международной научно-практической конференции, Анапа, 06 декабря 2021 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2021. – С. 163-167.

References

1. Krasnov, S. A. Automated design of a universal laboratory bench based on AVR series microprocessors using the Proteus software package / S. A. Krasnov, V. I. Monakhov, T. I. Plyushcheva // Innovative development of the light and textile industry (INTEX- 2014): abstracts of reports of the All-Russian scientific student conference, Moscow, April 15–16, 2014 / Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow State University of Design and Technology". – Moscow: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow State University of Design and Technology", 2014. – P. 90.

2. Khomyakov, A. V. Development of a control unit for automatic control and regulation of temperature using the Proteus program / A. V. Khomyakov, M. I. Mekhno // Modern electrical and information complexes and systems: Materials of the V International Scientific and Practical Conference of Teachers, graduate students and scientific and technical workers, dedicated to the 105th anniversary of the founding of Kuban State Technical University, Armavir, November 10–11, 2023. – Armavir: LLC “Editorial office of the newspaper “Armavir Interlocutor”, 2023. – P. 76-80.

3. Alterman, A. D. Program for automatic design of electrical circuits Proteus / A. D. Alterman, A. S. Parfenova // Modern scientific research and development. – 2018. – No. 12(29). – pp. 121-122.

4. Pham, T. H. Modeling the operation of the amplification-converting unit of a mobile oxygen concentration meter in the Proteus program / T. H. Pham // Technology of the 21st century through the eyes of young scientists and specialists. – 2022. – No. 20. – P. 315-321.
5. Sboev, V. M. Modeling of electromechanical systems in the "Proteus VSM" program / V. M. Sboev, V. V. Rychkov // All-Russian annual scientific and technical conference "Society, Science, Innovation" (NTK-2012): Collection of materials : All-university section, BF, GF, FEM, FAVT, FAM, FPMT, FSA, HF, ETF, Kirov, April 16–27, 2012 / Executive editor: Litvinets S.G. - Kirov: Vyatka State University, 2012. - pp. 1146-1149.
6. Zhuravlev, A. A. Development of a digital twin of a street lamp using the Proteus program / A. A. Zhuravlev // Modern Science. – 2020. – No. 12-5. – pp. 364-368.
7. Tretyakov, O. V. Features of programming microcontrollers using the universal ponyprog programmer and the Proteus software package / O. V. Tretyakov, I. A. Odarchenko // Youth and scientific and technical progress: Collection of reports of the VII international scientific and practical conference of students and graduate students and young scientists. In 3 volumes, Sary Oskol, April 10, 2014. Volume 1. – Sary Oskol: Limited Liability Company “Assistant Plus”, 2014. – pp. 146-148.
8. Kolesnikova, T. Application of the CodeVisionAVR program for controlling LCD displays in Proteus 8.11 / T. Kolesnikova // Components and Technologies. – 2021. – No. 10(243). – pp. 86-97.
9. Klochek, M. S. Program for automatic design of electrical circuits Proteus / M. S. Klochek, A. S. Parfenova // Innovative development. – 2018. – No. 1(18). – pp. 11-12..
10. Lysenkov, A. A. Design of an eight-bit binary counter based on the STM32 processor with visualization in the Proteus program / A. A. Lysenkov, N. A. Pikulev // Current issues of science and practice: Collection of scientific papers based on the materials of the XXXIX International Scientific and Practical Conference , Anapa, December 06, 2021. – Anapa: Limited Liability Company “Research Center for Economic and Social Processes” in the Southern Federal District, 2021. – P. 163-167.

ПРОГРАММНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ С ОТКРЫТЫМ КОДОМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОРНЫХ ЯДЕР RISC-V

А.В. Строгонов¹, О.Л. Бордюжа², А.И. Строгонов³

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

³ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Аннотация. В статье рассматривается международный опыт в разработке процессорных ядер на примере RISC-V с использованием программных инструментов с открытым кодом. Описано использование языка аппаратного конструирования Chisel в академических научных центрах за рубежом для создания библиотек сложных генераторов процессорных ядер, кэшей различных уровней, интерфейсов шин и других функциональных блоков в контексте систем на кристалле (СнК).

Ключевые слова: процессорные ядра, программные инструменты, функциональные блоки, эффективность, методология.

OPEN SOURCE SOFTWARE TOOLS FOR DESIGNING RISC-V PROCESSOR CORES

A.V. Strogonov¹, O.L. Bordyuzha², A.I. Strogonov³

¹Voronezh State Technical University

²Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

³Voronezh State University

Abstract. The article discusses international experience in the development of processor cores using the example of RISC-V using open source software tools. The use of the Chisel hardware design language in academic research centers abroad is described to create libraries of complex generators of processor cores, caches of various levels, bus interfaces and other functional blocks in the context of systems on a chip (SoC).

Keywords: processor cores, software tools, functional blocks, efficiency, methodology.

В настоящее время за рубежом в академических научных центрах широко используют язык аппаратного конструирования Chisel для создания библиотеки сложных генераторов процессорных ядер, кэшей различных уровней, интерфейсов шин (внутрикристальных межсоединений для соединений и управления функциональными блоками в СнК-разработках) и др.

Rocket Chip - это СнК-генератор разработанный в Калифорнийском университете в Беркли. Rocket Chip имеет открытый исходный код и доступно по лицензии BSD на Github. Rocket Chip поддерживает интеграцию пользовательских ускорителей в виде расширений набора команд, сопроцессоров или полностью независимых новых ядер. Процессорные ядра, сгенерированные Rocket были изготовлены в кремнии и показали способность загружать ОС Linux.

Rocket Chip генерирует процессорные ядра общего назначения, использующие открытый RISC-V ISA, и обеспечивает как генерацию стандартных конвейерных скалярных ядер (Rocket in-order) с очередным, так и ядер с внеочередным исполнением команд (Berkeley Out-of-Order Machine, BOOM). BOOM является суперскалярным ядром RV64G [1].

Chisel (**Constructing Hardware in a Scala Embedded Language**) - язык описания аппаратуры, настроенный над Scala, который транслируется в Verilog код. Chisel можно рассматривать как библиотеку для Scala.

Chisel это язык описания аппаратного обеспечения с открытым исходным кодом, используемый для описания цифровых логических схем и схем на уровне регистровых передач (hardware construction language, HCL). Chisel добавляет примитивы аппаратного обеспечения к языку программирования Scala, предоставляя разработчикам возможности современного языка программирования для написания сложных параметризуемых генераторов схем, которые создают синтезируемый Verilog код. Эта методология позволяет создавать повторно используемые компоненты и библиотеки, такие как очередь FIFO и арбитры в стандартной библиотеке Chisel, повышая уровень абстракции в дизайне при сохранении детального контроля.

Scala является преемником Java. Scala более объектно-ориентирован, чем Java, а также обладает возможностями функционального языка. Сочетание двух подходов делает программирование на Scala гибким, повышает эффективность кода и позволяет реализовывать нестандартные решения [2].

Из RTL- описания на Chisel строится аппаратный граф, который, в свою очередь, превращается в промежуточное описание на языке firrtl, а уже после встроенный интерпретатор генерирует из firrtl код Verilog или C++.

Verilator имеет аналогичную или лучшую производительность по сравнению с Verilog симуляторами с закрытым исходным кодом (например, Carbon Design Systems Carbonator, Modelsim/Quarta, Cadence Incisive/NC-Verilog, Synopsys VCS, VTOC и Pragmatic CVer/CVC).

Симулятор Verilator позволяет преобразовать Verilog модули в C++ классы, которые потом компилируются в обычную исполняемую программу. Что позволяет достичь очень высокой производительности. Verilator, может обрабатывать только синтезируемый Verilog код с учетом архитектурного базиса ПЛИС [3].

Verilator не переводит Verilog HDL напрямую на C ++ или SystemC. Verilator компилирует код пользователя в более быструю оптимизированную модель с разделением на потоки, которая, в свою очередь, помещается в модуль C ++/SystemC. Результатом является скомпилированная модель Verilog, которая выполняется даже в одиночном потоке более чем в 10 раз быстрее, чем standalone SystemC, а в одиночном потоке примерно в 100 раз быстрее, чем интерпретируемые симуляторы Verilog, такие как Icarus - Verilog. Дополнительное 2-10-кратное ускорение может быть получено за счет многопоточности (что дает в общей сложности 200-1000 раз больше по сравнению с интерпретируемыми симуляторами).

Verilator — это инструмент, который компилирует исходные коды Verilog и SystemVerilog в высокооптимизированный (и, возможно, многопоточный) циклически точный код C++ или SystemC. Преобразованные модули можно создавать и использовать в тестовом стенде C++ или SystemC для проверки и/или моделирования [4].

На рис. 1 показан пример экземпляра Rocket Chip. На нем изображены две ячейки (плитки) с процессорными ядрами Rocket и BOOM, которые подключены к 4 рядам кэша (специальный буфер быстрой памяти) L2\$, который через интерфейс L2toIO подключен к внешним системам ввода-вывода и памяти с помощью моста TileLink/AXI4. Генерируемые процессорные ядра содержат L1-кэши инструкций и данных (L1I\$ и L1D\$), TLB (буферы быстрого перевода) и FPU (модуль операций с плавающей запятой) с интерфейсами MemIO и HostIO для связи с внешним миром, интерфейс "RoCC", который связывается с подключенными ядрами ускорителей/сопроцессоров.

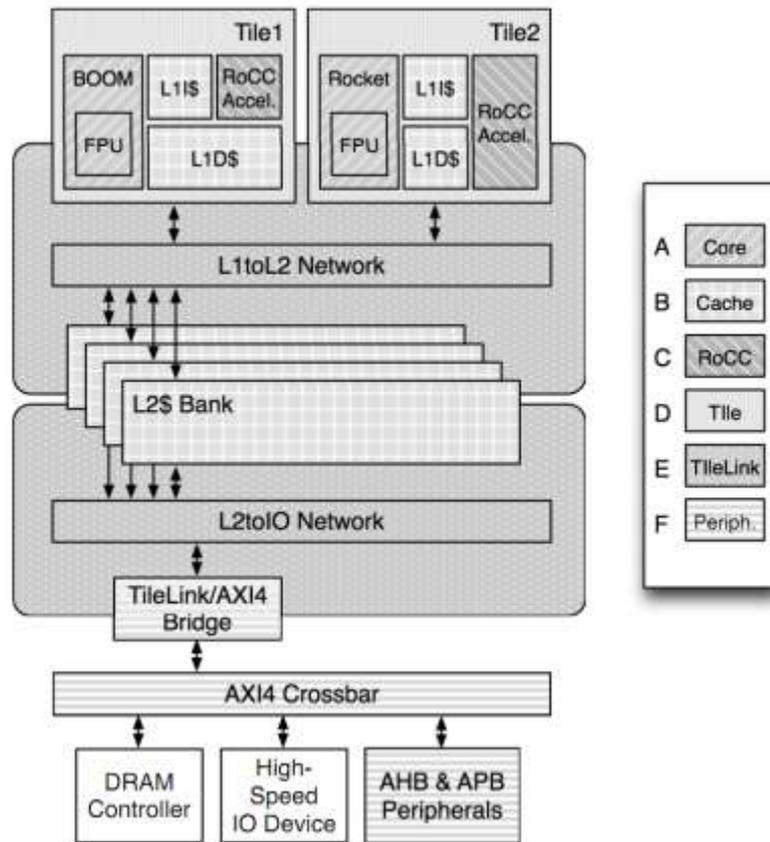


Рис. 1. Rocket Chip генератор микропроцессорных ядер состоит из следующих подкомпонентов: основной генератор ядер (A); генератор кэша (B); генератор RoCC-совместимого сопроцессора (C); генератор ячеек (D); TileLink – генератор связей между ячейками (E); периферийные устройства (F)

Генераторы ядер Rocket и BOOM могут включать в себя: дополнительные модули FPU, настраиваемые конвейеры функциональных блоков и настраиваемые предсказатели ветвлений программы; семейство генераторов кэша и TLB с настраиваемыми размерами, ассоциативностью и политики замены; пользовательский интерфейс сопроцессора RoCC; шаблон генератора ячеек, с учетом когерентности кэшей; генератор связей между плитками (генератор сетей агентов когерентности кэша и связанных с ним контроллеров кэша). Опции конфигурации включают: количество ячеек, политику согласованности, наличие общего резервного хранилища и реализация базовых физических сетей); периферийные устройства: генераторы шин, совместимых с AMBA (AXI, AHB-Lite и APB) и множество конверторов и контроллеров, включая процессор Z-scale.

Rocket Chip представляет собой генератор скалярных ядер RV64G с 5-ступенчатым конвейером (выборка, декодирование, выполнение, память, обратная

запись), с модулем управления памятью MMU, которое поддерживает виртуализацию памяти на основе страниц, неблокирующий кэш данных и интерфейс с предсказанием переходов [5].

Предсказание ветвлений программы настраивается и обеспечивается целевым буфером переходов (BTV), таблицей истории переходов (BHT) и стеком адресов возврата (RAS). Доступна поддержка некоторых расширений ISA (M, A, F, D). BOOM поддерживает спекулятивное выполнение ветвлений программы и предсказание переходов, используя BTV, RAS и параметризованный резервный предиктор (BPD).

Некоторые из доступных поддерживаемых предикторов, которые могут быть созданы, включают gshare предиктор (двухуровневая адаптивная схема предсказания ветвлений, с использованием хор, называется gshare) и TAGE предиктор (тегированный геометрический, TAgged Geometric предиктор с размером истории, разновидность которого используется в процессоре с архитектурой Intel Haswell). BOOM использует модуль загрузки/накопления операций с агрессивным планированием. На рис. 2 показан сгенерированный суперскалярный RV64G процессор BROOM.

Rocket Chip реализуется на Xilinx Ultrascale+ FPGA серия Zynq-7000 с использованием инструментов разработки и отладки встраиваемых микропроцессорных систем таких как Parallella и ZedBoard. Реализация ядра RV32I возможна на ПЛИС серии Lattice ICE40. Код написан на SystemVerilog и компилируется при помощи IceStorm.

Китайская академия наук придаёт большое значение созданию экосистем технологий с открытым исходным кодом. В 2018 году был сформирован Китайский альянс RISC-V для развития проектов. Процессор Xiangshan и разработанная к нему ОС Aolai демонстрируют стремление Китая укрепить экосистему RISC-V.

Институт компьютерных технологий китайской академии наук в 2020 г представил проект XiangShan, развивающий высокопроизводительный открытый процессор на базе архитектуры набора команд RISC-V (RV64GC) с использованием программных инструментов с открытым исходным кодом для их проектирования. Нарботки проекта открыты под пермиссивной лицензией (лицензии на программное обеспечение, которые практически не ограничивают свободу действий пользователей ПО и разработчиков, работающих с исходным кодом) MulanPSL 2.0.

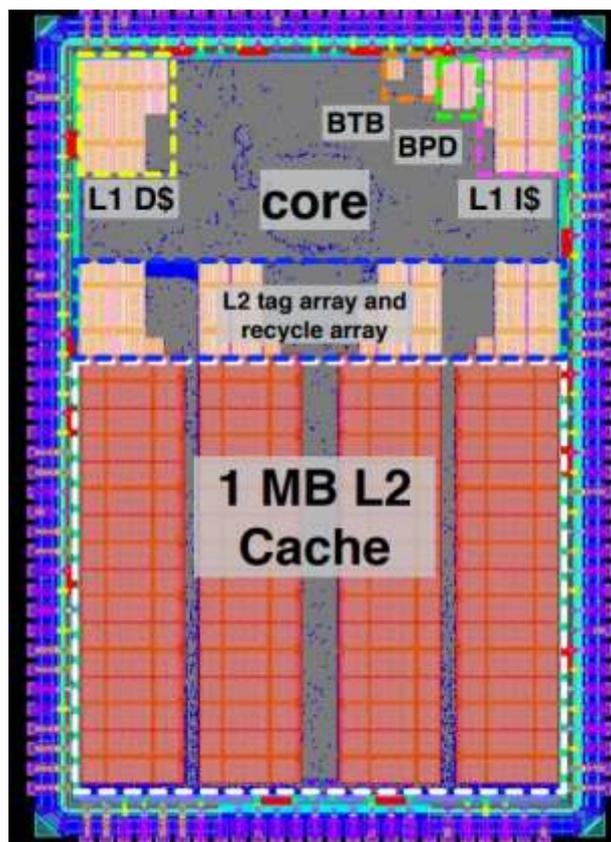


Рис. 2. Топологическое планирование кристалла суперскалярного RV64G процессора BROOM, изготовленного на кремниевой фабрике TSMC по технологии 28 нм

В настоящее время разработаны 3 поколения процессоров (описание аппаратных блоков процессоров RISC-V представлено на языке Chisel). Микропроцессорные ядра проекта XiangShan были реализованы в базисе ПЛИС и проведено их моделирование с использованием Verilog-симулятора Verilator с открытым исходным кодом [6]. В качестве эталонной операционной системы, используемой при тестировании реализации на базе ПЛИС, применяется Debian GNU/Linux.

Компания Alibaba Cloud Intelligence (китайский облачный провайдер) открыла исходные коды, а также соответствующее программное обеспечение и инструменты четырех процессорных ядер RISC-V: XuanTie E902, E906, C906 и C910. Хотя RISC-V является открытым стандартом и существует значительная доля ядер RISC-V с открытым исходным кодом, многие коммерческие ядра RISC-V имеют закрытый исходный код.

На базе этих ядер можно самостоятельно разработать свой процессор (СнК) и начать массовое производство. Открытый доступ к документации ядра

процессора облегчает разработку программного обеспечения и портирование необходимых драйверов.

Схемы, описания аппаратных блоков на языке Verilog, симулятор и сопутствующая проектная документация опубликованы на GitHub под лицензией Apache 2.0. Отдельно опубликованы адаптированные для работы с процессорами XuanTie версии компиляторов GCC и LLVM, библиотека Glibc, инструменты Binutils, загрузчик U-Boot, ядро Linux, middleware с интерфейсом OpenSBI (Supervisor Binary Interface), платформа для создания встраиваемых систем на базе Linux Yocto Project. Ядра OpenE902, OpenE906, OpenC906 и OpenC910, доступны на GitHub под лицензией Apache 2.0.

Как видим, многие китайские проекты ставят перед собой задачу разработать процессорные ядра RISC-V ISA с использованием программных инструментов САПР с открытым исходным кодом.

Список литературы

1. Фролов В.А. Исследование технологии RISC-V / В.А. Фролов, В.А. Галактионов, В.В. Санжаров // Труды ИСП РАН, том 32, вып. 2, 2020 г., стр. 81-98. DOI: 10.15514/ISPRAS-2020-32(2)-7.
2. Харрис С.Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера: RISC-V / Сара Л. Харрис, Дэвид Харрис. // пер. с англ. В.С. Яценкова, А.Ю. Романова; под ред. А. Ю. Романова. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 810 с.
3. Строгонов А.В. Эффективный подход в разработке управляющих автоматов микропроцессорных ядер ПЛИС / А.В. Строгонов, О.Л. Бордюжа, А.И. Строгонов // Электроника: Наука, Технология, Бизнес, 2024. № 1. С. 1-8.
4. Ачкасов А.В. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 7-17.
5. Строгонов А.В. Схемы очистки конфигурационной памяти ПЛИС / А.В. Строгонов, О.И. Орехов, А.С. Плохих, О.Л. Бордюжа // Твердотельная электроника, микроэлектроника и наноэлектроника. Межвузовский сборник научных трудов. – Воронеж, 2023. - С. 279-281.
6. Зольников В.К. Обзор программ для САПР субмикронных СБИС и учет электрофизических эффектов глубоко субмикронного уровня / В.К. Зольников, А.Л. Савченко, А.Ю. Кулай // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 40-47.

References

1. Frolov V.A. Research of RISC-V technology / V.A. Frolov, V.A. Galaktionov, V.V. Sanzharov // Proceedings of ISP RAS, volume 32, issue. 2, 2020, pp. 81-98. DOI: 10.15514/ISPRAS–2020–32(2)–7.
2. Harris S.L. Digital Circuit Design and Computer Architecture: RISC-V / Sarah L. Harris, David Harris. // lane from English V.S. Yatsenkova, A.Yu. Romanova; edited by A. Yu. Romanova. – M.: DMK Press, 2021. – 810 p.
3. Strogonov A.V. An effective approach to the development of control machines for FPGA microprocessor cores / A.V. Strogonov, O.L. Bordyuzha, A.I. Strogonov // Electronics: Science, Technology, Business, 2024. No. 1. P. 1-8.
4. Achkasov A.V. Features of the design of microcircuits made using deep-submicron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 4. – P. 7-17.
5. Strogonov A.V. Schemes for clearing FPGA configuration memory / A.V. Strogonov, O.I. Orekhov, A.S. Plokhikh, O.L. Bordyuzha // Solid-state electronics, microelectronics and nanoelectronics. Interuniversity collection of scientific papers. – Voronezh, 2023. - pp. 279-281.
6. Zolnikov V.K. Review of programs for CAD submicron VLSI and taking into account electrophysical effects at the deep submicron level / V.K. Zolnikov, A.L. Savchenko, A.Yu. Kulai // Modeling of systems and processes. – 2019. – T. 12, No. 1. – P. 40-47.

Научное издание

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

Материалы Международной научно-практической конференции

Воронеж, 2 апреля 2024 г.

Ответственные редакторы В.К. Зольников, А.И. Заревич

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано к изданию 11.06.2024. Объем данных 21,4 Мб
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8