

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА»**

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ, ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

**КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ,
СЛОЖНЫЕ СИСТЕМЫ:
МОДЕЛИРОВАНИЕ, УСТОЙЧИВОСТЬ,
СТАБИЛИЗАЦИЯ,
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Материалы VIII Международной
научно-практической конференции**

21-22 апреля 2022 г.

Елец – 2022

УДК 51
ББК 32.97
С 34

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина
от 27.01.2022 г., протокол №1*

Редколлегия:

О.Н. Масина, доктор физико-математических наук, доцент
(Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина);
О.В. Дружинина, доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник (Федеральный исследовательский центр
«Информатика и управление» Российской академии наук).

Рецензенты:

А.Н. Коненков, доктор физико-математических наук,
профессор кафедры математики
(Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина);
В.Е. Щербатых, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры математики и методики ее преподавания
(Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина)

С 34 Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии: материалы VIII Международной научно-практической конференции. 21-22 апреля 2022 г. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2022. – 389 с.

ISBN 978-5-00151-303-2

В сборнике представлены материалы VIII Международной научно-практической конференции, проходившей в ЕГУ им. И. А. Бунина 21-22 апреля 2022 г. Включенные в сборник материалы посвящены теоретическим аспектам, практическим приложениям и современным тенденциям в области системного анализа, управления и обработки информации, теории устойчивости и стабилизации динамических систем, математического моделирования технических систем с применением комплексов проблемно-ориентированных программ. Рассмотрены возможности применения информационных технологий в сфере образования, научных исследований, технических разработок.

Сборник предназначен научным работникам, преподавателям вузов, аспирантам, магистрантам, студентам.

УДК 51
ББК 32.97

ISBN 978-5-00151-303-2

© Елецкий государственный
университет им. И.А. Бунина, 2022

Содержание

Секция 1. Устойчивость, стабилизация, управление в сложных системах.....	9
<i>Кудинов Ю.И., Кудинов И.Ю., Дуванов Е.С.</i> Построение и идентификация нечетких моделей	9
<i>Лискина Е.Ю.</i> Алгоритм проверки достаточных условий существования периодических решений нелинейной автономной системы дифференциальных уравнений в критическом случае.....	14
<i>Попов А.А., Талагаев Ю.В.</i> Моделирование синхронизации нелинейных динамических систем в среде MATHCAD	19
<i>Дружинина О.В., Масина О.Н., Петров А.А.</i> Вопросы построения регуляторов в задаче интеллектуального управления ленточным конвейером.....	25
<i>Фёдоров А.В.</i> Методика воспроизводимых исследований в области математического моделирования на основе Docker.....	29
<i>Костюк Ф.В.</i> Обеспечение устойчивости и безопасности функционирования информационно-коммуникационных сетей.....	33
<i>Елецких К.С.</i> Применение метода возмущений на примере осциллятора Ван-дер-Поля	38
<i>Лисовский Е.В.</i> Об устойчивости двумерных и трехмерных динамических моделей, задаваемых линейными нестационарными дифференциальными уравнениями.....	41
<i>Бестиков Д.С., Ларина Е.В., Дуванов Е.С.</i> Определение оптимальных настроек ПИ-регулятора методом расширенных частотных характеристик	45
<i>Елецких И.А.</i> Обобщение классических критериев орбитальной устойчивости на системы произвольного порядка.....	49
<i>Бестиков Д.С., Ларина Е.В., Дуванов Е.С.</i> Использование языка Python для построения динамической модели объекта.....	53
<i>Петрова С.Н., Коржавина Н.В., Гевейлер Н.С., Дуплинский Д.А., Медяев И.Н.</i> Обобщение и анализ математической модели развития и взаимодействия предприятий	57
<i>Андропова О.Ю., Игонина Е.В.</i> Анализ программных средств для моделирования динамических систем	62
<i>Петраков Н.С.</i> О проблемах устойчивости в математическом моделировании	67
Секция 2. Аналитическое и когнитивное моделирование сложных систем. Инструментально-методическое обеспечение для решения	

задач системного моделирования с применением технологий машинного обучения и отечественных аппаратно-программных средств	70
<i>Кондаков О.В., Кондакова Е.В.</i> Математическое моделирование магнитооптического эффекта в висмуте в субмиллиметровом диапазоне длин волн.....	70
<i>Оленёв Н.Н.</i> Эндогенная производственная функция	76
<i>Будочкина С.А., Лыу Т.Х., Хонг Т.И.</i> Об аналитическом моделировании конечномерных систем.....	80
<i>Корепанов Э.Р., Белоусов В.В., Дружинина О.В.</i> Подход к реализации быстрых алгоритмов с применением вычислительной платформы «Эльбрус 801-РС»	84
<i>Щенникова Е.В., Трифонова Д.Ю., Навошин Р.Е.</i> Особенности разработки алгоритмического обеспечения в задачах распознавания эмоций человека.....	88
<i>Шугурова М.А.</i> Математическое моделирование годового хода температуры воздуха	91
<i>Людаговская М.А., Кабанов М.А.</i> Применение сверточных нейросетей при обработке видеoinформации в транспортных системах	96
<i>Васильева И.И.</i> Пример построения миграционно-популяционных моделей с учетом конкуренции.....	101
<i>Киселев Е.Г.</i> Математическое моделирование магнитооптического эффекта в ультраквантовом пределе	105
<i>Коновалов Н.Д., Оленёв Н.Н.</i> Построение и исследование математической модели экономики России.....	109
<i>Петрова С.Н., Петров Н.П., Мурзуков М.Э.</i> Продвижение границы жидкости при напорной фильтрации	115
<i>Гладких О.Б.</i> Анализ проблем создания единой медицинской информационной системы	119
<i>Зайцев Д.С.</i> Особенности компьютерного моделирования многоуровневых управляемых систем	122
<i>Коновалова А.Г.</i> Модель Ромера.....	126
Секция 3. Технологии и системы программирования. Информационные и интеллектуальные технологии в науке и образовании	131
<i>Сапиев А.З., Доргушаова А.К.</i> Основные тенденции в цифровой трансформации высшего образования.....	131

<i>Мамедли Рамиль Эльман оглы.</i> Динамическая оптимизация распределенных запросов на широковебательных сетях	136
<i>Петров А.А., Дружинина О.В., Масина О.Н.</i> Особенности апробации и верификации модулей специализированного программного комплекса гибридной интеллектуальной обучающей среды	140
<i>Климова Т.Ф.</i> Модель формирования компетенций современного специалиста транспортной отрасли	143
<i>Дворяткина С.Н.</i> Интеллектуальное моделирование персонализированного обучения математике с динамической классификацией квалиметрических характеристик	146
<i>Корниенко Д.В.</i> Использование механизмов конфигурации 1С: Университет ПРОФ в образовательном процессе ВУЗа	152
<i>Александрова Л.Н.</i> О проблеме повышения уровня культуры информационной безопасности и кибербезопасности молодежи	155
<i>Воробьев С.В.</i> Ключевые элементы модернизации ИТ-подготовки студентов финансово-экономического направления в условиях импортозамещения.....	159
<i>Мишина С.В.</i> Учет персональных данных в конфигурации 1С: Зарплата и кадры государственного учреждения 8	161
<i>Гнездилова Н.А.</i> Анализ функциональной методики потока данных.....	164
<i>Сафронова Т.М.</i> Специфика применения современных педагогических технологий в условиях формирования цифровой образовательной среды в российских школах	166
<i>Рыманова Т.Е., Черноусова Н.В.</i> Моделирование гносеологических процессов средствами математики.....	171
<i>Жук Л.В.</i> Гибридная интеллектуальная обучающая система как эффективное средство управления качеством предметной подготовки по математике	174
<i>Симоновская Г.А.</i> Использование цифровой образовательной среды при решении задач прикладной направленности.....	178
<i>Лыкова К.Г.</i> Процессы цифровой трансформации в математическом образовании	181
<i>Щучка Т.А.</i> Отдельные вопросы администрирования системы REDIS	185
<i>Попов С.Е.</i> Методика обучения будущих программистов коллективной разработке и тестированию программного обеспечения в системе среднего профессионального образования.....	187
<i>Лаухин В.В.</i> К вопросу преимуществ использования облачных платформ перед on-premises решениями	190

<i>Смолин К.В.</i> Об использовании эмуляторов и их преимуществах	193
<i>Артёмов И.А.</i> Оптимизация алгоритма создания в базе данных учетной записи сотрудника организации	197
<i>Ненкова Т.Д.</i> О возможностях использования табличного процессора для ведения бухгалтерского учета в образовательных организациях	200
<i>Иванников И.С.</i> Применение «1С: Библиотека стандартных подсистем» при разработке программного комплекса, автоматизирующего бизнес-процессы организации	204
<i>Коняев Н.Г.</i> Использование программы Lazarus для автоматизации рабочего места бухгалтера	211
<i>Важенина П.К., Кострикин Р.Э.</i> Внедрение механизма расширений в типовую конфигурацию 1С.....	214
<i>Потехин Р.В.</i> Фреймворк django: особенности разработки веб-приложений.....	216
<i>Каверин О.В.</i> Аспекты использования IoT-технологий на промышленных предприятиях	219
<i>Самсонова К.В.</i> Проектирование отказоустойчивых корпоративных сетей ТСП/Р	223
<i>Мишукова Ю.Л.</i> Сравнительный анализ инструментов для проектирования и разработки средств автоматизированного учета	226
<i>Тинькова П.И.</i> Особенности реализации гибких подходов в процессе обучения студентов.....	231
<i>Демина А.Ю.</i> Цифровые технологии как триггер изменений отношений в российском образовании	233
<i>Зверева К.И.</i> Возможности применения элементов технологии Scrum в образовательном процессе вуза	235
<i>Кабанов Р.В.</i> Разработка средств поддержки дистанционных методов обучения и самообучения на основе анализа информационных ресурсов.....	237
<i>Свечнов В.Д.</i> Особенности применения современных цифровых технологий в рамках дистанционного обучения студентов.....	242
<i>Голиков О.В.</i> Анализ систем выявления угроз вторжения в беспроводных сетях.....	244
<i>Федорин Е.А.</i> Разработка формы аутентификации для базы данных сотрудников кафедры высшего учебного заведения.....	246
<i>Назаренко И.А.</i> Модель предметной области как основа проектирования информационной системы	250
<i>Рожко Н.А.</i> Триггер и его приложения для описания функционирования аппаратных средств.....	252

<i>Соломенцева Е.С.</i> Процессный подход в проектировании информационных систем	255
<i>Андропов Д.В.</i> Сравнительный анализ языков программирования, используемых для разработки мобильных приложений.....	257
<i>Алексеева У.И.</i> Приложение теории булевых функций к диагностике заболеваний.....	262
<i>Комарова А.В.</i> Использование баз знаний в образовании	265
<i>Попов Е.С.</i> Калькулятор комплексных чисел с различными видами вывода.....	270
<i>Хлыстов В.В.</i> Разложение функции в ряд Тейлора в Maple	273
<i>Татаринцев Г.К., Мамедова Ф.Ф.</i> Удаление объектов на видео с помощью искусственного интеллекта	276
<i>Данилина Л.Я.</i> Электронные образовательные ресурсы в работе учителя математики.....	278
<i>Жигулин В.А., Быков Д.А.</i> Использование программных пакетов в лабораторном практикуме по дисциплине «Радиоавтоматика»	281
Секция 4. Информационные, интеллектуальные и наукоемкие технологии в инженерных разработках	287
<i>Белоусов В.В., Дружинина О.В., Корепанов Э.Р., Макаренко И.В., Максимова В.В.</i> Применение методов машинного обучения для выявления неисправностей буксовых узлов вагонов в режиме реального времени...	287
<i>Фазилова З.Т., Локтев А.А.</i> Оценка плавности хода на участках обращения скоростных и высокоскоростных поездов.....	292
<i>Климова Д.В.</i> Задача моделирования систем безопасности транспортного пересадочного узла городской агломерации с учетом человеческого фактора	299
<i>Довгаль В.А.</i> Анализ актуальности использования коллаборативных роботов в парадигме Индустрии 4.0	303
<i>Зайцев А.А., Фазилова З.Т., Кекелев А.И.</i> Вопросы надежности, деформативности и оценки рисков эксплуатации земляного полотна железных дорог	308
<i>Таров Д.А., Тарова И.Н.</i> Системная классификация инцидентов информационной безопасности IT-сети организации.....	314
<i>Людаговская М.А., Дружинина О.В.</i> Проблемы структуризации данных в задачах диагностики технического состояния объектов транспортной инфраструктуры	318
<i>Таров Д.А., Тарова И.Н.</i> Тенденции развития средств обеспечения сетевой безопасности	323

<i>Щучка Р.В.</i> Риски устойчивости системы возделывания сахарной свеклы в современном аспекте	329
<i>Ермаков А.А.</i> Методы обеспечения безопасности сайтов в сети Интернет по отношению к DDoS атакам	331
<i>Дунаева В.И.</i> Технология интернета вещей в реализации умной теплицы	335
<i>Агарков И.Р.</i> Способы информационной защиты текстовых сообщений от DDoS атак.....	337
<i>Дорохина В.С.</i> Реализация цифры в проекте «Умный сад».....	341
<i>Успенский Д.В., Мотин П.С.</i> Подход к разработке интеллектуальной системы мониторинга и прогнозирования для обеспечения безопасного функционирования вокзального комплекса.....	343
<i>Сафонова Д.С.</i> Умное поле в цифровой трансформации сельского хозяйства	348
<i>Грачёв Д.К.</i> Способы безопасного удаления персональных данных из социальных сетей	350
<i>Мельников М.О.</i> Особенности разработки курсов по дисциплинам IT-профиля на платформе Stepik	355
<i>Медяев И.Н., Каленов С.Н.</i> Обработка параметрической информации для обеспечения безопасного функционирования эскалаторного комплекса метрополитена	361
<i>Самсонов И.С.</i> Обеспечение информационной безопасности web-приложений с помощью межсайтового скриптинга	364
<i>Чепель С.А.</i> Обзор способов идентификации человека компьютеризированными системами	369
<i>Панова Е.Н.</i> Актуальные направления развития наземных транспортно-логистических комплексов.....	371
<i>Ненкова Т.Д.</i> Обеспечение информационной безопасности в мессенджерах.....	374
<i>Мельников М.О.</i> Автоматизация развертывания инфраструктуры для подготовки студентов СПО к сдаче демонстрационного экзамена по стандартам WorldSkills	378
<i>Недопёкина К.И.</i> Использование модулей Pagespeed, Security и Spamhaus для обеспечения безопасности сайтов	383
<i>Лосева А.В.</i> Особенности проектирования и строительства электродепо метрополитена в условиях мегаполиса	387

**СЕКЦИЯ 1. УСТОЙЧИВОСТЬ, СТАБИЛИЗАЦИЯ,
УПРАВЛЕНИЕ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ**

ПОСТРОЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ

Кудинов Ю.И.¹, Кудинов И.Ю.², Дуванов Е.С.³

^{1,2,3}Липецкий государственный технический университет

e-mail: ¹kudinov.yi@mail.ru, ²atom_lipetsk@list.ru,

³evgenyduvanov@yandex.ru

Аннотация. В статье описываются основные элементы и процедуры, осуществляющие построение и идентификацию нечетких моделей в программном комплексе. Приведена схема идентификации нечеткой модели. Предложена блок-схема иерархического алгоритма идентификации в автоматическом режиме. Разработанный программный комплекс используется для решения практических задач и в учебном процессе.

Ключевые слова: нечеткая модель, идентификация параметрическая и структурная, алгоритмы, программный комплекс.

CONSTRUCTION AND IDENTIFICATION OF FUZZY MODELS

Abstract. The article describes the main elements and procedures that carry out the construction and identification of fuzzy models in the software package. The fuzzy model identification scheme is given. A block diagram of a hierarchical identification algorithm in the automatic mode is proposed. The developed software package is used to solve practical problems and in the educational process.

Keywords: fuzzy model, parametric and structural identification, algorithms, software package.

В работе рассматриваются основные процедуры построения и идентификации нечетких моделей, реализованные в программном комплексе (ПК). В настоящее время применяются в основном три вида нечетких моделей.

Точечная модель в продукционных правилах содержит константы

$$R^\theta: \text{если } x_1 \text{ есть } X_1^\theta, x_2 \text{ есть } X_2^\theta, \dots, x_m \text{ есть } X_m^\theta, \text{ то } y = c^\theta, \quad (1)$$

качественная модель Mamdani – нечеткие множества

$$R^\theta: \text{если } x_1 \text{ есть } X_1^\theta, x_2 \text{ есть } X_2^\theta, \dots, x_m \text{ есть } X_m^\theta, \text{ то } y \text{ есть } Y^\theta \quad (2)$$

и **линейная модель** Тагачи Sugeno (*TS*) – линейные уравнения

$$R^\theta: \text{если } x_1 \text{ есть } X_1^\theta, x_2 \text{ есть } X_2^\theta, \dots, x_m \text{ есть } X_m^\theta, \text{ то } y^\theta = c_0^\theta + \sum_{j=1}^m c_j x_j, \quad (3)$$

где $\theta = \overline{1, q}, j = \overline{1, m}$; θ – номер правила; q – число правил; j – номер входной переменной x ; m – количество входных переменных; $\mathbf{c}^\theta = (c_0^\theta, c_1^\theta, \dots, c_m^\theta)$ – вектор коэффициентов; X_i^θ, Y^θ – нечеткие множества, характеризующиеся функциями принадлежности (ФП) $X_i^\theta(x_i, \mathbf{d}_i^\theta), Y^\theta(y, \mathbf{d}^\theta)$, форма, размеры и расположение которых зависит от векторов параметров \mathbf{d}_i^θ и \mathbf{d}^θ .

Для описания динамики объекта используется нечеткая разностная *TS* модель с обратной связью, которая имеет продукционные правила

$$R^\theta: \text{если } \hat{y}(t-1) \text{ есть } Y_1^\theta, \dots, \hat{y}(t-r) \text{ есть } Y_r^\theta, u(t) \text{ есть } U_0^\theta, \dots, u(t-s) \text{ есть } U_s^\theta,$$

$$\text{то } y^\theta = a_0^\theta + \sum_{l=1}^r a_l^\theta \hat{y}(t-l) + \sum_{l=0}^s b_l^\theta u(t-l), \quad (4)$$

где $\hat{y}(t-1), \dots, \hat{y}(t-r)$ – рассчитанные по нечеткой модели значения выхода в моменты времени $t-1, \dots, t-r$.

Введем переменные $x_1(t) = \hat{y}(t-1), x_2(t) = \hat{y}(t-2), \dots, x_m(t) = u(t-s)$, образующие входной вектор $x(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t)) = (\hat{y}(t-1), \hat{y}(t-2), \dots, u(t-s))$, $m = r + s + 1$, нечетких множеств $X_1^\theta = Y_1^\theta, X_2^\theta = Y_2^\theta, \dots, X_m^\theta = U_s^\theta$ и коэффициентов линейных уравнений $c_0^\theta = a_0^\theta, c_1^\theta = a_1^\theta, \dots, c_m^\theta = b_s^\theta$ и позволяющие переписать (4) в виде

$$R^\theta: \text{если } x_1(t) \text{ есть } X_1^\theta(t), \dots, x_m(t) \text{ есть } X_m^\theta, \text{ то } y^\theta(t) = c_0^\theta + \sum_{j=1}^m c_j^\theta x_j(t). \quad (5)$$

Нечеткие правила (1) – (4), оснащенные механизмом вывода образуют нечеткие модели. Механизм вывода, примененный к нечетким правилам, дает возможность при заданном входе рассчитать соответствующий выход.

В соответствии с теорией систем алгоритмы идентификации нечеткой модели включают алгоритмы структурной, параметрической и гибридной идентификации, как показано на рис. 1. Структурная идентификация нечетких моделей предполагает определение числа продукционных правил и выбор наиболее значимых входных переменных и ФП среди всех возможных кандидатов.

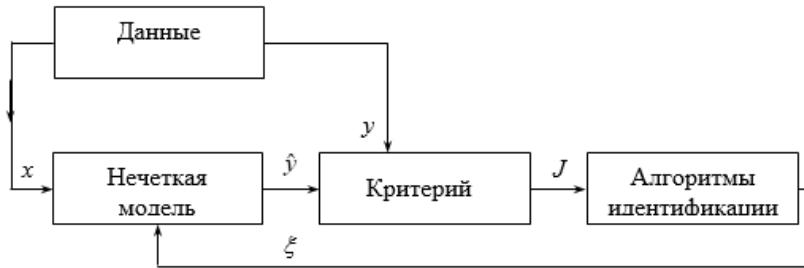


Рис.1. Схема идентификации нечеткой модели

Параметрическая идентификация заключается в уточнении параметров ФП (левой части правил) и коэффициентов линейных уравнений (правой части правил).

Повышение эффективности идентификации нечетких моделей зависит от выбора комбинации взаимодействующих алгоритмов структурной и параметрической идентификации, именуемой гибридной идентификацией.

Для описания нечетких множеств используются гауссова (рис. 2а), кусочно-линейная (рис. 2б) и колокольная (рис. 2в) ФП с вектором параметров d .

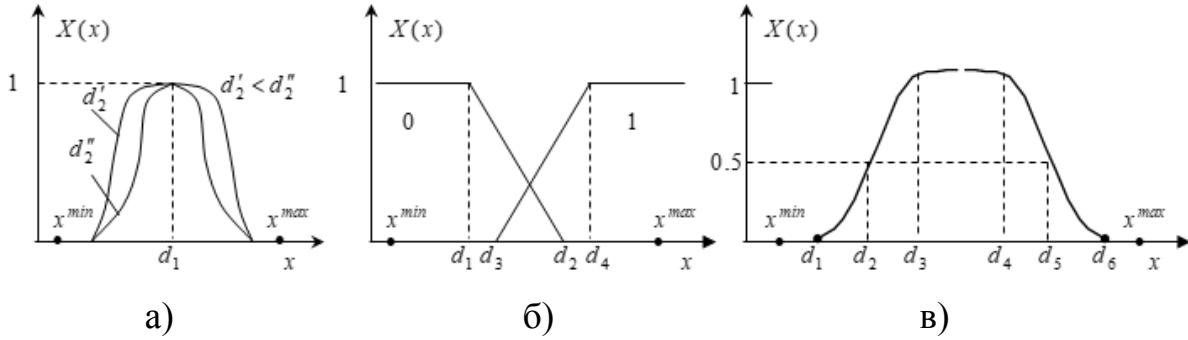


Рис. 2. Функции принадлежности

В качестве критерия идентификации в ПК предлагаются следующие:

«Относительный среднемодульный» $J = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \left(\frac{|y(k) - \hat{y}(k)|}{y(k)} \right),$ (6)

«Среднемодульный» $J = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N |y(k) - \hat{y}(k)|,$ (7)

и т. д. Здесь $y(k), \hat{y}(k)$ – заданное и расчетное значения выхода в точках $k = \overline{1, N}$.

Сформулируем условие адекватности

$$J \leq J^\delta, \tag{8}$$

где J^δ – допустимое значение критерия J .

Алгоритмы параметрической и структурной идентификации определяют значения векторов коэффициентов c , параметров ФП d , количество правил q и значимых переменных m , образующих вектор ξ .

Векторы коэффициентов линейных уравнений $c(k)$ нечеткой модели, определяются **рекуррентным методом наименьших квадратов (РМНК)**. Для известного набора данных $x(k) = (x_1(k), \dots, (x_m(k))), y(k), k = \overline{1, N}$, вычисляются корректирующая матрица

$$Q(k) = Q(k - 1) - \frac{Q(k-1)\tilde{x}(k)\tilde{x}^T(k)Q(k-1)}{1 + \tilde{x}^T(k)Q(k-1)\tilde{x}(k)} \tag{9}$$

и вектор коэффициентов

$$c(k) = c(k - 1) + Q(k - 1)(y(k) - c^T(k - 1)\tilde{x}(k)). \tag{10}$$

Искомое значение вектора c равно $c(N)$. Алгоритм многократно повторяется до выполнения условия адекватности (8) или снижения скорости сходимости $\Delta J^i = |J^i - J^{i-1}|$ на γ -ой итерации до минимально-допустимой ΔJ^δ , т.е.

$$\Delta J^i \leq \Delta J^\delta. \tag{11}$$

Параметры ФП d определяются **генетическим алгоритмом (ГА)**, состоящим из четырех операторов: отбора, скрещивания, мутации и редукции, реализующих законы эволюции живой природы.

В ГА используется случайное число $x \in [x^{min}, x^{max}]$, вычисляемое по формуле

$$x = Rnd(x^{min}, x^{max}) = x^{min} + P(x^{max} - x^{min}),$$

где P – случайное число в интервале $[0, 1]$.

Создание исходной популяции. Задается нулевая особь

$$\mathbf{d} = (d_1^0, d_2^0, \dots, d_h^0) = (d_{1,1}^1, \dots, d_{1,6}^1, \dots, d_{m,1}^1, \dots, d_{m,6}^1, \dots, d_{1,1}^q, \dots, d_{1,6}^q, \dots, d_{m,1}^q, \dots, d_{m,6}^q)$$

$h = 6 \cdot mh$, в которой 3 раза определяется количество генов $g_j = Rnd(1, h), j = 1, 2, 3$, g_j раз определяется номер k_j мутируемого гена $k_j = Rnd(1, h)$ и получается исходная популяция

$$\mathbf{d}^j = (d_1^j, d_2^j, \dots, d_h^j), j = 1, 2, 3.$$

Оператор отбора. По модели прогноза дефектов вычисляется критерий J (одно из выражений (6) – (9)) и выбираются два наименьших, например $J(\mathbf{d}^1)$ и $J(\mathbf{d}^3)$ с родителями $\mathbf{d}^1, \mathbf{d}^3$.

Оператор скрещивания. Определяется точка разбиения $\mu = Rnd(1, h)$ и обмениваются элементы подстрок родителей после μ , образуя потомки $\mathbf{d}^4, \mathbf{d}^5$.

$$\text{Родители} \begin{cases} d_1^1, \dots, d_\mu^1, d_{\mu+1}^1, \dots, d_h^1, \\ d_1^3, \dots, d_\mu^3, d_{\mu+1}^3, \dots, d_h^3, \end{cases} \quad \text{Потомки} \begin{cases} d_1^1, \dots, d_\mu^1, d_{\mu+1}^3, \dots, d_h^3, \\ d_1^3, \dots, d_\mu^3, d_{\mu+1}^1, \dots, d_h^1. \end{cases}$$

Оператор мутации при выполнении условия

$$Rnd(1, 100) \leq 3$$

определяет номер

$$\lambda = Rnd(1, h)$$

генов d_λ^4 и d_λ^5 , которые переставляются в потомках $\mathbf{d}^4, \mathbf{d}^5$.

Оператор редукции из расширенной популяции $\mathbf{d}^1 - \mathbf{d}^5$ выбирает три особи с минимальным значением критерия J .

Когда не выполняются условия адекватности (8), возникает необходимость в алгоритме увеличения количества правил q нечеткой модели.

Строки массива данных сортируются в порядке возрастания выхода y , образуя интервал $[y^{min}, y^{max}]$, который делится на q подинтервалов $[y^{\theta-1}, y^\theta]$, $\theta = \overline{1, q}, y^0 = y^{min}, y^q = y^{max}$, где q – число правил в нечеткой модели. В пределах найденного θ -го подинтервала $[y^{\theta-1}, y^\theta]$ ФП $X(x)$ входной переменной x строится следующим образом:

- определяются границы подинтервала $[x^{\theta-1}, x^\theta]$ изменения входной переменной вызывающего изменение выхода y в интервале $[y^{\theta-1}, y^\theta]$

$$\begin{aligned} x^{\theta-1} &= \min\{x | y^{\theta-1} \leq y(x) \leq y^\theta\}, \\ x^\theta &= \max\{x | y^{\theta-1} \leq y(x) \leq y^\theta\}; \end{aligned} \quad (12)$$

- подинтервал $[x^{\theta-1}, x^\theta]$ разбивается на 6 одинаковых отрезков длиной

$$\Delta d = \frac{(x^\theta - x^{\theta-1})}{6}; \quad (13)$$

- параметры ФП вычисляются по формулам

$$\begin{aligned} d_1 &= 0.9x^{\theta-1}, d_2 = x^{\theta-1} + \Delta d, \quad d_3 = x^{\theta-1} + 2\Delta d, \\ d_4 &= x^{\theta-1} + 4\Delta d, d_5 = x^{\theta-1} - \Delta d, \quad d_6 = 1.1x^\theta. \end{aligned} \quad (14)$$

Увеличение q на единицу, приводящее к пересчету ФП с использованием соотношения (12) и формул (13), (14), должно удовлетворять ограничению

$$q \leq q^{\delta},$$

где q^{δ} – предельно-допустимое число правил в нечеткой модели.

Идентификация нечеткой модели осуществляется в автоматическом и ручном режимах. Идентификация в автоматическом режиме реализуется на базе иерархического алгоритма, блок-схема которого приведена ниже (рис. 3).

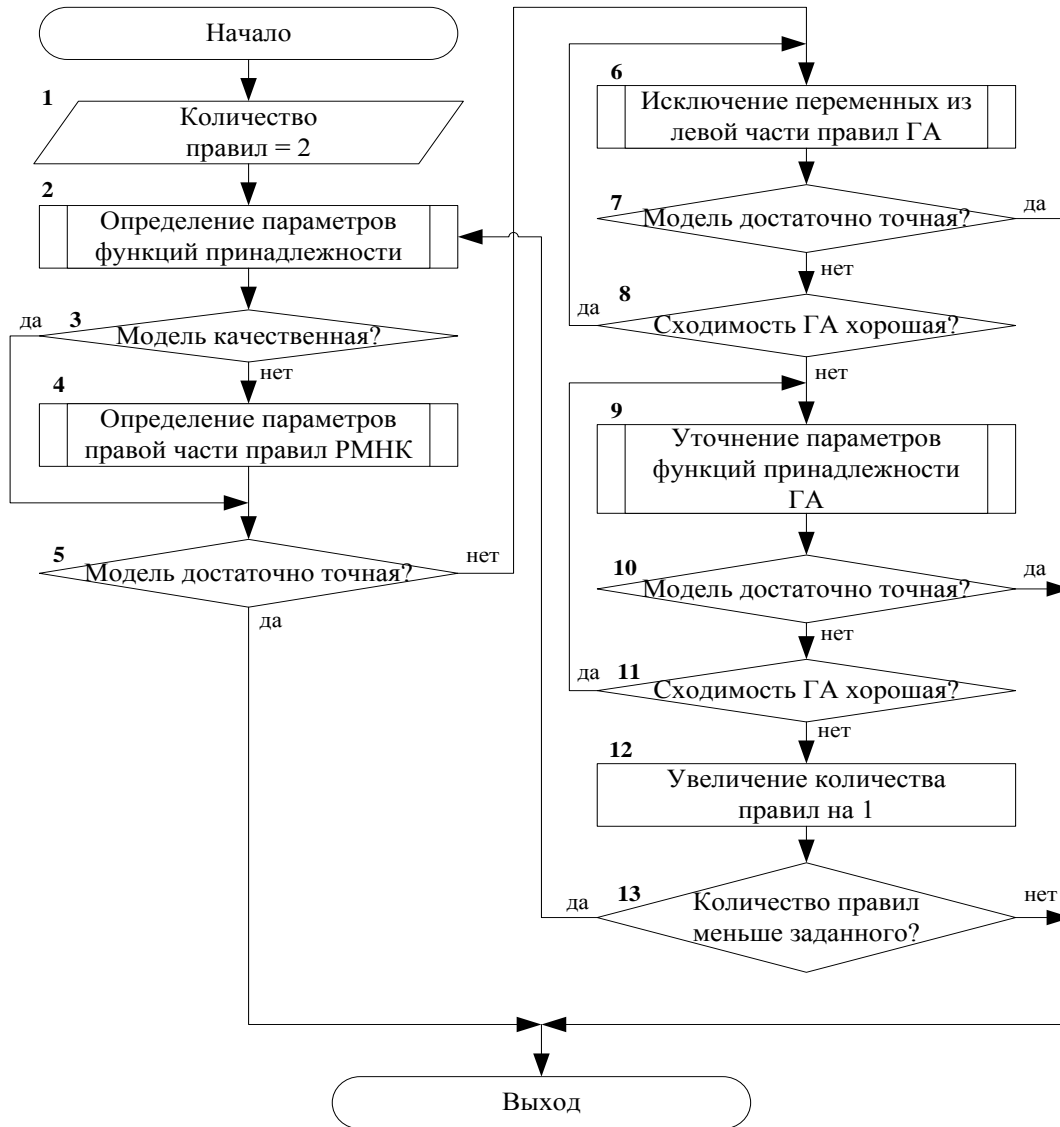


Рис. 3. Блок-схема иерархического алгоритма идентификации

Сходимость считается удовлетворительной, если для ошибки модели J^l , полученной на γ -ой итерации выполняется условие

$$\frac{|J^{\gamma} - J^{\gamma-1}|}{J^{\gamma-1}} \times 100 \leq 10\%.$$

Разработанный программный комплекс успешно применялся для решения практических задач [1] и в учебном процессе [2].

Список литературы

1. Кудинов Ю.И., Келина А.Ю., Кудинов И.Ю., Пащенко А.Ф., Пащенко Ф. Ф. Нечеткие модели и системы управления. Москва: Изд-во URSS, 2017.
2. Кудинов Ю. И., Пащенко, Ф. Ф., Кудинов И. Ю., Пащенко А. Ф. Нечеткое моделирование и управление в технических системах: учебное пособие. СПб: ЛАНЬ, 2022.

АЛГОРИТМ ПРОВЕРКИ ДОСТАТОЧНЫХ УСЛОВИЙ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НЕЛИНЕЙНОЙ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В КРИТИЧЕСКОМ СЛУЧАЕ

Лискина Е.Ю.

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

e-mail: e.liskina@365.rsu.edu.ru

Аннотация. Предложен алгоритм исследования окрестности сложного состояния равновесия нелинейной системы дифференциальных уравнений в критическом случае. Указанный алгоритм позволяет определять отсутствие или наличие периодических решений. Алгоритм может быть реализован в виде компьютерной программы.

Ключевые слова: автономная динамическая система, критический случай, сложный фокус, центр, проблема различения центра и фокуса.

ALGORITHM FOR CHECKING SUFFICIENT CONDITIONS FOR THE EXISTENCE OF PERIODIC SOLUTIONS OF A NONLINEAR AUTONOMOUS SYSTEM OF DIFFERENTIAL EQUATIONS IN THE CRITICAL CASE

Abstract. An algorithm for studying the neighborhood of a complex equilibrium state of a nonlinear system of differential equations in the critical case is proposed. This algorithm allows you to determine the absence or presence of periodic solutions. The algorithm can be implemented as a computer program.

Keywords: autonomous dynamic system, critical case, complex focus, center, the problem of distinguishing center and focus.

Введение. Проблеме различения центра и фокуса аналитическими методами посвящено достаточно большое количество исследований [1–3]. Однако,

коэффициентные условия получены для кубических систем [2] и систем с определенной симметрией нелинейных членов [1]. В работах [4, 5] методом введения вспомогательного параметра получены достаточные коэффициентные условия существования ненулевых T -периодических решений в окрестности нулевого состояния равновесия.

Постановка задачи. Рассматривается динамическая система

$$\dot{x} = Ax + f(x), \quad (1)$$

в которой $x \in \mathbf{R}^2$, \mathbf{R}^2 – двумерное вещественное векторное пространство, $A = \begin{pmatrix} a & b \\ -c & -a \end{pmatrix}$ – матрица, имеющая пару чисто мнимых собственных значений $\lambda_{1,2} = \pm \omega i$ ($\omega = \sqrt{bc - a^2}$, $a^2 < bc$, $bc > 0$, [1]). Решение $x \equiv 0$ является состоянием равновесия системы (1). Вектор-функция $f(x)$ разложима в окрестности точки $O(0; 0)$ в ряд Маклорена так, что компонентами ряда являются суммы форм порядка $k \geq 2$ относительно компонент вектора x , $\|x\| = \max_{i=1,2} \{|x_i|\}$. Система (1) на множестве $\Omega(\varepsilon_0) = \{x \in \mathbf{R}^2, \|x\| \leq \varepsilon_0\}$ удовлетворяет условиям существования, единственности и непрерывной зависимости решения от начальных данных. Построен алгоритм, позволяющий решить проблему различения центра и фокуса для системы (1) на основе этих коэффициентных условий. Проверка условий по данному алгоритму является более удобной для компьютерной реализации, чем проверка условий из исследования [3].

2. Алгоритм. 1. Выполним замену переменных $x = (E + M)\bar{x}$, где $M = \left(m_{ij}(\mu)\right)_{i,j=1}^2$ – матрица параметров, функции $m_{ij}(\mu)$ непрерывны по компонентам вектора $\mu \in \mathbf{R}^m$, $\|\mu\| = \max_{i=1,m} \{|\mu_i|\}$, $M(0) = 0_{2,2}$, E – единичная 2×2 -матрица. Пусть норма матрицы $\|M\| = \max_{i=1,m} \{|m_{i1}| + |m_{i2}|\}$, тогда матричный ряд $(E + M)^{-1} = \sum_{i=0}^{+\infty} (-1)^i M^i$ равномерно сходится на множестве $W(\varepsilon_1) = \{\mu \in \mathbf{R}^m: \|\mu\| \leq \varepsilon_1 \Rightarrow \|M\| < 1\}$.

2. Используя свойства разложения вектор-функции $f(x)$ в ряд Маклорена, свойства матрицы M , явный вид матрицы A и фундаментальной матрицы $X(t)$ соответствующей линейной системы $\dot{x} = Ax$, удовлетворяющей условию $X(0) = E$, условие существования ненулевого – периодического решения в окрестности нулевого состояния равновесия на множестве $[0, T] \times U(\delta_0) \times W(\delta_0)$ в виде

$$-\frac{v(\mu)}{\omega^3} E\alpha + A^{-1}\bar{G}(\alpha)\alpha + \bar{\psi}(\alpha, \lambda, \mu) = 0, \quad (2)$$

где

$$v(\mu) = 4a^2 m_{12}(\mu)m_{21}(\mu) - bc(m_{11}(\mu) - m_{22}(\mu))^2 -$$

$$-2a(m_{11}(\mu) - m_{22}(\mu))(cm_{12}(\mu) - bm_{21}(\mu)) - (cm_{12}(\mu) + bm_{21}(\mu))^2,$$

$$\bar{G}(\alpha)\alpha = \int_0^{T_0} X^{-1}(t) \sum_{i=0}^{+\infty} (-1)^i M^i \bar{F}(X(t)\alpha) X(t) \alpha dt,$$

$$\bar{\psi}(\alpha, \mu) = A^{-1} \int_0^T X^{-1}(t) \sum_{i=2}^{+\infty} (-1)^i (M^i A - M^{i-1} A M) X(t) \alpha dt +$$

$$+ A^{-1} \int_0^T X^{-1}(t) \sum_{i=1}^{+\infty} (-1)^i M^i \bar{F}(X(t)\alpha) X(t) \alpha dt + o(\rho^{k+1}),$$

$\lim_{\rho \rightarrow 0} \rho^{-(k+1)} o(\rho^{k+1}) = 0$, $\rho = \max\{\|\alpha\|, \|\mu\|\}$, $\bar{F}(X(t)\alpha)$ – 2×2 -матрица, состоящая из сумм форм порядка не ниже $k - 1$ относительно компонент вектора $X(t)\alpha$.

3. Далее рассматривается два случая: 1) $\bar{G}(\alpha)\alpha \neq 0_2$; 2) $\bar{G}(\alpha)\alpha \equiv 0_2$. Первый случай может иметь место, если хотя бы одно слагаемое в разложении вектор-функции $f(x)$ в ряд Маклорена содержит форму нечетного порядка относительно компонент вектора x . Второй случай всегда имеет место, если все слагаемые в разложении вектор-функции $f(x)$ в ряд Маклорена содержат формы четного порядка относительно компонент вектора x .

Случай 1. Пусть $\bar{G}(\alpha)\alpha \neq 0_2$. Обозначим l – наименьший порядок форм относительно компонент вектора α , входящих в вектор-функцию $\bar{G}(\alpha)\alpha$. Построим элементы $m_{ij} = m_{ij}(\mu)$ ($i, j = \overline{1; 2}$) матрицы M в виде форм порядка $(l - 1) \in \mathbf{N}$ относительно компонент вектора $\mu \in \mathbf{R}^m$, $\mu \in W(\delta_0)$, $l \in \mathbf{N}$. Тогда имеет место представление $s_l(\alpha, \mu) = -\frac{v(\mu)}{\omega^2} E\alpha + \bar{G}(\alpha)\alpha$, где $s_l(\alpha, \mu)$ – форма порядка l по совокупности компонент векторов α, μ .

Случай 2. Пусть $\bar{G}(\alpha)\alpha \equiv 0_2$. Построим компоненты $m_{ij}(\mu)$ ($i, j = \overline{1; 2}$) матрицы M в виде форм порядка $(l - 1)$ относительно компонент вектора $\mu \in \mathbf{R}^m$, $l \in \mathbf{N}$, $\mu \in W(\delta_0)$.

Тогда имеет место представление $s_l(\alpha, \mu) = h(\mu)E\alpha$.

Тогда (см. [1, 3]) условие существования ненулевого – периодического решения в окрестности нулевого состояния равновесия на множестве $[0, T] \times U(\delta_0) \times W(\delta_0)$ можно представить в виде $s_l(\alpha, \mu) + o(\rho^l) = 0_2$.

Обозначим $\zeta = \left(\frac{\alpha}{\rho}, \frac{\mu}{\rho}\right)$, $\|\zeta\| = 1$, $O(\rho) = \frac{o(\rho^l)}{\rho^l}$, $\lim_{\rho \rightarrow 0} O(\rho) = 0$, с учетом этого имеем

$$\tilde{s}_l(\zeta) + O(\rho) = 0_2. \quad (3)$$

4. Следующие теоремы позволяют проверить условия отсутствия или существования периодических решений системы (1) с начальным условием $\alpha \in U(\delta_0) \setminus \{0_2\}$.

Теорема 1 [4]. Если при любом $\zeta \in \mathbf{R}^{2+m} \setminus \{0_2\}$ ($\|\zeta\| = 1$) выполнено неравенство $\tilde{s}_l(\zeta) = 0_2$, то существует такое число $\delta' \in (0, \delta_0)$, что для любых векторов $\alpha \in U(\delta') \setminus \{0\}$, $\mu \in W(\delta')$, система (1) не имеет ненулевых T -периодических решений.

Обозначим множество $Z_0 = \{\zeta_0 \in \mathbf{R}^{m+3} : \|\zeta_0\| = 1 \wedge \tilde{s}(\zeta_0) = 0_2\}$. Для каждого вектора $\zeta_0 \in Z_0$ существует $\rho \in (0, \delta_0)$ такое, что существует вектор $(\alpha_0, \mu_0) \in U(\delta_0) \setminus \{0_2\} \times W(\delta_0)$, что $(\alpha_0, \mu_0) = \rho \zeta_0$ и $s_l(\alpha_0, \mu_0) = 0_2$.

Теорема 2 [4]. Если для вектора $\zeta_0 \in Z_0$ справедливо равенство $\text{rank} D \tilde{s}_l(\zeta_0) = 2$, то существует такое число $\delta_1 > 0$, что на множестве $S_{\zeta_0}(\delta_1) = \{\zeta \in \mathbf{R}^{2+m} : \|\zeta - \zeta_0\| < \delta_1\}$ система (1) имеет семейство ненулевых T -периодических решений $\bar{x}(\bar{t}, \alpha, \mu)$, удовлетворяющих начальным условиям $\bar{x}(0, \alpha, \mu) = \alpha$. Начальные значения $\alpha \in U_{\bar{\alpha}}(\delta')$ решений семейства определяются соотношениями $(\alpha, \mu) = \rho(\zeta_0 + \Delta\zeta^*)$, $(\zeta_0 + \Delta\zeta^*) \in S_{\zeta_0}(\delta_1)$.

Условия теорем 1 и 2 следует проверять в первом случае.

Замечание. Количество периодических решений системы (1) с начальными условиями $\alpha \in U(\delta_0) \setminus \{0_2\}$ определяется количеством решений системы $\tilde{s}_l(\zeta) = 0_2$. Если эта система имеет конечное множество решений, то в окрестности $U(\delta_0) \setminus \{0_2\}$ решение $x \equiv 0$ является центро-фокусом. В [4] доказано, что возможен случай, когда существует бесконечное множество решений в системе $\tilde{s}_l(\zeta) = 0_2$, что соответствует случаю центра в окрестности $U(\delta_0) \setminus \{0_2\}$.

Пусть $\text{rank} D \tilde{s}_{l+1}(\zeta_0) = 1$. Заметим, что во втором случае в силу вида вектор-формы $s_l(\alpha, \mu)$ всегда существуют размерность $m \in \mathbf{N}$ и вектор $\mu_0 \in \mathbf{R}^m$ такие, что $s_l(\alpha, \mu_0) = 0_2$. Тогда для указанной размерности $m \in \mathbf{N}$ и вектора $(\alpha, \mu_0) \in \mathbf{R}^{2+m}$ справедливо равенство $\text{rank} D s_{l+1}(\alpha, \mu_0) \leq 1$. Введем обозначения $\zeta_0 = \rho^{-1}(\alpha, \mu_0)$, $\|\zeta_0\| = 1$, $O(\rho) = \rho^{-1}o(\rho^l)$, $\lim_{\rho \rightarrow 0} O(\rho) = 0$. Тогда для любого фиксированного вектора $\zeta_0 \in Z_0$ разложим вектор-функцию $\tilde{s}_l(\zeta)$ по формуле Тейлора по степеням $\Delta\zeta = \zeta - \zeta_0$, учитывая $\tilde{s}_l(\zeta_0) = 0_2$, получим

$$\tilde{s}_l(\zeta) = D \tilde{s}_l(\zeta_0) \Delta\zeta + \sum_{i=2}^l p_i(\zeta_0; \Delta\zeta), \quad (4)$$

где $p_i(\zeta_0; \Delta\zeta)$ – непрерывная вектор-форма порядка i относительно $\Delta\zeta = \rho^{-1}(\Delta\alpha, \Delta\mu_0)$. С учетом (4) систему (3) приведем к виду

$$D \tilde{s}_l(\zeta_0) \Delta\zeta + p_2(\zeta_0, \Delta\zeta) + o(\|\Delta\zeta\|^2) + O(\rho) = 0_2, \quad (5)$$

в котором $\lim_{\|\Delta\zeta\| \rightarrow 0} \|\Delta\zeta\|^{-2} o(\|\Delta\zeta\|^2) = 0$. Так как $\text{rank} D \tilde{s}_l(\zeta_0) = 1$, то приведем матрицу $D \tilde{s}_l(\zeta_0)$ к ступенчатому виду. Следовательно, система (5) примет следующий вид:

$$\begin{pmatrix} D_1 \tilde{s}_l(\zeta_0) \Delta \zeta \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p_{2(1)}(\zeta_0, \Delta \zeta) \\ \tilde{p}_{2(2)}(\zeta_0, \Delta \zeta) \end{pmatrix} + \tilde{o}(\|\Delta \zeta\|^2) + \tilde{O}(\rho) = 0_2.$$

Пусть множество $V_{\zeta_0}(\delta_1) = \{\Delta \zeta \in \mathbf{R}^{2+m}: \|\Delta \zeta\| \leq \delta_1 \wedge (\zeta_0 + \Delta \zeta) \in Z_0\}$.

Теорема 3 [5]. Если при любом $\Delta \zeta_0 \in V_{\zeta_0}(\delta_1)$ выполнено неравенство $\tilde{p}_{2(2)}(\zeta_0, \Delta \zeta) \neq 0$, то существует такое число $\delta' \in (0; \min\{\delta_0, \delta_1\})$, что для любого вектора $(\alpha, \mu_0) \in (U(\delta') \setminus \{0\}) \times W(\delta')$ система (1) не имеет ненулевых T -периодических решений.

Пусть существует вектор $\Delta \zeta_0 \in V_{\zeta_0}(\delta_1)$, при котором выполнено равенство $\tilde{p}_{2(2)}(\zeta_0, \Delta \zeta_0) = 0$. Обозначим $D\tilde{p}_2(\zeta_0, \Delta \zeta_0)$ – матрицу Якоби вектор-функции $Qp_2(\zeta_0, \Delta \zeta)$, вычисленную при $\Delta \zeta_0$, матрица $(D_1 \tilde{s}_l(\zeta_0) \mid D\tilde{p}_2(\zeta_0, \Delta \zeta_0))$ составлена приписыванием к матрице $D_1 \tilde{s}_l(\zeta_0)$ столбцов матрицы $D\tilde{p}_2(\zeta_0, \Delta \zeta_0)$. Пусть множество $Z_1 = \{\Delta \xi \in \mathbf{R}^{2+m}: \|\Delta \xi\| = \|\Delta \zeta - \Delta \zeta_0\| \leq \delta_1 \wedge \Delta \zeta_0 \in V_{\zeta_0}(\delta_1)\}$.

Теорема 4 [5]. Если для вектора $\Delta \zeta_0 \in V_{\zeta_0}(\delta_1)$, удовлетворяющего условию $\tilde{p}_{2(2)}(\zeta_0, \Delta \zeta_0) = 0$ и $\text{rank}(D_1 \tilde{s}_l(\zeta_0) \mid D\tilde{p}_2(\zeta_0, \Delta \zeta_0)) = 2$, то существует такое число $\delta_2 \in (0; \min\{\delta_0, \delta_1\})$, что на множестве $Z_0 \oplus Z_1$ система (1) имеет семейство ненулевых T -периодических решений $\bar{x}(t, \alpha, \mu_0)$, удовлетворяющих начальным условиям $\bar{x}(0, \alpha, \mu_0) = \alpha$. Начальные значения $\alpha \in U(\delta_0) \setminus \{0\}$ решений семейства определяются соотношениями $(\alpha, \mu_0) = \rho(\zeta_0 + (\Delta \zeta_0 \oplus \Delta \xi))$, $(\zeta_0 + (\Delta \zeta_0 \oplus \Delta \xi)) \in Z_0 \oplus Z_1$.

Пусть $D\tilde{s}_l(\zeta_0) = 0_{2 \times (2+m)}$. Тогда для любого фиксированного вектора $\zeta_0 \in Z_0$ система (5) примет вид $p_2(\zeta_0, \Delta \zeta) + o(\|\Delta \zeta\|^2) + O(\rho) = 0_2$, в котором $\lim_{\|\Delta \zeta\| \rightarrow 0} \|\Delta \zeta\|^{-2} o(\|\Delta \zeta\|^2) = 0$.

Теорема 5 [5]. Если при любом $\Delta \zeta_0 \in V_{\zeta_0}(\delta_1)$ выполнено неравенство $p_2(\zeta_0, \Delta \zeta) \neq 0$, то существует такое число $\delta' \in (0; \min\{\delta_0, \delta_1\})$, что для любого вектора $(\alpha, \mu_0) \in (U(\delta') \setminus \{0\}) \times W(\delta')$ система (1) не имеет ненулевых T -периодических решений.

Пусть существует вектор $\Delta \zeta_0 \in V_{\zeta_0}(\delta_1)$, при котором выполнено равенство $p_2(\zeta_0, \Delta \zeta_0) = 0$; $Dp_2(\zeta_0, \Delta \zeta_0)$ – матрица Якоби вектор-функции $p_2(\zeta_0, \Delta \zeta)$, вычисленная при $\Delta \zeta_0$; множество $Z_1 = \{\Delta \xi \in \mathbf{R}^{2+m}: \|\Delta \xi\| = \|\Delta \zeta - \Delta \zeta_0\| \leq \delta_1 \wedge \Delta \zeta_0 \in V_{\zeta_0}(\delta_1)\}$.

Теорема 6 [5]. Если для вектора $\Delta \zeta_0 \in V_{\zeta_0}(\delta_1)$, удовлетворяющего условию $p_2(\zeta_0, \Delta \zeta_0) = 0$ и $\text{rank} Dp_2(\zeta_0, \Delta \zeta_0) = 2$, то существует такое число $\delta_2 \in (0; \min\{\delta_0, \delta_1\})$, что на множестве $Z_0 \oplus Z_1$ система (2) имеет семейство ненулевых T -периодических решений $\bar{x}(t, \alpha, \mu_0)$, удовлетворяющих начальным условиям $\bar{x}(0, \alpha, \mu_0) = \alpha$. Начальные значения $\alpha \in U(\delta_0) \setminus \{0\}$ решений семейства определяются соотношениями $(\alpha, \mu_0) = \rho(\zeta_0 + (\Delta \zeta_0 \oplus \Delta \xi))$, $(\zeta_0 + (\Delta \zeta_0 \oplus \Delta \xi)) \in Z_0 \oplus Z_1$.

Замечание. Теоремы с нечетными номерами доказаны с использованием свойств непрерывных вектор-функций на замкнутом ограниченном множестве. Теоремы с четными номерами доказаны с использованием теорем о неподвижной точке нелинейного оператора.

Заключение. В данном исследовании приводится алгоритм проверки условий существования.

Список литературы

1. Сахарников Н. А. Решение проблемы центра и фокуса в одном случае // Прикладная математика и механика. 1950. № 14. С. 651.
2. Садовский А. П. Решение проблемы центра и фокуса для кубической системы нелинейных колебаний // Дифференциальные уравнения. 1997. Т. 33, № 2. С. 236–244.
3. Медведева Н. Б. Об аналитической разрешимости проблемы различения центра и фокуса // Труды МИАН. 2006. № 254. С. 11–100.
4. Лискина Е. Ю. О достаточных условиях существования центра нелинейной динамической системы второго порядка // Известия РАН. Дифференциальные уравнения. 2007. № 12. С. 32–38.
5. Лискина Е. Ю. Достаточные условия существования периодических решений системы дифференциальных уравнений с нелинейностью только четной степени в критическом случае // Дифференциальные уравнения и математическое моделирование. 2022. Вып. 3. С. 26–31.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОНИЗАЦИИ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СРЕДЕ MATHCAD

Попов А.А.¹, Талагаев Ю.В.¹

¹Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

e-mail: 1ytalagaev@yandex.ru

Аннотация. Представлено решение задачи синхронизации динамики двух идентичных нелинейных систем. Основу метода решения составляют нечеткое ремоделирование и сведение проблемы к задаче стабилизации замкнутой нечеткой системы Такаги–Сугено. Показано, что удобным средством нечеткого ремоделирования является среда Mathcad.

Ключевые слова: нелинейная система, синхронизация, ремоделирование, нечеткая модель Такаги–Сугено.

SIMULATION OF SYNCHRONIZATION OF NONLINEAR DYNAMIC SYSTEMS IN THE MATHCAD

Abstract. The paper presents the solution of the problem of synchronization of the dynamics of two identical nonlinear systems. The solution method is based on fuzzy remodeling and reduction of the problem to the problem of stabilization of a closed Takagi–Sugeno fuzzy system. It is shown that Mathcad computing environment is a convenient means of fuzzy remodeling.

Keywords: nonlinear system, synchronization, remodeling, Takagi–Sugeno fuzzy model.

Актуальной областью исследований, имеющей широкий спектр приложений, являются системы координированного управления групповым движением. Обычно такие системы представляют собой некоторую совокупность автономных агентов (беспилотные летательные аппараты, мобильные роботы, подводные аппараты и др.). От совместно движущихся агентов требуется осуществление некоторого желаемого коллективного типа поведения. Например, это может быть движение за лидером или стаей, общее наблюдение заданной области и др. Анализ и синтезу подобных мультиагентных систем посвящено большое количество работ [1].

Важной задачей в системах координированного управления является обеспечение синхронизации – согласованного функционирования агентов. В данной работе сформулирован и представлен вариант решения задачи синхронизации «ведущий-ведомый» нелинейных систем на основе перехода к нечеткому описанию в форме моделей Такаги-Сугено (ТС). Инструментом, с помощью которого осуществляется решение, является среда Mathcad.

Постановка задачи. Рассмотрим систему синхронизации «ведущий–ведомый» двух идентичных нелинейных динамических систем.

Пусть $\dot{x}(t) = f(x(t))$ – *ведущая* система ($x(t) \in R^n$ – состояние), $\dot{y}(t) = \hat{f}(y(t), x(t), u(t))$ – *ведомая* система ($y(t) \in R^n$ – состояние, $u(t) \in R^p$ – управление). Задача синхронизации заключается в построении такого управления $u(t) \in R^p$, которое обеспечивает выполнение условия $\lim_{t \rightarrow \infty} \|e(t)\| = 0$, где $e(t) = y(t) - x(t)$ – ошибка синхронизации. Это условие означает, что после завершения переходного процесса отклонение в поведении систем исчезает, и их состояния будут изменяться одинаково.

Нечеткое ремоделирование. Сложность решения задачи синхронизации в первую очередь вызывается нелинейностью моделей, описывающих поведение систем. Вариантом ее преодоления является нечеткое ремоделирование – последовательность математических преобразований, позволяющая заменить данную модель нелинейной системы более удобной для исследования моделью Такаги-Сугено (ТС-модели) [2, 3]. Возможности для преодоления затруднений обеспечивает структура ТС-модели. Она представляет собой набор линейных

моделей (подсистем), взвешенных функциями принадлежности. Линейность существенно упрощает результативность анализа устойчивости и поиска закона управления.

Применение схемы нечеткого ремоделирования [2] заменяет в области фазового пространства $H = \{x \in R^n : \theta_j \in [\underline{\theta}_j, \bar{\theta}_j], j = 1, \dots, p\}$ исходные модели эквивалентными нечеткими ТС-моделями ведущей

$$\dot{x}(t) = \sum_{i=1}^q h_i(\theta(t))(A_i x(t))$$

и ведомой системы

$$\dot{y}(t) = \sum_{i=1}^q h_i(\theta(t))(A_i x(t) + B_i u(t)),$$

в которых функции принадлежности $h_i(\theta) = \prod_{j=1}^p \omega_v^j(\theta_j)$, $i = 1, \dots, q$, $v = \{1, 2\}$ находятся через весовые функции $\omega_1^j(\cdot) = \frac{\bar{\theta}_j - \theta_j(\cdot)}{\bar{\theta}_j - \underline{\theta}_j}$, $\omega_2^j(\cdot) = 1 - \omega_1^j(\cdot)$, $j = 1, \dots, p$, где $\theta_j(\cdot) \in [\underline{\theta}_j, \bar{\theta}_j]$ – образующие вектор $\theta(t) = (\theta_1(t), \dots, \theta_p(t))^T$ переменные посылки, причем $\underline{\theta}_j = \min_{x(t) \in H} \theta_j(x(t))$, $\bar{\theta}_j = \max_{x(t) \in H} \theta_j(x(t))$.

Нечеткая ТС-модель, описывающая ошибку синхронизации, имеет вид

$$\dot{e}(t) = \sum_{i=1}^q h_i(\theta(t))(A_i e(t) + B_i u(t)).$$

В результате нечеткого ремоделирования задача синхронизации сводится к следующей: *необходимо выбрать такой нечеткий регулятор*

$$u(t) = \sum_{i=1}^q h_i(\theta(t))K_i(y(t) - x(t)),$$

где K_i , $i = 1, \dots, q$ – матрицы регуляторов подсистем ТС-модели, который стабилизирует замкнутую систему

$$\dot{e}(t) = \sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^q h_i(\theta(t))h_j(\theta(t))(A_i + B_i K_j)e(t). \quad (1)$$

Замечание. Поиск нечеткого регулятора может осуществляться на основе различных подходов. От этого зависит его эффективность с точки зрения протекания переходного процесса, оптимальности, робастности к неопределенностям и наличию возмущений.

Выберем в качестве синхронизируемых систем нелинейную систему

$$\begin{aligned}\dot{x}_1(t) &= a(x_2(t) - x_1(t)) + bx_4(t), \\ \dot{x}_2(t) &= cx_1(t) - x_1(t)x_3(t) - x_2(t), \\ \dot{x}_3(t) &= x_1(t)x_2(t) - dx_3(t), \\ \dot{x}_4(t) &= -x_1(t) + ax_4(t),\end{aligned}$$

которая демонстрирует сложную (хаотическую) динамику при значениях параметров $a=1$, $b=1.5$, $c=26$, $d=0.7$.

Перепишем систему в виде $\dot{x}(t) = f(x(t))x(t)$, где

$$f(x(t)) = \begin{pmatrix} -a & a & 0 & b \\ c & -1 & -x_1(t) & 0 \\ 0 & x_1(t) & -d & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -a \end{pmatrix}, \quad x(t) = (x_1(t), x_2(t), x_3(t), x_4(t))^T.$$

Поскольку в матричной функции $f(x(t))$ имеется только одна непостоянная часть $x_1(t)$, достаточно выделить одну переменную посылки $\theta(t) = x_1(t) \in [\underline{x}_1, \bar{x}_1]$. Положим $\bar{\theta} = \max_{x_1(t) \in H} \theta(t) = 10$, $\underline{\theta} = \min_{x_1(t) \in H} \theta(t) = -10$, где $H = \{x_1 \in R: \underline{x}_1 \leq x_1(t) \leq \bar{x}_1\}$.

Получаем функции принадлежности

$$h_1(\theta(t)) = \omega_1(\theta(t)) = \frac{\bar{\theta} - \theta(t)}{\bar{\theta} - \underline{\theta}}, \quad h_2(\theta(t)) = \omega_2(\theta(t)) = 1 - \omega_1(\theta(t)).$$

Таким образом, в области H исходной системе соответствует нечеткая ТС-модель $\dot{x}(t) = \sum_{i=1}^2 h_i(\theta(t))(A_i x(t))$, где

$$A_1 = \begin{pmatrix} -a & a & 0 & b \\ c & -1 & -\underline{\theta} & 0 \\ 0 & \underline{\theta} & -d & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -a \end{pmatrix}, \quad A_2 = \begin{pmatrix} -a & a & 0 & b \\ c & -1 & -\bar{\theta} & 0 \\ 0 & \bar{\theta} & -d & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -a \end{pmatrix}.$$

Моделирование в Mathcad. Выбор Mathcad среди прочих математических пакетов прикладных программ обусловлен, в первую очередь, возможностями символьных вычислений.

Зная нечеткое представление синхронизируемых систем, зададим значения параметров, матрицы системы и нечеткого регулятора (рис. 1), которые выбраны из условия сверхустойчивости [4] замкнутой системы (1).

$$\begin{aligned}
 & a := 1 \quad b := 1.5 \quad c := 26 \quad d := 0.7 \quad x_min := -10 \quad x_max := 10 \\
 & A1 := \begin{pmatrix} -a & a & 0 & b \\ c & -1 & -x_min & 0 \\ 0 & x_min & -d & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -a \end{pmatrix} \quad B1 := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \\
 & A2 := \begin{pmatrix} -a & a & 0 & b \\ c & -1 & -x_max & 0 \\ 0 & x_max & -d & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -a \end{pmatrix} \quad B2 := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \\
 & K1 := \begin{pmatrix} -2.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -36 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -10.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \quad K2 := \begin{pmatrix} -2.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -36 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -10.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Рис. 1. Задание значений параметров и системных матриц в Mathcad.

Выполняем символьное вычисление (рис. 2), формирующее правую часть системы дифференциальных уравнений, которая определяет нечеткую ТС-модель (1) (конечный результат здесь не приводится, т.к. он громоздок).

$$(h1)^2 \cdot \begin{pmatrix} e1 \\ e2 \\ e3 \\ e4 \end{pmatrix} + (h2)^2 \cdot \begin{pmatrix} e1 \\ e2 \\ e3 \\ e4 \end{pmatrix} + (A1 + B1 \cdot K1) \cdot \begin{pmatrix} e1 \\ e2 \\ e3 \\ e4 \end{pmatrix} \cdot (h1) \cdot (h2) + (A2 + B2 \cdot K1) \cdot \begin{pmatrix} e1 \\ e2 \\ e3 \\ e4 \end{pmatrix} \cdot (h1) \cdot (h2) \rightarrow$$

Рис. 2. Часть рабочей области листа Mathcad.

$$D(t,e) := \begin{pmatrix} \left(\frac{e1}{20} - \frac{1}{2}\right)^2 \cdot (e2 + 1.5 \cdot e4 + -3.5 \cdot e1) + \left(\frac{e1}{20} + \frac{1}{2}\right)^2 \cdot (e2 + 1.5 \cdot e4 + -3.5 \cdot e1) - 2 \cdot \left(\frac{e1}{20} - \frac{1}{2}\right) \cdot \left(\frac{e1}{20} + \frac{1}{2}\right) \cdot (e2 + 1.5 \cdot e4 + -3.5 \cdot e1) \\ \left(\frac{e1}{20} - \frac{1}{2}\right)^2 \cdot (26 \cdot e1 - 37 \cdot e2 + 10 \cdot e3) - \left(\frac{e1}{20} + \frac{1}{2}\right)^2 \cdot (37 \cdot e2 - 26 \cdot e1 + 10 \cdot e3) + \left(\frac{e1}{20} - \frac{1}{2}\right) \cdot \left(\frac{e1}{20} + \frac{1}{2}\right) \cdot (37 \cdot e2 - 26 \cdot e1 + 10 \cdot e3) - \left(\frac{e1}{20} - \frac{1}{2}\right) \cdot \left(\frac{e1}{20} + \frac{1}{2}\right) \cdot (26 \cdot e1 - 37 \cdot e2 + 10 \cdot e3) \\ (-11.0 \cdot e3 - 10 \cdot e2) \cdot \left(\frac{e1}{20} - \frac{1}{2}\right)^2 + (10 \cdot e2 + -11.0 \cdot e3) \cdot \left(\frac{e1}{20} + \frac{1}{2}\right)^2 - (-11.0 \cdot e3 - 10 \cdot e2) \cdot \left(\frac{e1}{20} - \frac{1}{2}\right) \cdot \left(\frac{e1}{20} + \frac{1}{2}\right) - (10 \cdot e2 + -11.0 \cdot e3) \cdot \left(\frac{e1}{20} - \frac{1}{2}\right) \cdot \left(\frac{e1}{20} + \frac{1}{2}\right) \\ 2 \cdot (e1 + 2 \cdot e4) \cdot \left(\frac{e1}{20} - \frac{1}{2}\right) \cdot \left(\frac{e1}{20} + \frac{1}{2}\right) - (e1 + 2 \cdot e4) \cdot \left(\frac{e1}{20} + \frac{1}{2}\right)^2 - (e1 + 2 \cdot e4) \cdot \left(\frac{e1}{20} - \frac{1}{2}\right)^2 \end{pmatrix}$$

$$t0 := 0 \quad T := 100 \quad N := 10000 \quad e1 := \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} \quad E := \text{Rkadapt}(e1, t0, T, N, D) \quad e1 := E^{(2)} \quad e2 := E^{(3)} \quad e3 := E^{(4)} \quad e4 := E^{(5)} \quad t := E^{(1)}$$

Рис.3. Часть рабочей области листа Mathcad, где проводится интегрирование замкнутой нечеткой системы вида (1)

Визуализация результатов численного моделирования представлена на рис. 4. Хорошо видно, что стабилизирующий нечеткий регулятор обеспечивает синхронизацию систем в течение короткого интервала времени.

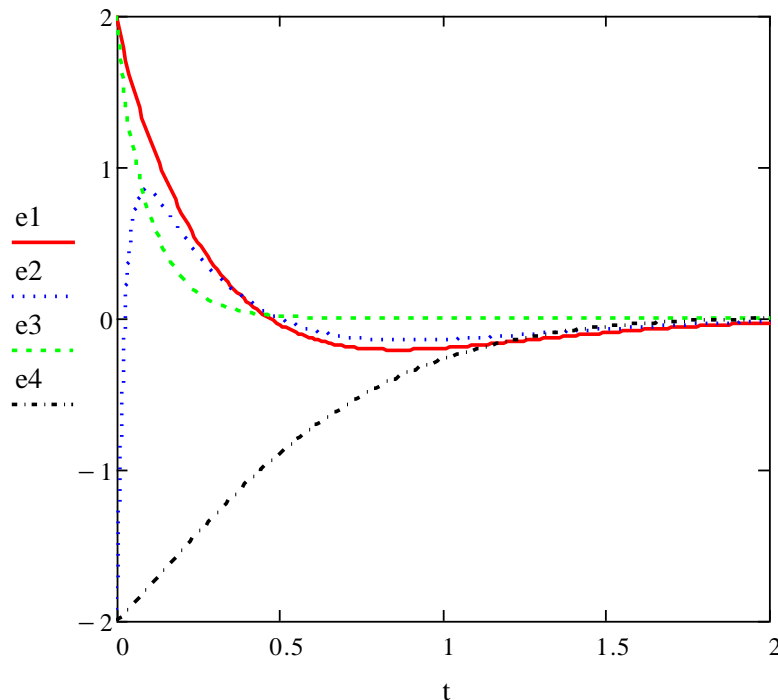


Рис. 4. Часть рабочей области листа Mathcad, где построен график процесса синхронизации

Заключение. В работе представлен вариант решения задачи синхронизации динамики двух идентичных нелинейных динамических систем. В основе метода – нечеткое ремоделирование и сведение проблемы к задаче стабилизации замкнутой нечеткой системы Такаги–Сугено. Показано, что удобным средством нечеткого ремоделирования является среда Mathcad.

Список литературы

1. Проблемы сетевого управления / *Н.О. Амелина, М.С. Ананьевский, Б.Р. Андриевский и др.* / под ред. *А.Л. Фрадкова*. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015.

2. *Талагаев Ю.В., Сараев П.В.* Ремоделирование нелинейных систем на основе нечетких моделей Такаги-Сугено // *Нелинейный мир*. 2020. Т. 18. Вып. 2. С. 18–32.

3. *Игонина Е.В., Масина Е.В., Дружинина О.В.* Анализ устойчивости динамических систем на основе методов интеллектуального управления и свойств линейных матричных неравенств. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2020.

4. Талагаев Ю.В. Анализ и синтез сверхустойчивых нечетких систем Такаги – Сугено // Проблемы управления. 2016. № 6. С. 2–11.

ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ В ЗАДАЧЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕНТОЧНЫМ КОНВЕЙЕРОМ

Дружинина О.В.¹, Масина О.Н.², Петров А.А.³

¹ Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук

^{2,3} Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина

e-mail: ¹ovdruzh@mail.ru, ²olga121@inbox.ru, ³xeal91@yandex.ru

Аннотация. В работе рассмотрены аспекты построения регуляторов в задаче интеллектуального управления ленточным конвейером. Предложены схемы построения различных типов регуляторов: на основе нечеткой логики, на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) и на основе ПИД-управления. Проведен сравнительный анализ эффективности разработанных регуляторов.

Ключевые слова: математическое моделирование, ленточный конвейер, оптимальное управление, искусственные нейронные сети, нечеткая логика.

ASPECTS OF CONSTRUCTION OF REGULATORS IN THE PROBLEM OF INTELLIGENT CONTROL OF A BELT CONVEYOR

Abstract. The paper considers aspects of the construction of regulators in the problem of intelligent control of a conveyor belt. Schemes for constructing various types of regulators are proposed: based on fuzzy logic, based on artificial neural networks (ANN) and based on PID control. A comparative analysis of the effectiveness of the developed regulators is carried out.

Keywords: mathematical modeling, conveyor belt, optimal control, artificial neural networks, fuzzy logic.

В настоящей работе изучены такие математические модели интеллектуального управления ленточным конвейером, которые учитывают динамическое изменение угла подъема ленты конвейера, нестационарность параметров в правых частях уравнений, а также эффекты осевого сопротивления и трения качения. Рассмотрены различные типы задач оптимального управления с применением новых критериев качества. Рассмотрены особенности стационарного и нестационарного случаев. Охарактеризованы схемы синтеза различных типов регуляторов, включая интеллектуальные регуляторы. Проведен сравнительный анализ эффективности разработанных регуляторов. При решении поставленных задач использованы методы проектирования систем конвейерного транспорта,

методы теории управления, теории оптимизации и искусственного интеллекта [1–7].

В работе изучаются вопросы построения оптимального управления для модели одноприводного ленточного конвейера, которая описывается дифференциальными уравнениями вида

$$\begin{aligned} \dot{x}_0 &= x_1, \\ \dot{x}_1 &= \frac{u_1(t) - k(t, x_1) - m_0 g \sin(\alpha_0)}{m}, \\ \dot{\alpha}_0 &= \alpha_1, \\ \dot{\alpha}_1 &= \frac{u_2(t) - l(t, \alpha_0, \alpha_1)}{cm\varepsilon^2} - \frac{g \cos(\alpha_0)}{\varepsilon}, \end{aligned} \tag{1}$$

где $(x_0, x_1) \in R_+^2$, $(\alpha_0, \alpha_1) \in R^2$. Физический смысл указанных переменных состоит в том, что x_0 – перемещение ленты конвейера, x_1 – линейная скорость движения ленты конвейера, α_0 – это угол подъема конвейера относительно нулевого положения, α_1 – скорость углового вращения конвейера. Кроме того, в (1) m_0 – масса ленты конвейера, m_1 – общая масса грузов на конвейере, $u_1(t)$ – функция управления тягой конвейера, $u_2(t)$ – функция управления углом подъема ленты, ε – положение центра масс конвейера относительно нижнего ролика, c – коэффициент, определяющий момент инерции конвейера, $k(t)$ – зависимость показателя трения качения от времени, $l(t)$ – зависимость показателя осевого сопротивления от времени, $g = 9.8$ м/с². Предполагается, что $u_1, u_2 \in U, \varepsilon \in E, m \in M$, где M, E, U включают в себя перечни возможных значений общей массы грузов, центра масс и управлений соответственно.

Изучен стационарный случай, когда $k(t, x_1) \equiv k_0 x_1$, $l(t, \alpha_0, \alpha_1) \equiv l_0 \alpha_1$, при этом модельные уравнения примут вид

$$\begin{aligned} \dot{x}_0 &= x_1, \\ \dot{x}_1 &= \frac{u_1(t) - k_0 x_1 - m g \sin(\alpha_0)}{m}, \\ \dot{\alpha}_0 &= \alpha_1, \\ \dot{\alpha}_1 &= \frac{u_2(t) - l_0 \alpha_1}{cm\varepsilon^2} - \frac{g \cos(\alpha_0)}{\varepsilon}. \end{aligned} \tag{2}$$

С целью моделирования воздействия грузов на конвейерную ленту предложено использовать переключение значений m, ε согласно выбранному правилу. Важно отметить, что необходимым условием корректности модели (2) является соблюдение закона сохранения импульса в моменты переключений.

Задача оптимального управления для модели (2) заключается в том, что требуется осуществить переходный режим посредством выбора управляющих функций и стабилизировать (с учетом условия оптимальности) фазовое состояние системы (2) в области необходимого углового положения конвейерной ленты. Задачи указанного типа для модели (2) эффективно решаются с помощью методов численной оптимизации [8, 9].

Управление линейной скоростью осуществляется на основе алгоритма с введением системы (2) в скользящий режим. Для управления угловой скоростью движения конвейера разработаны алгоритмы, представленные на рис. 1.

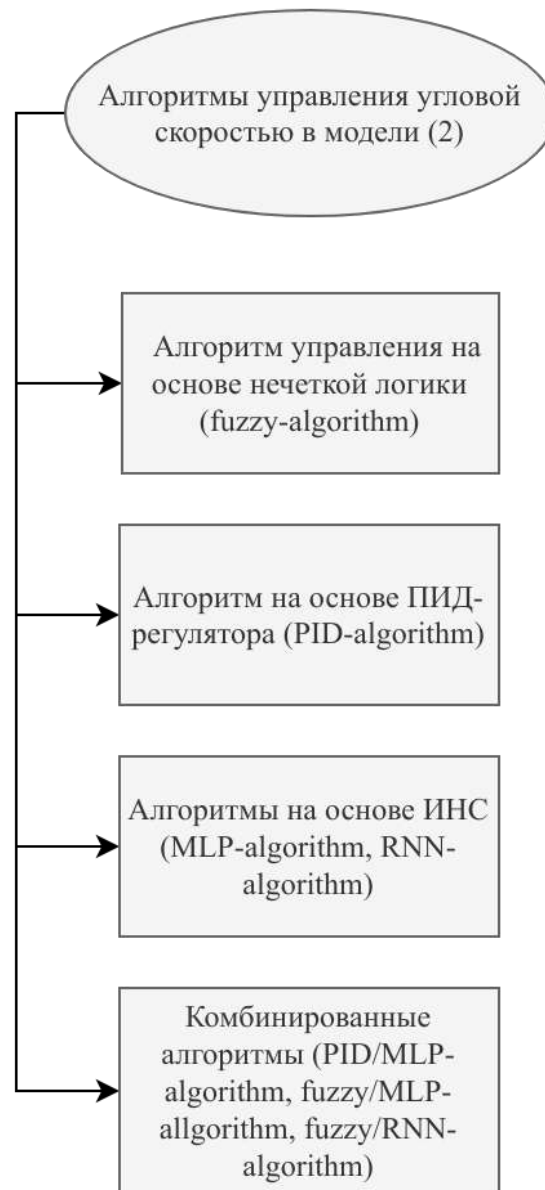


Рис. 1. Алгоритмическое дерево решения задач управления угловой скоростью для модели (2)

Для решения задачи оптимального управления используется комбинация из алгоритма управления линейной скоростью и алгоритма управления угловой скоростью (см. рис. 1). Проведенные вычислительные эксперименты показывают, что для управления линейной скоростью достаточно введения системы в скользящий режим с поверхностью разрыва.

Согласно полученным результатам, алгоритм на основе ПИД-регулятора показывает большую длительность переходного режима по сравнению с алгоритмами на основе ИНС. Траекторная динамика в случае применения алгоритма на основе ПИД-регулятора аналогична результатам, полученным с применением алгоритмов на основе ИНС.

Сравнительный анализ эффективности использованных алгоритмов демонстрирует преимущества в быстродействии и адаптивности для подхода к моделированию на основе интеллектуальных технологий.

Разработанные алгоритмы позволяют осуществлять эффективное управление для модели конвейера с динамическим углом подъема ленты. Указанные алгоритмы могут найти применение в задачах проектирования производственных линий и систем непрерывного транспорта.

Список литературы

1. *Ромакин М.Е.* Машины непрерывного транспорта. – М.: Издательский центр Академия, 2008.
2. *Богуславский А.А., Боровин Г.К., Карташев В.А., Павловский В.Е., Соколов С.М.* Модели и алгоритмы для интеллектуальных систем управления. М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2019.
3. *Дмитриева В.В., Сизин П.Е.* Непрерывное регулирование скорости ленточного конвейера в случае усеченной спектральной плотности грузопотока // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. №. 2. С. 130–138.
4. *Кожубаев Ю.Н., Семенов И.М.* Системы управления ленточным конвейером // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2014. 2(195). С. 181–186.
5. *Rahmat B., Nugroho B.* Fuzzy and Artificial Neural Networks-Based Intelligent Control Systems Using Python // International Seminar of Research Month Science and Technology for People Empowerment. 2019. V. 2018. P. 152–170.
6. *Masina, O.N., Druzhinina, O.V., Igonina, E.V., Petrov, A.A.* Synthesis and stabilization of belt conveyor models with intelligent control // Lecture Notes in Networks and Systems. 2021. V. 228. P. 645–658.
7. *Druzhinina O.V., Masina O.N., Petrov A.A.* Modeling of the belt conveyor control system using artificial intelligence methods // Journal of Physics: Conference Series. 2021. V. 2001. P. 12011.

8. *Storn R., Price K.* Differential evolution – a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces // *Journal of Global Optimization*. 1997. V. 11. P. 341–359.

9. *McKinney W.* Python for Data Analysis, 2e: Data Wrangling with Pandas, Numpy, and Ipython. Boston: O'Reilly, 2017.

МЕТОДИКА ВОСПРОИЗВОДИМЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ DOCKER

Фёдоров А. В.

Российский университет дружбы народов

e-mail: larsenyvitalievich@yandex.ru

Аннотация. В современной исследовательской практике для различных отраслей науки, связанных с естественными, физическими или математическими разделами встречается одна и та же закономерность — для выполнения практически любого исследования требуется использование специального программного средства. Как правило используемые программные средства представляют из себя абстрактный программный модуль, состоящий из различных компонентов с четко установленным перечнем зависимостей (от версии языка программирования, среды выполнения (runtime-environment) и любых других внутренних компонентов, участвующих в рамках всей реализации). В данной работе рассматривается методика воспроизводимости исследований на основе технологии контейнеризации «рабочего места» исследователя с помощью Docker на примере решения системы стохастических дифференциальных уравнений в научной вычислительной среде Julia.

Ключевые слова: стохастические дифференциальные уравнения, язык программирования Julia, контейнеризация, Docker.

REPRODUCIBLE RESEARCH METHODOLOGY IN MATHEMATICAL MODELING BASED ON DOCKER

Abstract. In modern research practice, for various branches of science related to natural, physical or mathematical sections, the same pattern is encountered - to perform almost any research, the use of a special software tool is required. As a rule, the software tools used are an abstract software module consisting of various components with a clearly defined list of dependencies (on the version of the programming language, runtime-environment and any other internal components involved in the entire implementation). In this paper, we consider a research reproducibility technique based on the researcher's "workplace" containerization technology using Docker on the example of solving a system of stochastic differential equations in the Julia scientific computing environment.

Keywords: stochastic differential equations, Julia program language, containerization, Docker.

Введение в воспроизводимые исследования. При подготовке научной статьи к публикации «хорошим тоном» для рядового исследователя является предоставление ссылки на свой интернет-ресурс, в котором расположен исходный код проекта (например: git-репозиторий), в нем могут содержаться результаты моделирования, реализация алгоритма для решения специфичной задачи и прочие вспомогательные файлы. Однако по истечении некоторого времени запустить такой проект может быть либо очень проблемно, либо вообще невозможно. Препятствовать беспрепятственному запуску могут зависимости программных модулей друг от друга могут: смена версии языка программирования, ад зависимостей (от англ. “dependency hell”) между программными модулями, участвующими в реализации, среда запуска (от англ. “runtime environment”) и прочее.

В рамках данной работы предлагается методика, позволяющая решить вопросы, связанные с воспроизводимостью научных исследований. Методика основывается на использовании технологии контейнеризации с применением программного средства «Docker».

Основной задачей исследования является анализ возможности применения методики контейнеризации «рабочего места» исследователя на основе Docker при работе с дифференциальными уравнениями в высокопроизводительной среде языка программирования Julia совместно со вспомогательными пакетами DifferentialEquations.jl и ModelingToolkit.jl. В качестве рассматриваемой модели для решения используется система уравнений, описывающая модель эпидемии SIR в стохастической форме.

Модель эпидемии SIR. В данной статье для работы с системой стохастических дифференциальных уравнений, описывающих модель эпидемии SIR, будут использованы вспомогательные библиотеки языка программирования Julia, позволяющие реализовать решение системы стохастических дифференциальных уравнений в рамках символьного подхода:

- DifferentialEquations.jl – позволяет работать с дифференциальными уравнениями в классическом программном виде;
- ModellingToolkit.jl – дает возможность использования символьных вычислений при работе с дифференциальными уравнениями, что существенно упрощает весь процесс.

Модель эпидемии SIR была выбрана в связи с ее простотой и широким использованием в вопросах моделирования. Она позволяет проводить оценку и сравнительный анализ распространения заболевания среди индивидов:

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = \frac{-\beta SI}{N}, \\ \frac{dI}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \gamma I, \\ \frac{dR}{dt} = \gamma I. \end{cases} \quad (1)$$

где $S(t)$ – количество восприимчивых особей к болезни на момент времени t , $I(t)$ – количество инфицированных особей на момент времени t , $R(t)$ – количество переболевших особей на момент времени t , $N = s(t)+i(t)+r(t)$, β – коэффициент интенсивности взаимодействия здоровых особей с больными (что впоследствии приводит к заболеванию), γ – коэффициент интенсивности выздоровления больных особей.

Зададим нашу систему уравнений с помощью двух следующих выражений:

$$\begin{aligned} eqs &= [D(s) \sim -(\beta*s*i)/N, \\ &\quad D(i) \sim (\beta*s*i)/N - \gamma*i, \\ &\quad D(r) \sim \gamma*i] \\ noiseeqs &= [sqrt(abs(((\beta*s*i)/N*\gamma*i))), \\ &\quad sqrt(abs(((\beta*s*i)/N)^2 + ((\beta*s*i)/N + \gamma*i)^2 + \\ &\quad (\gamma*i)^2)), \\ &\quad sqrt(abs(((\beta*s*i)/N)*\gamma*i))] \end{aligned}$$

где переменная eqs представляет часть с обыкновенной системой уравнений, а параметр $noiseeqs$ представляет стохастическую часть (с шумами).

Полный листинг кода будет представлен в личном git-репозитории автора, ссылка –

Контейнеризация с помощью Docker. Наш программный код на языке программирования Julia разработан, назовем его «app.jl». Он позволяет получить решение стохастической системы уравнений, описывающей модель эпидемии SIR и согласно полученному решению построить графики. Однако вопрос воспроизводимости данной работы остается нерешенным. Для этого и предлагается использование технологии контейнеризации с помощью программного средства Docker.

Для того, чтобы можно было произвести последующие операции со сборкой образа и запуском docker-контейнера необходимо установить программный инструмент docker на свой компьютер.

Как только Docker установлен, можно перейти к сборке Docker-файла, который позволит перенести «рабочее место» исследователя в Docker-образ. Для этого создается файл с названием «Dockerfile» со следующим содержанием:

```
FROM julia:1.3.1 # образ Julia с версией 1.3.1
COPY deps.jl /usr/src/app/ # установка зависимостей Julia
RUN julia /usr/src/app/deps.jl
COPY app.jl /usr/src/app/ # копирование необходимых файлов для
запуска нашего приложения
CMD ["julia", "/usr/src/app/app.jl"] # запуск приложения
```

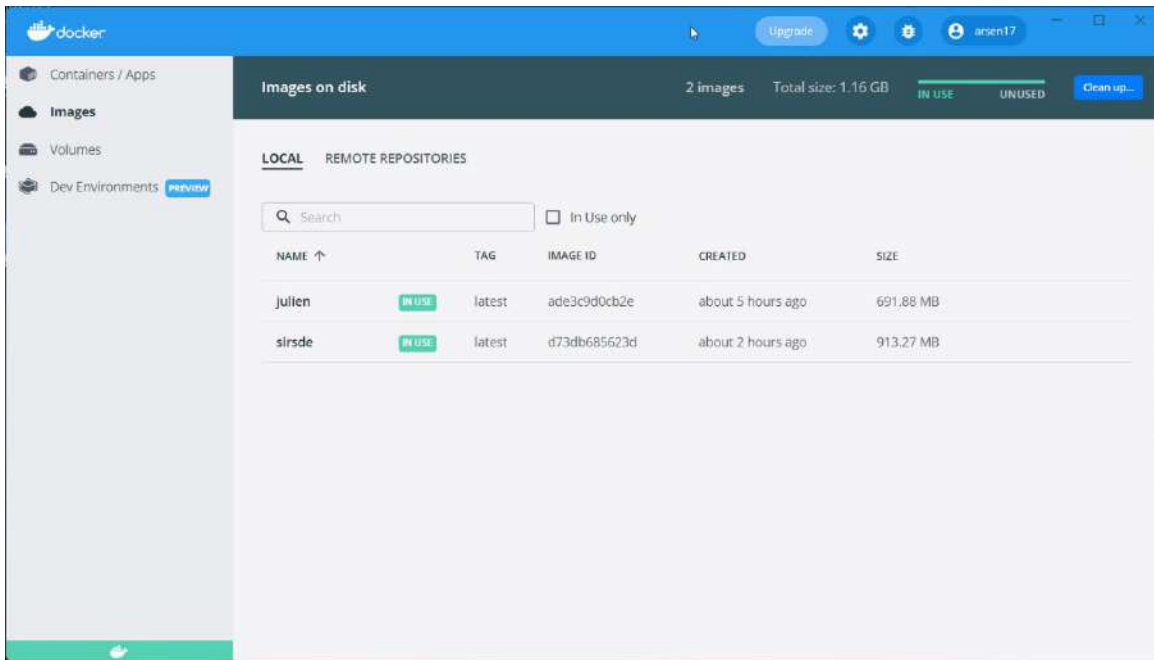


Рис.1. Установленное программное средство «Docker»

Далее запускаем сборку образа и последующий запуск контейнера командами:

```
docker build CSMSSIT-2022 -t sirsde  
docker run --name CSMSSIT-2022 sirsde
```

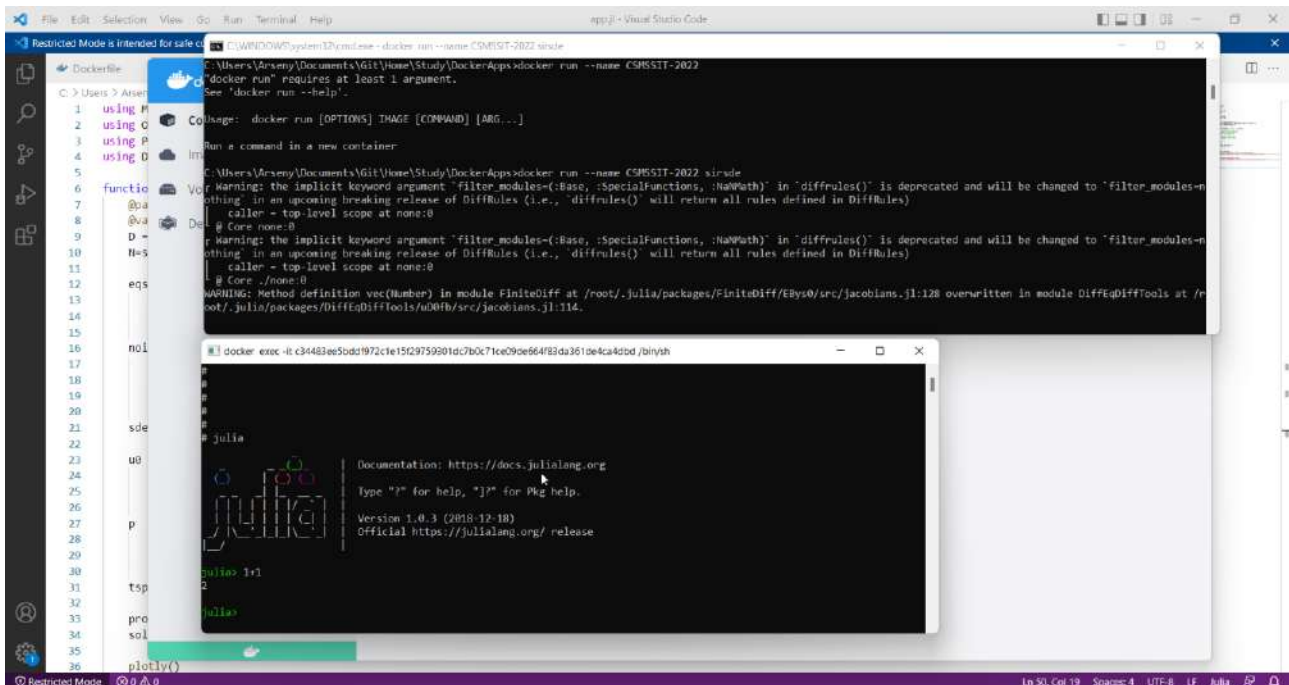


Рис. 2. Запущенный Docker-контейнер

На рис. 1, 2 представлено установленное программное средство «Docker» и запущенный Docker-контейнер соответственно.

Список литературы

1. *Gevorkyan M. N., Demidova A. V., Korolkova A. V., Kulyabov D. S.* Statistically significant performance testing of Julia scientific programming language // Journal of Physics: Conference Series. 2019. V. 1205. 012017 (1–7). doi:10.1088/1742-6596/1205/1/012017.
2. *Rackauckas C., Nie Q.* DifferentialEquations.jl – A Performant and Feature-Rich Ecosystem for Solving Differential Equations in Julia // Journal of Open Research Software. 2017. V. 5. doi:10.5334/jors.151.
3. The Julia Language, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://julialang.org/>. (дата обращения: 10.04.2022)
4. *Демидова А.В., Кулябов Д.С.* Вестник РУДН. Серия: Математика. Информатика. Физика. 2012. № 3. С. 69–78.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Костюк Ф.В.

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына ФИЦ ИУ РАН

e-mail: fil@ccas.ru

Аннотация. Изучается современное состояние информационно-коммуникационных сетей и особенности их архитектуры, создающие уязвимости их функционирования путем физического воздействия природного и техногенного характера, а также спланированных атак специальным оружием и программными средствами. Изучается математическое моделирование ИКС для оценки надежности их функционирования. Предлагаются меры повышения безопасности ИКС.

Ключевые слова: информационно-коммуникационная сеть, синхронная цифровая иерархия, DDoS-атака, устойчивость, живучесть, показатели надежности.

PROVIDING RELIABILITY AND SECURITY FOR TELECOMMUNICATIONS NETWORK

Abstract. Modern telecommunications network is considered. Peculiarity of its architecture stipulates vulnerability to natural and artificial impacts and arbitrary attacks by special weapon and software. A special mathematical modeling of telecommunication network is proposed for assessment of its reliability. Measures on improving its stability and security are delivered.

Keywords: telecommunication network, synchronous digital hierarchy, DDoS-attack, reliability, vulnerability, survivability, reliability indicators.

В современном обществе происходит ускоренная автоматизация процессов производства, управления функционированием инфраструктуры, включая сети электроэнергетики, трубопроводы, железные дороги, логистические сети, коммунальные сети. Практически все современные устройства от ядерных реакторов до стиральных машин напичканы электроникой. Большое количество датчиков позволяет получать полную информацию о состоянии устройств и условиях внешней среды. Высокопроизводительные процессоры проводят обработку получаемой информации с целью выработки оптимального режима функционирования. Многие устройства подключены к сетям электросвязи.

Интернет объединяет 4.95 миллиардов людей по всему миру и почти 30 миллиардов устройств. Он использует линии связи, позволяющие передавать по одному оптическому кабелю тысячи гигабит в секунду. Ахиллесовой пятой интернета является уязвимость его архитектуры. Он разрабатывался с расчетом на прозрачность, открытость, инновационность. Именно поэтому защищающийся в интернете будет всегда отставать от атакующего, реагируя на возникающие угрозы. DDoS-атаки оказываются эффективным инструментом в руках обиженных администраторов, возмущенных граждан, фирм-конкурентов и государств-противников. Для организации DDoS-атаки нынче нет необходимости привлекать высококлассных хакеров, тратить время на поиск уязвимостей и создание бот-нетов. В декабре 2018 года правоохранительные органы прекратили деятельность 15 крупных сервисов DDoS-атак по найму. Один из этих сервисов имел более 2000 клиентов и был ответственен за 200 000 DDoS-атак за последние 4 года.

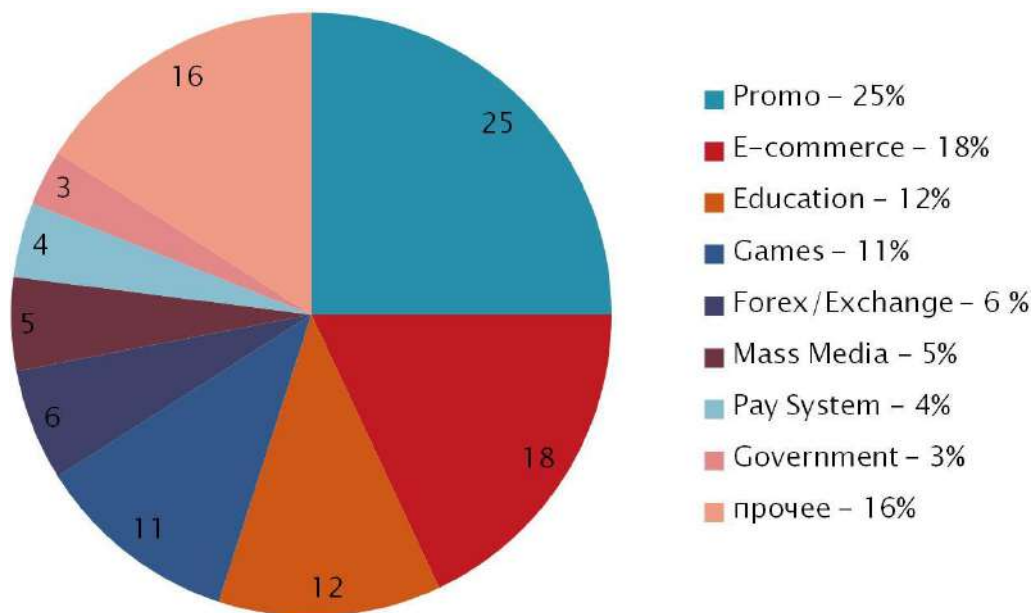


Рис. 1. Цели DDOS атак

Важным источником уязвимостей становится смешение внутрикорпоративной сети и взаимоуязвимой сети связи. Это позволяет осуществлять веб-атаки, включая Cookie poisoning, SQL injection, LDAP injection, DNS spoofing, Cross Site Request Forgery, http-splitting.

Таблица 1. Типы DDoS-атак

Тип атаки	Доля, %
SSDP Amplification Attack	48
UDP Attack	14
HTTPS Flood	8
ICMP Attack	5
HTTP Flood	5
DNS Attack	3
Прочее	17

Отмечается снижение количества атак с использованием UDP, TCP SYN и ICMP, но заметное увеличение атаки с SSDP-амплификацией. Помимо своей основной цели – организации DDoS атак – ботнеты могут использоваться как для организации DDoS атак, так и для рассылки спама, накрутки рейтингов, хостинг нелегальных сервисов, анонимного доступа других злоумышленников. Эти возможности использования бот-сетей дает пусть небольшой, но устойчивый долгосрочный доход, поэтому их хозяева часто предпочитают этот доход организации массированных DDoS атак, дающих колоссальный эффект, но, нередко, приводящий к дезавуированию сети с последующим ее закрытием.

Важным для ИКС является защита от кибертерроризма. Атака на трубопровод Colonial Pipeline в мае 2021 привел к остановке бизнес-процессов и социальным проблемам, появились очереди на заправках. Троян проник через уязвимости в системе удаленного доступа.

Важно обеспечить защиту ИКС от физического воздействия на сеть: естественное воздействие, специальное оружие и ядерное. Естественное воздействие: промышленные объекты, электрифицированные железные дороги, высоковольтные линии электропередачи, излучающие антенны радиостанций, а также природные явления, такие как грозы, налипание снега на провода, ледяной дождь, наводнения, торфяные и лесные пожары. Специальное оружие: включая оружие радиоэлектронного подавления, лучевое (влияющее на оптические приборы и волокна ВОЛС). Высокоточное оружие, примененное к ключевым объектам связи и управления, а также объектам инфраструктуры, может полностью парализовать функционирование любого государства.

Являясь сложной технической системой, ИКС описывается сетью $G = (V, E)$, задаваемой множеством ее вершин V и дуг E мощностью m , набором

чисел $p_i \in [0, 1], i = \overline{1, m}$, имеющих смысл вероятности отказа дуги i , и индикаторной функцией f :

$$f: X^m \times CR \rightarrow \{0; 1\}, f(x, cr) = \begin{cases} 1, & \text{если } cr \text{ выполнен} \\ 0, & \text{если он не выполнен} \end{cases}, \quad (1)$$

заданной на декартовом произведении множества m -мерных булевых векторов X^m , которое биективно отображается на множество 2^G всех подсетей сети G , и множества критериев CR функционирования системы. Задача состоит в определении вероятности события, задаваемого критерием $cr \in CR$:

$$R(cr) = \sum_{x \in X^m, f(x, cr)=1} p(x) \equiv \sum_{x \in X^m} p(x) \cdot f(x, cr), \quad (2)$$

$$p(x) = \prod_{i=1}^m (1 - p_i)^{x^i} \cdot p_i^{1-x^i}, \quad x \in X^m, \quad (3)$$

Для решения задачи разобьем множество элементарных исходов X^m на $m+1$ попарно непересекающееся подмножество S_j , которые будем называть слоями, таким образом:

$$S_j = \{x \in X^m \mid \|x\|_1 \equiv \sum_{i=1}^m |x^i| = j\}, j = \overline{0, m}.$$

Решение задачи (1)–(3) может быть определено по следующей формуле

$$R(cr) = \sum_{j=0}^m P(S_j) \cdot (1 - P(cr|S_j)),$$

где $P(S_j)$ – вероятность события S_j , а $P(cr|S_j)$ – условная вероятность исполнения критерия cr при наступлении события S_j .

Для расчета условных вероятностей $P(cr|S_j)$ моделируется последовательность отказов, т.е. из исходной сети G с некоторыми вероятностями выбрасывается одна дуга, затем другая, затем третья и так далее до тех пор, пока сеть не окажется пустой. В результате этого моделирования будут инициированы крайне маловероятные события, получение которых потребовало бы триллионов испытаний обычным методом Монте-Карло.

Оценка решения задачи, даваемая данным методом, имеет вид

$$\bar{R}(cr) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^m \left(\frac{P_p\{A_i\}}{n_i} \cdot \sum_{j=1}^{n_i} \frac{f(x_i^j) \cdot r(x_i^j)}{p(x_i^j)} \right), \quad (4)$$

где x_i^j – j -я независимая реализация случайной величины с функцией распределения $p_i(\cdot)$, индуцированной функцией $p(\cdot)$ на множестве A_i , $N = \sum_{i=0}^m n_i$ – общее число итераций, $P_p\{A_i\}$ – чаще вычисляется аналитически, но также может оцениваться статистически.

Дисперсия оценки (4) равна

$$D\bar{R}(cr) = \sum_{i=0}^m \frac{1}{n_i} (P_p\{A_i\} \cdot \sum_{x \in A_i} \frac{f^2(x) \cdot r^2(x)}{p^2(x)} p_i(x) - (\sum_{x \in A_i} \frac{f(x) \cdot r(x)}{p(x)} p_i(x))^2). \quad (5)$$

Для получения коэффициента вариации оценки для случая высоконадежных систем можно воспользоваться прямым вычислением с использованием правила Лопиталья при $q \rightarrow 0$.

Следующие меры повышают безопасности инфраструктуры ИКС. Физический доступ в помещения, в которых находится или обрабатывается чувствительная информация, должен быть ограничен. Список доступа должен быть заранее определен и вход-выход должен документироваться.

Оборудование, требующее специально защиты, должно быть помещено в отдельное помещение, чтобы не нести излишние расходы на обеспечение такой специальной защитой всего здания либо отдельное его части. Должны быть приняты во внимание угрозы как умышленного, так и случайного происхождения, как-то: кражи, пожар, задымление, прорыв водопроводных труб, пыль, вибрация, электрические поля от установленного электрооборудования, электромагнитное излучение.

Для предотвращения повреждения данных в случае перебоя с электроснабжением необходимо обеспечить питание по двум разнесенным по разным трассам фидерам. Источники бесперебойного питания должны устанавливаться только на критическое оборудование. Использование внешних генераторов требует наличия некоторого времени для его запуска, достаточного запаса дизельного топлива, и регулярного техобслуживания. Несоблюдение этих правил сделает генератор бессмысленным, как это произошло в аэропорту Домодедово 26.12.2010 после ледяного дождя.

Телекоммуникационные кабели должны быть защищены от внешнего воздействия прокладкой в специальных коробах и кабелеводах. Их трассы должны обходить общественные места. Использование волоконной оптики, несмотря на большую стоимости и меньшую гибкость, существенно улучшает устойчивость к внешним электромагнитным воздействиям и снижает возможность перехвата проходящего трафика.

Центры обработки данных и ИТ помещения должны быть особо защищены от несанкционированного доступа как минимум двумя степенями защиты. Там должны быть созданы необходимые условия (температура, уровень пыли и влажности, режим вентилирования) для обеспечения функционирования этого критического оборудования. При использовании газового пожаротушения необходимо предусмотреть такие проектировочные решения, которые бы исключали нанесение тяжелого ущерба здоровью лиц, оказавшихся в помещении (хладон 125 и CO_2 опасны, хладон 23 и 227ea более безопасны). Стены должны защищать помещение от внешнего пожара в течение определенного в техзадании уровня.

Указанные меры существенно повышают безопасность инфраструктуры ИКС и ее устойчивость к внешним угрозам природного и техногенного характера и целенаправленным атакам.

Список литературы

1. *Ушаков И.А.* Курс теории надежности систем: учебное пособие для вузов. М.: Дрофа, 2008.
2. *Оре О.* Теория графов. М.: Наука, 1980.
3. ITU-T Recommendation G.707. Synchronous Digital Hierarchy Bit Rates.
4. *Ушаков И.А., Рогожин В.С., Козлов М.В., Костюк Ф.В., Лаженцева Е.А.* Диалоговая программная система по надежности «Диана» // Материалы XLV Всесоюзной научной сессии, посвященной Дню радио. Часть 2. (Москва, ВНТОРЭС им. А.С. Попова, 15–17 мая 1990 г.). М.: Радио и связь, 1990. С. 40–41.
5. *Костюк Ф.В.* Метод моделирования до отказа с пересчетом целевой функции в сетевых задачах // Моделирование, декомпозиция и оптимизация сложных динамических процессов. 2013. Т. 28. №1(28). С. 85–93.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВОЗМУЩЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОСЦИЛЛЯТОРА ВАН-ДЕР-ПОЛЯ

Елецких К.С.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹Kostan86@yandex.ru

Аннотация. Решения нелинейных дифференциальных уравнений удается получить в явном виде лишь для некоторых классов дифференциальных уравнений. В общем случае приходится довольствоваться лишь аппроксимацией этих решений. Существует две различные категории методов аппроксимации, которые доступны для использования инженерами и учеными в задачах анализа нелинейных систем: численные методы получения решения и асимптотические методы. В данной статье мы рассмотрим один из асимптотических методов анализа нелинейных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: осциллятор Ван-дер-Поля, аппроксимация решений, метод возмущений, ряд Тейлора.

APPLICATION OF THE PERTURBATION METHOD ON THE EXAMPLE OF THE VAN DER POL OSCILLATOR

Abstract. The solutions of non-linear differential excess margins are obtained explicitly only for some classes of differential excess margins. In the general case, one has to be content with only an approximation of these solutions. There are many different categories of approximation

methods that are used by engineers and researchers in the analysis of nonlinear systems: numerical methods for obtaining solutions and asymptotic methods. In this article, we consider one of the asymptotic methods for analyzing nonlinear differential features.

Keywords: Van der Pol oscillator, solution approximation, perturbation method, Taylor series

На заре нелинейной динамики, примерно 1920-1950 гг, проводились тщательные исследования нелинейных колебаний. Одним из первых, кто предложил модель для глобальных колебаний, стремящихся к предельному циклу, был голландский инженер-электрик Бальтазар Ван-дер-Поля [1]. В наше время он считается пионером среди инженеров в области радио и телекоммуникаций.

Рассмотрим уравнение Ван дер Поля [2]

$$\begin{aligned}x_1' &= x_2, & x_1(0) &= \eta_1(\varepsilon), \\x_2' &= -x_1 + \varepsilon(1 - x_1^2)x_2, & x_2(0) &= \eta_2(\varepsilon).\end{aligned}$$

Предположим, что необходимо построив ряд Тейлора для $N = 3$. Пусть $x_i = x_{i0} + \varepsilon x_{i1} + \varepsilon^2 x_{i2} + \varepsilon^3 R_{x_i}$, $i = 1, 2$, и $\eta_i = \eta_{i0} + \varepsilon \eta_{i1} + \varepsilon^2 \eta_{i2} + \varepsilon^3 R_{\eta_i}$, $i = 1, 2$.

Подставляя ряды для x_1 и x_2 в уравнение состояния, получаем

$$\begin{aligned}x_{10}' + \varepsilon x_{11}' + \varepsilon^2 x_{12}' + \varepsilon^3 R_{x_1}' &= x_{20} + \varepsilon x_{21} + \varepsilon^2 x_{22} + \varepsilon^3 R_{x_2}, \\x_{20}' + \varepsilon x_{21}' + \varepsilon^2 x_{22}' + \varepsilon^3 R_{x_2}' &= -x_{10} - \varepsilon x_{11} - \varepsilon^2 x_{12} - \varepsilon^3 R_{x_1} + \\&+ \varepsilon \left[1 - (x_{10} - \varepsilon x_{11} + \varepsilon^2 x_{12} + \varepsilon^3 R_{x_1})^2 \right] \cdot (x_{20} + \varepsilon x_{21} + \varepsilon^2 x_{22} + \varepsilon^3 R_{x_2}),\end{aligned}$$

Приравнивая коэффициенты при ε^0 , получаем систему

$$\begin{aligned}x_{10}' &= x_{20}, & x_{10}(0) &= \eta_{10}, \\x_{20}' &= -x_{10}, & x_{20}(0) &= \eta_{20},\end{aligned}$$

представляющую собой невозмущенную систему при $\varepsilon = 0$. Далее, приравнивая коэффициенты при ε , получаем

$$\begin{aligned}x_{11}' &= x_{21}, & x_{11}(0) &= \eta_{11}, \\x_{21}' &= -x_{11} + (1 - x_{10}^2)x_{20}, & x_{21}(0) &= \eta_{21}\end{aligned}$$

и, выполняя аналогичную процедуру для ε^2 , получаем

$$\begin{aligned}x_{12}' &= x_{22}, & x_{12}(0) &= \eta_{12}, \\x_{22}' &= -x_{11} + (1 - x_{10}^2)x_{21} - 2x_{10}x_{11}x_{20}, & x_{22}(0) &= \eta_{22}.\end{aligned}$$

В большинстве инженерных приложений, использующих метод возмущений, вполне адекватные аппроксимации могут быть получены при $N = 2$ или 3. Более того, если положить $\varepsilon = 0$, это существенно упрощает уравнение состояния. Далее мы увидим, что, полагая $\varepsilon = 0$, можно существенно уменьшить сложность уравнения состояния. Рассматривая уравнение Ван-дер-Поля, которым может быть описан широкий класс «слабо нелинейных систем», становящихся линейными при $\varepsilon = 0$. В этом случае для построения ряда Тейлора необходимо лишь решить линейные уравнения. При построении аппроксимирующего ряда Тейлора мы решаем независимые системы меньшего порядка, что может быть проще решения исходного уравнения высокого порядка.

Предположим, что необходимо решить уравнение Ван-дер-Поля

$$\begin{aligned} x_1' &= x_2, & x_1(0) &= 1, \\ x_2' &= -x_1 + \varepsilon(1 - x_1^2)x_2, & x_2(0) &= 0. \end{aligned}$$

на интервале времени $[0, \pi]$. Положим $\varepsilon = 0$ и получим линейное невозмущенное уравнение

$$\begin{aligned} x_{10}' &= x_{20}, & x_{10}(0) &= 1, \\ x_{20}' &= -x_{10}, & x_{20}(0) &= 0, \end{aligned}$$

решение которого имеет вид $x_{10}(t) = \cos t$, $x_{20}(t) = -\sin t$. Справедлива следующая теорема [3].

Теорема. Пусть дана система

$$x' = f(t, x, \varepsilon), \quad x(t_0) = \eta(\varepsilon). \quad (1)$$

Предположим, что функция f и ее частные производные по (x, ε) до порядка N включительно непрерывны по (t, x, ε) при $(t, x, \varepsilon) \in [t_0, t_1] \times D \times [-\varepsilon_0, \varepsilon_0]$; η и ее производные до порядка N включительно непрерывны при $\varepsilon \in [-\varepsilon_0, \varepsilon_0]$; номинальная (невозмущенная) система $x' = f(t, x, 0)$, $x(t_0) = \eta_0$ имеет единственное решение $x_0(t)$, определенное на $[t_0, t_1]$, и $x(t_0) \in D$ для всех $t \in [t_0, t_1]$. Тогда существует $\varepsilon^* > 0$, такое что для любого $|\varepsilon| < \varepsilon^*$ задача (1) имеет единственное решение $x(t, \varepsilon)$, определенное на $[t_0, t_1]$ и удовлетворяющее $x(t, \varepsilon) - \sum_{k=0}^{N-1} x_k(t) \varepsilon^k = O(\varepsilon^N)$.

Видим, что все предположения теоремы выполнены, и ошибка аппроксимации $x(t, \varepsilon) - x_0(t)$ имеет порядок $O(\varepsilon)$. Вычислив численно $x(t, \varepsilon)$ при трех различных значениях ε и используя $E_0 = \max_{0 \leq t \leq \pi} \|x(t, \varepsilon) - x_0(t)\|_2$ в качестве меры ошибки аппроксимации, находим $E_0 = 0.0112, 0.0589$ и 0.1192 при $\varepsilon = 0.01, 0.05$ и 0.1 соответственно. Полученные значения показывают, что ошибка ограничена при $\varepsilon < 0.1$ величиной 1.2ε . На рис. 1(а) показаны точная и приближенная траектории первого компонента вектора состояния при $\varepsilon = 0.1$. Предположим, что необходимо увеличить точность аппроксимации при $\varepsilon = 0.1$. Выше было показано, что x_{11} и x_{21} удовлетворяют системе уравнений

$$\begin{aligned} x_{11}' &= x_{21}, & x_{11}(0) &= 0, \\ x_{21}' &= -x_{11} + (1 - \cos^2 t) \sin t, & x_{21}(0) &= 0 \end{aligned}$$

решение которой имеет вид $x_{11}(t) = -\frac{9}{32} \sin t - \frac{1}{32} \sin 3t + \frac{3}{8} t \cos t$,
 $x_{21}(t) = -\frac{3}{32} \cos t - \frac{3}{32} \cos 3t + \frac{3}{8} t \sin t$.

Из теоремы следует, что аппроксимация $x_0(t) + \varepsilon x_1(t)$ имеет порядок $O(\varepsilon^2)$ и близка к точному решению при достаточно малом ε . Для того чтобы сравнить приближенное решение с точным при $\varepsilon = 0.1$, вычислим $E_0 = \max_{0 \leq t \leq \pi} \|x(t, 0.1) - x_0(t) - 0.1x_1(t)\|_2 = 0.0057$.

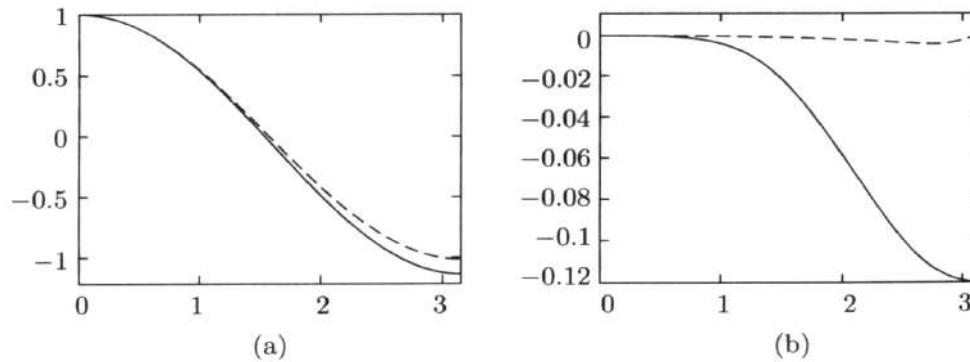


Рис. 1. При $\varepsilon = 0.1$: (a) $x_1(t, \varepsilon)$ (непрерывная линия) и $x_{10}(t)$ (пунктирная линия), (b) $x_1(t, \varepsilon) - x_{10}(t)$ (непрерывная линия) и $x_1(t, \varepsilon) - x_{10}(t) - \varepsilon x_{11}(t)$ (пунктирная линия)

Таким образом, ошибка аппроксимации уменьшилась почти на порядок. На рис. 10.1(b) показаны ошибки аппроксимации первого компонента вектора состояния для аппроксимации первого порядка x_0 и аппроксимации второго порядка $x_0(t) + \varepsilon x_1(t)$ при $\varepsilon = 0.1$.

Список литературы

1. *Cartwright M.L.* Balthazar van der Pol // J. London Math. Soc. 1960. 35. P 367–376.
2. *Van der Pol, B.* On relaxation-oscillations // The London, Edinburgh and Dublin Phil. Mag. & J. of Sci. 1927. 2(7). P. 978–992.
3. *Халил Х.К.* Нелинейные системы. М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2009.

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ДВУМЕРНЫХ И ТРЕХМЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ, ЗАДАВАЕМЫХ ЛИНЕЙНЫМИ НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ

Лисовский Е. В.

Калужский филиал

Московского государственного университета им. Н.Э. Баумана

e-mail: levgenijv@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены вопросы устойчивости систем нестационарных линейных систем дифференциальных уравнений с непрерывными коэффициентами. Рассмотрены случаи систем двух и трех уравнений со степенными функциями времени в правых частях. Сформулированы условия устойчивости на основе метода функций Ляпунова.

Ключевые слова: линейные нестационарные дифференциальные уравнения, устойчивость, функции Ляпунова.

ON THE STABILITY OF TWO-DIMENSIONAL AND THREE-DIMENSIONAL DYNAMIC MODELS GIVEN BY LINEAR NON-STATIONARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Abstract. The problems of stability of systems of non-stationary linear systems of differential equations with continuous coefficients are considered. Cases of systems of two and three equations with power functions of time in the right parts are considered. The conditions of stability based on the method of Lyapunov functions are formulated.

Keywords: linear non-stationary differential equations, stability, Lyapunov functions.

В области качественного исследования динамических систем, описываемых многомерными нестационарными линейными уравнениями, имеется ряд открытых вопросов, требующих решения. Результаты, соответствующие линейному случаю, часто находят применение и при исследовании качественных свойств нелинейных динамических систем. Ряд результатов исследования линейных нестационарных динамических моделей содержится в [1–7] и в других работах. В [8–11] анализируется подход к анализу устойчивости на основе спектральной декомпозиции с применением метода построения обобщенных собственных значений и обобщенных собственных векторов, изучается ряд конкретных примеров.

Рассмотрим динамическую модель, описываемую системой двух дифференциальных уравнений вида

$$\dot{x}_i = \sum_{j=1}^2 d_{ij}(t)x_j, \quad i = 1, 2, \quad (1)$$

или

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= d_{11}(t)x_1 + d_{12}(t)x_2, \\ \dot{x}_2 &= d_{21}(t)x_1 + d_{22}(t)x_2, \end{aligned} \quad (2)$$

где $d_{ij}(t)$ – непрерывные функции от t .

Частным случаем системы (2) является следующая двумерная система:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= d_{11}t^{\alpha_{11}}x_1 + d_{12}t^{\alpha_{12}}x_2, \\ \dot{x}_2 &= d_{21}t^{\alpha_{21}}x_1 + d_{22}t^{\alpha_{22}}x_2, \end{aligned} \quad (3)$$

Система линейных дифференциальных уравнений (3) устойчива по отношению к переменным x_1, x_2 , если существуют такие функции $V(x_1, x_2, t)$ и $W(x_1, x_2)$, что выполнены условия:

(C1) $W(x_1, x_2) > 0$, если $x_i \neq 0$ хотя бы одного значения i ;

(C2) существует такое $T > 0$, что при $t > T$ выполнено условие $V(x_1, x_2, t) - W(x_1, x_2) \geq 0$;

$$(C3) \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial x_1} (d_{11}t^{\alpha_{11}}x_1 + d_{12}t^{\alpha_{12}}x_2) + \frac{\partial V}{\partial x_2} (d_{21}t^{\alpha_{21}}x_1 + d_{22}t^{\alpha_{22}}x_2) \leq 0.$$

Следует отметить, что в [12] для уравнения вида

$$\ddot{x} + at^\beta \dot{x} + bt^\gamma x = 0, \quad \beta > -2, \quad \gamma > 2a, \quad b > 0, \quad (4)$$

получены условия устойчивости на основе метода функций Ляпунова. Это уравнение заменой можно свести к системе двух уравнений, являющейся частным случаем системы (3). С помощью первого метода Ляпунова показано, что система, получаемая из (4) асимптотически устойчива при $a > -\gamma/2$.

Рассмотрим динамическую модель, описываемую системой трех дифференциальных уравнений вида

$$\dot{x}_i = \sum_{j=1}^3 c_{ij}(t)x_j, \quad i = 1, 2, 3, \quad (5)$$

или

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= c_{11}(t)x_1 + c_{12}(t)x_2 + c_{13}(t)x_3, \\ \dot{x}_2 &= c_{21}(t)x_1 + c_{22}(t)x_2 + c_{23}(t)x_3, \\ \dot{x}_3 &= c_{31}(t)x_1 + c_{32}(t)x_2 + c_{33}(t)x_3, \end{aligned} \quad (6)$$

где $c_{ij}(t)$ – непрерывные функции от t .

Частным случаем системы (6) является следующая трехмерная система:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= c_{11}t^{\beta_{11}}x_1 + c_{12}t^{\beta_{12}}x_2 + c_{13}t^{\beta_{13}}x_3, \\ \dot{x}_2 &= c_{21}t^{\beta_{21}}x_1 + c_{22}t^{\beta_{22}}x_2 + c_{23}t^{\beta_{23}}x_3, \\ \dot{x}_3 &= c_{31}t^{\beta_{31}}x_1 + c_{32}t^{\beta_{32}}x_2 + c_{33}t^{\beta_{33}}x_3, \end{aligned} \quad (7)$$

Система линейных дифференциальных уравнений (7) устойчива по отношению к переменным x_1, x_2, x_3 , если существуют такие функции $V(x_1, x_2, x_3, t)$ и $W(x_1, x_2, x_3)$, что выполнены условия:

(C1) $W(x_1, x_2, x_3) > 0$, если $x_i \neq 0$ хотя бы одного значения i ;

(C2) существует такое $T > 0$, что при $t > T$ выполнено условие $V(x_1, x_2, x_3, t) - W(x_1, x_2, x_3) \geq 0$;

(С3)

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial x_1} (c_{11}t^{\beta_{11}}x_1 + c_{12}t^{\beta_{12}}x_2 + c_{13}t^{\beta_{13}}x_3) + \frac{\partial V}{\partial x_2} (c_{21}t^{\beta_{21}}x_1 + c_{22}t^{\beta_{22}}x_2 + c_{23}t^{\beta_{23}}x_3) + \frac{\partial V}{\partial x_3} (c_{31}t^{\beta_{31}}x_1 + c_{32}t^{\beta_{32}}x_2 + c_{33}t^{\beta_{33}}x_3) \leq 0$$

В работе также выполнен анализ устойчивости динамических моделей (3) и (7) с помощью метода спектральной декомпозиции и перехода к обобщенным собственным векторам и к обобщенным собственным значениям [13, 14]. Выполнено построение примеров линейных неавтономных динамических систем, обладающих свойствами асимптотической устойчивости и неустойчивости. Рассмотренные подходы к исследованию устойчивости развиты для ряда специальных классов динамических моделей, задаваемых многомерными линейными нестационарными дифференциальными уравнениями.

Список литературы

1. *Хартман Ф.* Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Мир, 1970.
2. *Гайшун И.В.* Введение в теорию линейных нестационарных систем. Минск: Изд-во Ин-та математики НАН Беларуси, 1999.
3. *Макаров Е.К., Попова С.Н.* Управляемость асимптотических инвариантов нестационарных линейных систем. Минск: Беларус. навука, 2012.
4. *Каленова В.И., Морозов В.М.* Линейные нестационарные системы и их приложения к задачам механики. М.: Физматлит, 2010.
5. *Markus L., Yamabe H.* Global stability criteria for differential systems // Osaka Mathematical Journal. 1960. V. 12. № 2. P. 305–317.
6. *Rugh W.J.* Linear System Theory. New Jersey: Prentice-Hall, 1993.
7. *Zhou B., Cai G. B., Duan G.-R.* Stabilization of time varying linear systems via Lyapunov differential equations // International Journal of Control. 2013. V. 86. № 2. P. 332–347.
8. *Zhou B.* On asymptotic stability of linear time-varying systems // Automatica (Journal of IFAC). 2016. V. 68. P. 266–276.
9. *Chen G., Yang Y.* New stability conditions for a class of linear time-varying systems // Automatica. 2016. V. 71. P. 342–347.
10. *Wang J.M.* Explicit solution and stability of linear time-varying differential state space systems // International Journal of Control, Automation and Systems. 2017. V.15. № 4. P. 1553–1560.
11. *Wu M.-Y.* A new concept of eigenvalues and eigenvectors and its applications // IEEE Trans. on Automatic Control. 1980. V. 25. № 4. P. 824–826.
12. *Лисовский Е.В., Дружинина О.В.* Условия устойчивости нестационарных линейных динамических систем // Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т. 23. № 4. С. 55–60.

13. Лисовский Е.В., Шмелькова А.А. Анализ устойчивости некоторых классов линейных неавтономных динамических систем // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии», посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.А. Шестакова (Елец, 16-17 сентября 2020 г.). Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2020. С. 105–109.

14. Лисовский Е.В., Шмелькова А.А. О подходе к исследованию устойчивости линейных неавтономных динамических систем на основе спектральной декомпозиции // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии». Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2021. С. 24–31.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ НАСТРОЕК ПИ-РЕГУЛЯТОРА МЕТОДОМ РАСШИРЕННЫХ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Бестиков Д.С.¹, Ларина Е.В.², Дуванов Е.С.³

*Научный руководитель: д. т. н., профессор Кудинов Ю.И.⁴
^{1, 2, 3, 4} Липецкий государственный технический университет*

e-mail: ¹dima.bestikov@yandex.ru, ²ekaterina_larina_00@mail.ru,
³evgenyduvanov@yandex.ru, ⁴kudinov.yi@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается определение оптимальных настроек ПИ-регулятора методом расширенных частотных характеристик. Данный метод, опирается на понятие устойчивости по Найквисту. Приведен пример получения коэффициентов ПИ-регулятора с использованием реального объекта.

Ключевые слова: ПИ-регулятор, метод расширенных частотных характеристик, амплитудно-фазовая характеристика, показатели качества, кривая разгона, MATLAB.

DETERMINATION OF OPTIMAL SETTINGS OF THE PI CONTROLLER BY THE METHOD OF EXTENDED FREQUENCY CHARACTERISTICS

Abstract. The article discusses the determination of the optimal settings of the PI controller by the method of extended frequency characteristics. This method is based on the concept of Nyquist stability. An example of obtaining the coefficients of a PI controller using a real object is given.

Keywords: PI controller, method of extended frequency characteristics, amplitude-phase characteristic, quality indicators, step response, MATLAB.

Метод РЧХ опирается на критерий устойчивости по Найквисту, согласно которому замкнутая система управления (рис. 1) находится на границе устойчивости, если амплитудно-фазовая характеристика (АФХ) разомкнутой системы проходит через точку $(-1, j_0)$, а корни характеристического уравнения замкнутой системы должны располагаться слева от мнимой оси [1, 2].

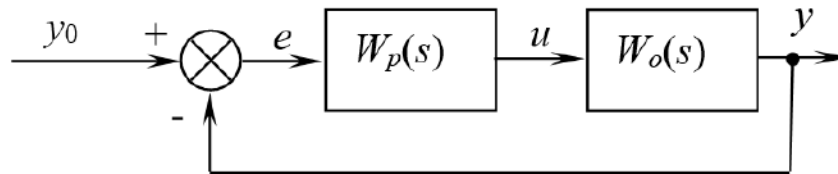


Рис. 1. Замкнутая система управления

В качестве объекта управления выбран учебный стенд «Тепловой объект», состоящий из двух термодпар, лампы накаливания, вентилятора для охлаждения установки. На рис. 2 представлена условная схема металлической трубы учебного стенда [3-5].



Рис. 2. Условная схема металлической трубы учебного стенда

Передаточная функция объекта $W_p = \frac{55.11}{23454.219s^2 + 459.153s + 1}$. Найдем коэффициенты K_i , K_p и построим для ПИ-регулятора зависимость настроек K_i от K_p (листинг 1) при степени колебательности $m = 0.221$, коэффициент усиления $K = 55.11$, время запаздывания $\tau = 0$, параметры $a = 23454.219$, $b = 459.153$, $c = 1$ и пределы изменения частоты (минимальный $w_{min} = 0$ и максимальный $w_{max} = 0.01$).

```
clear; clc
K=55.11; tau=0; a=23454.219; b=459.153; c=1;
m=0.221; wmin=0; wmax = 0.1; w=wmin; dw=0.01;
while w<wmax
```

```

Reo1=a*m*m*w*w*cos(w*tau)-a*w*w*cos(w*tau)-
b*m*w*cos(w*tau)+c*cos(w*tau);
Reo1=(Reo1+2*a*m*w*w*sin(w*tau)-
b*w*sin(w*tau))/(K*exp(m*w*tau));
Imo1=b*w*cos(w*tau)-
2*a*m*w*w*cos(w*tau)+a*m*m*w*w*sin(w*tau);
Imo1=(Imo1-a*w*w*sin(w*tau)-
b*m*w*sin(w*tau)+c*sin(w*tau))/(K*exp(m*w*tau));
Kp=m*Imo1-Reo1;Ki=w*(1+m*m)*Imo1;w=w+dw;
IT=['Частота w=', num2str(w)];
disp(IT)
disp('Kp')
disp(Kp)
disp('Ki')
disp(Ki)
hold on;
grid on;
xlabel('Kp');
ylabel('Ki');
plot(Kp, Ki, '*');
drawnow;
end

```

Листинг 1. Построение графика зависимости параметров K_i от K_p

На рис. 3 представлены оптимальные настройки ПИ-регулятора, равные $K_p^* = 0.7103$ и $K_i^* = 0.001355$ – координаты точки, находящейся немного правее точки максимума.

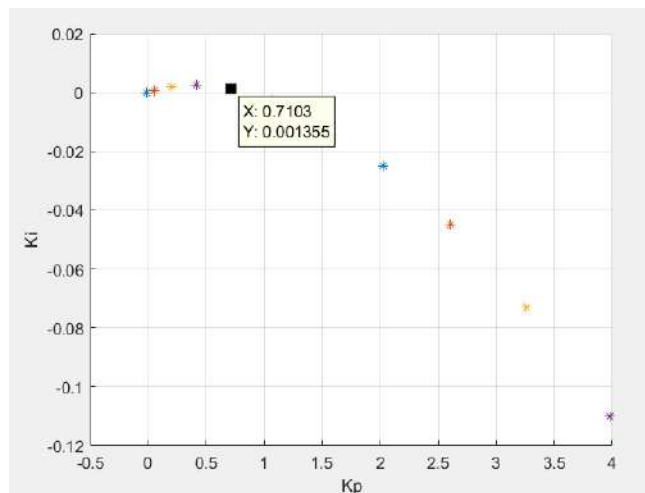


Рис. 3. Определение оптимальных настроек ПИ-регулятора

В среде MATLAB – Simulink соберем схему управления тепловым объектом, представленную на рис. 4.

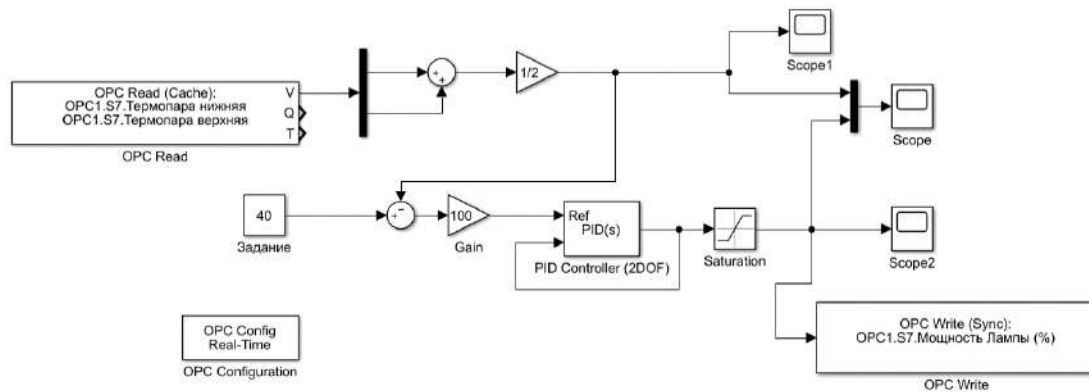


Рис. 4. Схема управления тепловым объектом с помощью MATLAB – Simulink

На рис. 5 представлена кривая разгона замкнутой системы реального объекта, которая обладает удовлетворительными критериями качества. Время переходного процесса $t_n = 525.5$ с, перерегулирование $\sigma = 2.65$ %, установившая ошибка $e_{уст} = 0.25$ %.

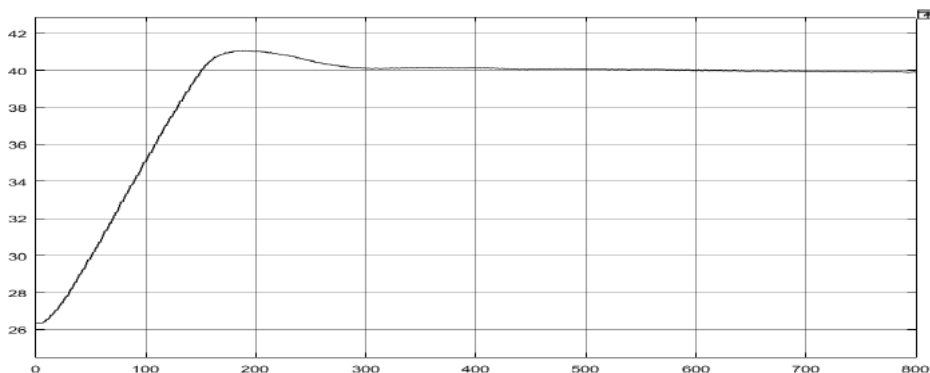


Рис. 5. Кривая разгона замкнутой системы реальным объектом

В настоящий момент определение оптимальных настроек ПИ-регулятора методом расширенных частотных характеристик является актуальным в поддержании температурных режимов в птицеводческой (инкубация и вывод яиц) [5, 6], металлургической и химических отраслях.

Список литературы

1. Кудинов Ю.И., Пащенко Ф.Ф. Теория автоматического управления с использованием MATLAB-SIMULINK: учебное пособие для вузов // Санкт-Петербург: Лань, 2018. 312 с.
2. Дудников Е. Г. Определение настройки регулятора по динамическим характеристикам регулируемого объекта и регулятора, полученным из опыта // АиТ. 1953. Т. XIV. № 3. С. 294–307.
3. Ponomarev A. A., Kudinov Y. I., Duvanov E. S., Pashchenko F. F. Analysis and Synthesis of Adaptive PID Controller with MRAC-MIT System // 2020 2nd

International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA): 2020: 527–532.

4. *Duvanov E. S., Kudinov Y. I., Ponomarev A. A., Pashchenko F. F.* Analysis and Synthesis of the Modified MRAC-MIT System and the MRAC-Lyapunov System // 2020 2nd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA): 2020: 521–526.

5. *Кудинов Ю. И., Дуванов Е. С., Келина А. Ю., Гвозденко Н. П.* Разработка и исследование моделей управления тепловым режимом работы инкубационного шкафа // Вестник Липецкого государственного технического университета, 2019. № 2 (40). С. 10–16.

6. *Duvanov E. S., Kudinov Y. I., Pashchenko F.F., Duvanov V.S.* Analysis of the Technological Process of Egg Incubation and Formulation of the Control Problem // 2021 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA): 2021: 769–773.

ОБОБЩЕНИЕ КЛАССИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ОРБИТАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НА СИСТЕМЫ ПРОИЗВОЛЬНОГО ПОРЯДКА

Елецких И.А.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: yeletskikh.irina@yandex.ru

Аннотация. Теория управления нелинейными системами за последние два десятилетия развивалась быстрее чем другие области теории управления. Анализ системы начинается с исследования существования и единственности решений, а также устойчивости систем. На основе использования функций типа Ляпунова получены обобщения классических критериев орбитальной устойчивости Пуанкаре и Дюлака на системы произвольного порядка. Изучено так же понятие устойчивости по Жуковскому, занимающее промежуточное место между устойчивостью по Пуанкаре (орбитальной) и устойчивостью по Ляпунову. В работе рассматривается подход к нелинейным колебаниям на основе понятий периодических орбит и предельных циклов. В основу исследования положен критерий Бендиксона, который может быть использован для установления существования периодических орбит.

Ключевые слова: гармонический осциллятор, периодическая орбита, метод индексов, точки равновесия, матрицы Якоби.

GENERALIZATION OF CLASSICAL POINCARÉ-BENDIXSON ORBITAL STABILITY CRITERIA TO SYSTEMS OF ARBITRARY ORDER

Abstract. The control theory of nonlinear systems over the past two decades has developed faster than other areas of control theory. System analysis begins with the study of the existence and uniqueness of solutions, as well as the stability of systems. Based on the use of Lyapunov-type functions, generalizations of the classical Poincaré and Dulac orbital stability criteria are obtained for systems of arbitrary order. The notion of stability according to Zhukovsky, which occupies an intermediate place between stability according to Poincaré (orbital) and stability according to Lyapunov, has also been studied. The paper considers an approach to nonlinear oscillations based on the concepts of periodic orbits and limit cycles. The study is based on the Bendixon criterion, which can be used to establish the existence of periodic orbits.

Keywords: harmonic oscillator, periodic orbit, index method, equilibrium points, Jacobi matrices.

Важную роль при изучении нелинейных систем играют автономные системы второго порядка. Их решения могут быть представлены в виде траекторий на плоскости. Это позволяет визуализировать качественное поведение системы. Цель статьи заключается в том, чтобы с использованием систем второго порядка ввести некоторые понятия и дать представление об основных идеях, лежащих в основах теории нелинейных систем. Ряд классических результатов по условиям существования и устойчивости колебаний приведен в работах Г.А. Леонова и его учеников [1].

Периодические орбиты на плоскости обладают тем свойством, что они разделяют плоскость на две области: внутри орбиты и вне ее. Это позволяет получить критерии наличия или отсутствия периодических орбит для систем второго порядка. Однако эти критерии не могут быть обобщены на случай систем большей размерности. Наиболее известными критериями являются теорема Пуанкаре–Бендиксона, критерий Бендиксона и метод индексов.

Рассмотрим автономную систему второго порядка

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = f_1(x_1, x_2), \\ \dot{x}_2 = f_2(x_1, x_2). \end{cases} \quad (1)$$

$$(2)$$

Пусть $x(t) = ((x_1(t), x_2(t)))$ – решение системы (1) – (2), соответствующее определенному начальному значению $x_0 = (x_{10}, x_{20})$, то есть $x(0) = x_0$. Геометрическим местом точек $x(t)$ для всех $t \geq 0$ на плоскости $x_1 - x_2$ является кривая, проходящая через точку x_0 . Эта кривая называется *траекторией* или *орбитой* системы (1) – (2), исходящей из x_0 . Плоскость $x_1 - x_2$ называется *плоскостью состояний* или *фазовой плоскостью*. Правая часть системы (1) – (2) представляет собой касательный вектор $\dot{x} = (\dot{x}_1(t), \dot{x}_2(t))$ кривой. Используя векторные обозначения, можем переписать систему (1) – (2) в следующем виде:

$$\dot{x} = f(x), \quad (3)$$

где $f(x)$ – непрерывно дифференцируемая функция. В теореме Пуанкаре – Бендиксона даются условия существования периодических орбит (1). В статье мы

не будем приводить полную формулировку этой теоремы, но сформулируем ее как следствие, которое позволяет использовать основной результат теоремы. Будем называть это следствие критерием Пуанкаре–Бендиксона [2].

Лемма 1 (критерий Пуанкаре – Бендиксона). *Рассмотрим систему (1) и пусть M – замкнутое ограниченное подмножество на плоскости, такое что*

- *M не содержит точек равновесия или содержит только одну точку равновесия, такую что собственные значения матрицы Якоби $[\partial f/\partial x]$ в этой точке имеют положительные вещественные части. (следовательно, точка равновесия является неустойчивым фокусом или неустойчивым узлом.)*
- *Каждая траектория, начинающаяся в M , остается в M для всех будущих моментов времени.*

Тогда M содержит периодическую орбиту системы (1).

С интуитивной точки зрения в этой лемме утверждается, что ограниченные траектории на плоскости будут стремиться к периодической орбите или точкам равновесия при стремлении времени к бесконечности. Если M не содержит точек равновесия, то она должна содержать периодическую орбиту. Если M содержит только одну точку равновесия, удовлетворяющую указанным условиям, то в окрестности этой точки все траектории будут расходиться от нее. Таким образом, можно выбрать простую замкнутую кривую в окрестности точки равновесия, такую что векторное поле в точках этой кривой будет направлено наружу. Заменяя множество M так, чтобы исключить ограниченную кривой область будет получено множество, которое не содержит точек равновесия и все траектории проходят внутри него.

Для того чтобы установить, лежат ли все траектории внутри множества M , следует использовать следующий метод. Рассмотрим простую замкнутую кривую, которая определяется уравнением $V(x) = c$, где $V(x)$ – непрерывно дифференцируемая функция. Тогда векторное поле $f(x)$ в точке x на кривой направлено внутрь множества, если скалярное произведение $f(x)$ на вектор-градиент $\nabla V(x)$ отрицательно, т.е.

$$f(x) \cdot \nabla V(x) = \frac{\partial V}{\partial x_1}(x)f_1(x) + \frac{\partial V}{\partial x_2}(x)f_2(x) < 0.$$

Векторное поле $f(x)$ направлено наружу, если $f(x) \cdot \nabla V(x) > 0$, и по касательной к кривой, если $f(x) \cdot \nabla V(x) = 0$. Траектории могут выйти из множества, если только векторное поле направлено наружу в точке пересечения с границей множества. Таким образом, для множества $M = \{V(x) \leq c\}$, где c – некоторая положительная константа, траектории лежат внутри M , если $f(x) \cdot \nabla V(x) \leq 0$ на границе $V(x) = c$. Для области в виде кольца $M = \{W(x) \geq c_1 \text{ и } V(x) \leq c_2\}$, где $c_1 > 0$ и $c_2 > 0$, траектории лежат внутри M , если $f(x) \cdot \nabla V(x) \leq 0$ при $V(x) \leq c_2$ и $f(x) \cdot \nabla W(x) \geq 0$ при $W(x) = c_1$.

Следующие два примера иллюстрируют критерий Пуанкаре – Бендиксона, а третий пример представляет собой нетривиальное применение этого критерия к случаю осциллятора с отрицательным сопротивлением.

Пример 1. Рассмотрим гармонический осциллятор

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2, \\ \dot{x}_2 = -x_1 \end{cases}$$

и область в виде кольца $M = \{c_1 \leq V(x) \leq c_2\}$, где $V(x) = x_1^2 + x_2^2$ и $c_2 > c_1 > 0$. Множество M замкнуто, ограничено и не содержит точек равновесия, так как единственная точка равновесия находится в начале координат $(0; 0)$. Траектории лежат внутри M , поскольку равенство $f(x) \cdot \nabla V(x) = 0$ выполнено при всех x . Следовательно, по критерию Пуанкаре – Бендиксона, в множестве M существует периодическая орбита.

Предыдущий пример показывает, что критерий Пуанкаре – Бендиксона гарантирует существование периодической орбиты, но не ее единственность. Проведенные выше исследования гармонического осциллятора показывают, что эта система обладает континуумом периодических орбит в M .

Для установления существования периодических орбит в некоторых случаях может использоваться результат, известный как критерий Бендиксона.

Лемма 2 (критерий Бендиксона). *Если выражение $\partial f_1 / \partial x_1 + \partial f_2 / \partial x_2$ не равно тождественно нулю и не изменяет знак на односвязной области D на плоскости, то система (3) не имеет периодических орбит, полностью лежащих в D .*

Сформулируем важный результат, который связывает существование периодических орбит с точками равновесия. В этом результате используется индекс (число вращения), введенный Пуанкаре. Рассмотрим систему второго порядка (3), и пусть C – простая замкнутая кривая, не проходящая через точку равновесия системы (3). Рассмотрим ориентацию векторного поля $f(x)$ в точке $p \in C$. При движении точки p вдоль кривой C против часовой стрелки вектор $f(x)$ вращается непрерывно и после возвращения в свое начальное положение должен совершить оборот на угол $2\pi k$, где k – некоторое целое число (угол измеряется против часовой стрелки). Целое число k называется индексом замкнутой кривой C . Если замкнутая кривая окружает одну изолированную точку равновесия \bar{x} , то k называется индексом точки \bar{x} .

В [2] доказано:

Лемма 3.

- 1) Индекс узла, фокуса или центра равен $+1$.
- 2) Индекс (гиперболической) седловой точки равен -1 .
- 3) Индекс замкнутой орбиты равен $+1$.
- 4) Индекс замкнутой кривой, которая не окружает ни одной точки равновесия, равен $+1$.
- 5) Индекс замкнутой кривой равен сумме индексов точек равновесия, которые окружены этой кривой.

Следствие 1. *Внутри любой периодической орбиты должна находиться по крайней мере одна точка равновесия. Предположим, что точки равновесия*

внутри орбиты являются гиперболическими. Тогда если N – число узлов и фокусов и S – число седловых точек, то $N - S = 1$.

Напомним, что точка равновесия является гиперболической, если якобиан в этой точке не имеет чисто мнимых собственных значений [3]. Если точка равновесия не является гиперболической, то ее индекс может отличаться от ± 1 .

Метод индексов обычно является полезным при установлении существования периодических орбит в определенных областях на плоскости.

Пример 2. Система

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -x_1 + x_1x_2, \\ \dot{x}_2 = x_1 + x_2 - 2x_1x_2 \end{cases}$$

имеет две точки равновесия в $(0; 0)$ и $(1; 1)$. Матрицы Якоби в этих точках имеют вид

$$\left[\frac{\partial f}{\partial x} \right]_{(0;0)} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}; \quad \left[\frac{\partial f}{\partial x} \right]_{(1;1)} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}.$$

Следовательно, $(0; 0)$ – седловая точка и $(1; 1)$ – устойчивый фокус. Единственная комбинация точек равновесия, которые могут быть окружены периодической орбитой, – одиночный фокус [3]. Другие варианты периодических орбит исключены.

Список литературы

1. *Леонов Г.А.* Хаотическая динамика и классическая теория устойчивости движения. Москва–Ижевск: РХД, 2006.
2. *Халил Х.К.* Нелинейные системы. Москва–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2009.
3. *Елецких И.А.* Приложение метода Ляпунова к исследованию на устойчивость линейных стационарных систем // Научно-методический журнал «Continuum. Математика. Информатика. Образование». 2019. №2(14). С. 27–35.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА PYTHON ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА

Бестиков Д.С.¹, Ларина Е.В.², Дуванов Е.С.³

*Научный руководитель: д. т. н., профессор Кудинов Ю.И.⁴
^{1, 2, 3, 4}Липецкий государственный технический университет*

e-mail: ¹dima.bestikov@yandex.ru, ²ekaterina_larina_00@mail.ru,
³evgenyduvanov@yandex.ru, ⁴kudinov.yi@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается применение языка Python в анализе и автоматизации систем управления. Средствами Python получена кривая разгона, произведена аппроксимация методом площадей Симоу и рассчитывается ошибка

аппроксимации. Разработанные программные средства могут быть использованы при анализе систем и обработке данных.

Ключевые слова: Python, ошибка аппроксимации, метод Симою, контроллер, система управления, кривая разгона.

USING PYTHON TO BUILD A DYNAMIC OBJECT MODEL

Abstract. The article discusses the use of the Python language in the analysis and automation of control systems. By means of Python, the acceleration curve is obtained, the approximation is made by the Simoyu area method and the approximation error is calculated. The developed software tools can be used in systems analysis and data processing.

Keywords: Python, approximation error, Simoyu method, controller, control system, step response.

В качестве исследуемого объекта управления выбран учебный стенд «Тепловой объект», состоящий из трубы (рабочей зоны), нагревательного элемента, двух термодатчиков, измеряющие температуру рабочей зоны под управлением контроллера Schneider Modicon M340 [1–3].

Для автоматизированного получения данных воспользуемся листингом 1. Запуск установки производится с помощью TCP-запросов (ОПС сервера), получая от контроллера информацию о текущих значениях температуры и сохраняя ее в отдельный Excel файл для дальнейшей автоматической обработки. Для работы программы требуется версия Python 3.6+. Показания температуры теплового объекта снимаются через одинаковый промежуток времени $t=65$ с [4–6].

```
from pyModbusTCP.client import ModbusClient as MC
import time, xlswriter
step_t = 65; i=0; pred_value = -100; tek_value = -200
workbook = xlswriter.Workbook('plc_tcp_schnieder.xlsx')
worksheet = workbook.add_worksheet()
c=MC(host="192.168.0.2", port=502, unit_id=1)
c.open()
c.write_multiple_registers(2, [100])
c.write_multiple_registers(3, [0])
while abs(tek_value-pred_value) >= 0.05:
    regs_niz=c.read_holding_registers(0,1)
    regs_verh=c.read_holding_registers(1,1)
    t= time.ctime()
    pred_value, tek_value = tek_value, regs_niz[0]/100
    print(i*step_t,regs_niz[0]/100,regs_verh[0]/100,' ',t)
    worksheet.write(i, 0, i*step_t)
    worksheet.write(i, 1, regs_niz[0]/100)
    worksheet.write(i, 2, regs_verh[0]/100)
    worksheet.write(i, 3, t)
    i=i+1
    time.sleep(step_t)
c.write_multiple_registers(2, [0])
c.close()
workbook.close()
```

Листинг 1. Автоматизированное получение данных с теплового объекта

Для аппроксимации и получения передаточной функции с помощью метода площадей Симою воспользуемся листингом 2 [7].

```
import matplotlib.pyplot as plt, time
from scipy.interpolate import splev, splrep
import scipy.integrate as spint, numpy as np
from scipy.integrate import quad
xx=np.array([0,65,130,195,260,325,390,455,520,585,650,715,780,
845,910,975,1040,1105,1170,1235,1300,1365,1430,1495,1560,1625,
1690,1885,1950])
temp=np.array([27.24,32.325,38.94,44.84,50.055,54.425,58.265,6
1.45,64.175,66.53,68.61,70.465,72.075,73.39,74.665,75.69,76.60
5,77.465,78.16,78.82,79.33,79.805,80.245,80.645,80.96,81.27,81
.615,82.205,82.35])
K = temp[-1]-temp[0]
zz = []; size = len(xx)
for i in range(size):
    norm = round((temp[i]-temp[0])/(K),4)
    zz.append(norm)
yy =np.array(zz)
def h(x):
    spl = splrep(xx , yy)
    return splev(x, spl)
S1=(spint.quad(lambda x:1-h(x),xx[0],xx[len(xx)-1])[0])
S2=(spint.quad(lambda x:(1-h(x))*(S1-x),xx[0],xx[len(xx)-
1])[0])
S3=(spint.quad(lambda x:(1-h(x))*(S2-
S1*x+(1/2)*x**2),xx[0],xx[len(xx)-1])[0])
S4=(spint.quad(lambda x:(1-h(x))*(S3-S2*x+S1*(1/2)*x**2-
(1/6)*x**3),xx[0],xx[len(xx)-1])[0])
b1=1
a1=b1+S1
a2=b1*S1+S2
def ff(x,t):
    j=(-1)**0.5
    return (2/np.pi)*
((b1)/(a2*(x*j)**2+a1*x*j+1)).real*(np.sin(x*t)/x)
y=np.array([round(quad(lambda x: ff(x,t),0, 20)[0],2) for t in
xx])
det = (abs(np.sum(yy)-np.sum(y))/size)*100
print("Ошибка аппроксимации : "+str(round(det,4))+"%")
plt.figure(figsize=[16,12])
plt.title('Идентификация методом площадей с использованием
Python')
plt.plot(xx, yy,'o', label='Нормированная кривая разгона')
```



```
plt.plot(xx, y, 'r', la-
bel='Wp=%s/(%s*p**2+%s*p+1)'%(round(K,3),round(a2,3),round(a1,
3)))
plt.legend(loc='best')
plt.grid(True)
plt.show()
```

Листинг 2. Получение кривой разгона методом Симою

После выполнения программы получены графики переходной и аппроксимированной функций, передаточная функция и ошибка аппроксимации (рис. 1).

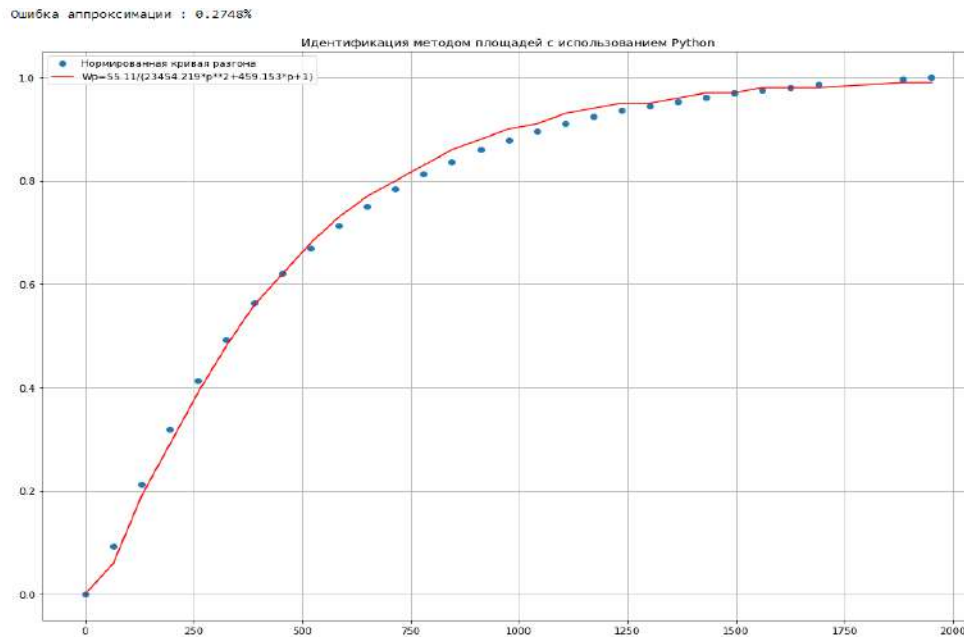


Рис. 1. Графики переходной и аппроксимированной функций

Рассмотренный пример демонстрирует легкость и гибкость применения, а также мощь инструментария Python при внедрении его в системы автоматизации. Программы на нем могут быть использованы вместо сложного и дорогостоящего промышленного ПО или дополнить его при анализе систем и обработке данных [8].

Список литературы

1. Кудинов Ю. И., Дуванов Е. С., Келина А. Ю., Гвозденко Н. П. Разработка и исследование моделей управления тепловым режимом работы инкубационного шкафа // Вестник Липецкого государственного технического университета, 2019. № 2 (40). С. 10–16.

2. Ponomarev A. A., Kudinov Y. I., Duvanov E. S., Pashchenko F. F. Analysis and Synthesis of Adaptive PID Controller with MRAC-MIT System // 2020 2nd

International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). 2020. P. 527–532.

3. *Duvanov E. S., Kudinov Y. I., Ponomarev A. A., Pashchenko F. F.* Analysis and Synthesis of the Modified MRAC-MIT System and the MRAC-Lyapunov System // 2020 2nd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). 2020. P. 521–526.

4. *Кудинов Ю.И., Пащенко Ф.Ф.* Теория автоматического управления с использованием MATLAB-SIMULINK: учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2018. 312 с.

5. *Ротач В.Я.* Теория автоматического управления: учебник для вузов. 3-е изд. М.: Издательство МЭИ, 2005. 400 с.

6. *Буйначев С. К.* Основы программирования на языке Python: учебное пособие / С. К. Буйначев, Н. Ю. Боклаг. Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного ун-та, 2014.

7. *Аллен Б. Дауни.* Think DSP. Цифровая обработка сигналов на Python. Издательство "ДМК Пресс". 2017. 160 с.

8. *Duvanov E. S., Kudinov Y. I., Pashchenko F.F., Duvanova V.S.* Analysis of the Technological Process of Egg Incubation and Formulation of the Control Problem // 2021 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). 2021. P. 769–773.

ОБОБЩЕНИЕ И АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Петрова С.Н.¹, Коржавина Н.В.², Гевейлер Н.С.³, Дуплинский Д.А.⁴,
Медяев И.Н.⁵*

*¹Уральский государственный юридический университет
им. В.Ф. Яковлева; НЧОУ ВО «Технический университет УГМК»*

^{2,3,4}НЧОУ ВО «Технический университет УГМК»,

⁵Российский университет транспорта РУТ(МИИТ)

e-mail: ¹axial_120@mail.ru, ²knati@mail.ru,
³natalia2002g@gmail.com, ⁴diman4ik.00@yandex.ru,
⁵igor.medyaev@yandex.ru

Аннотация. Изучены вопросы построения обобщенных нелинейных динамических моделей развития и взаимодействия предприятий с учетом модифицированной структуры формирования капиталовложений, а также с учетом нестационарности процессов и неполноты информации. Предложенные математические модели могут найти применение при исследовании социально-экономических процессов, связанных с

функционированием и взаимодействием предприятий транспортной и металлургической отраслей.

Ключевые слова: математическая модель, динамический процесс, дифференциальные уравнения, дифференциальные включения, нестационарные эффекты, моделирование социально-экономических процессов, развитие и взаимодействие предприятий.

GENERALIZATION AND ANALYSIS OF A MATHEMATICAL MODEL DEVELOPMENT AND ENTERPRISES INTERACTION

Abstract. The problems of constructing generalized nonlinear dynamic models of the development and interaction of enterprises are studied, taking into account the modified structure of the formation of capital investments, as well as taking into account the non-stationary processes and incomplete information. The proposed mathematical models can be used in the study of socio-economic processes related to the functioning and interaction of enterprises in the transport and metallurgical industries.

Keywords: mathematical model, dynamic process, differential equations, differential inclusions, non-stationary effects, modeling of socio-economic processes, development and interaction of enterprises.

Вопросы, связанные с изучением и обобщением модели Шаповалова (модели средней фирмы) [1–5] представляют теоретический и прикладной интерес. Базовая модель задается системой трех обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений, решения которой обладают качественными свойствами, сходными со свойствами модели Лоренца [6]. Для проверки существования для модели Шаповалова странного аттрактора типа Лоренца необходимо убедиться в наличии гомоклинического каскада бифуркаций [2]. Качественные эффекты и циклическое поведение, появляющиеся в модифицированной модели Шаповалова, рассмотрены в [3–5] и в других работах.

В ряде случаев возникает необходимость изучения динамики взаимодействия нескольких предприятий той или иной отрасли народного хозяйства, например, взаимодействия ремонтных предприятий железнодорожного транспорта, обеспечивающих средний и капитальный ремонт железнодорожного пути. Аспекты взаимодействия предприятий возможно формально описать с помощью многомерных обобщений модели Шаповалова, учитывающих различные факторы [7].

Для описания математической модели развития и взаимодействия двух предприятий (предприятий I и II) отрасли, можно использовать систему шести обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений вида

$$\begin{aligned}
 \dot{y}_1 &= a_1 y_2 y_3 - b_1 y_1 + h_1 y_4, \\
 \dot{y}_2 &= c_1 (y_2 + y_3) - d_1 y_1 y_3, \\
 \dot{y}_3 &= r_1 y_2 - q_1 y_3, \\
 \dot{y}_4 &= a_2 y_5 y_6 - b_2 y_4 + h_2 y_1, \\
 \dot{y}_5 &= c_2 (y_5 + y_6) - d_2 y_4 y_6, \\
 \dot{y}_6 &= r_2 y_5 - q_2 y_6,
 \end{aligned} \tag{1}$$

где входящие величины имеют следующий смысл: y_1 и y_4 – численности сотрудников предприятий I и II; y_2 и y_5 – капиталы предприятий I и II; y_3 и y_6 – кредиты предприятий I и II предприятий. Кроме того, параметры a_1 и a_2 связаны с факторами, которые способствуют созданию и поддержанию привлекательного внешнего образа предприятий, параметры d_1 и d_2 – коэффициенты затрат предприятий на сотрудников, b_1 и b_2 – параметры, обобщающие различные причины увольнения сотрудников, c_1 и c_2 – параметры, обобщающие факторы, влияющие на эффективность капиталовложений каждого из двух предприятий, q_1 и q_2 – параметры, которые обобщают факторы, затрудняющие получение кредита каждым из предприятий, r_1 и r_2 – параметры, характеризующие прирост суммы кредита с течением времени, h_1 и h_2 – параметры, характеризующие приток (отток) сотрудников из одного предприятия в другое. Построение модели вида (2) рассмотрено в [5].

Рассмотрим случай, когда предприятия взаимодействуют не только с учетом притока (оттока) сотрудников, но и с учетом использования и приумножения общей части капитала. В этом случае формальное описание обобщенной математической модели примет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 \dot{y}_1 &= a_1 y_2 y_3 - b_1 y_1 + h_1 y_4, \\
 \dot{y}_2 &= c_1 y_2 + c_1 y_3 + c_3 y_5 - d_1 y_1 y_3, \\
 \dot{y}_3 &= r_1 y_2 - q_1 y_3, \\
 \dot{y}_4 &= a_2 y_5 y_6 - b_2 y_4 + h_2 y_1, \\
 \dot{y}_5 &= c_4 y_5 + c_5 y_6 + c_6 y_2 - d_2 y_4 y_6, \\
 \dot{y}_6 &= r_2 y_5 - q_2 y_6,
 \end{aligned} \tag{2}$$

Важно отметить, что в (2) используется более гибкая по сравнению с моделью (1) структура, влияющая на эффективность капиталовложений и связанная с использованием коэффициентов C_i , где $i = 1, \dots, 6$.

Далее рассмотрим обобщение модели (2) на случай, когда параметры динамически изменяются. Формальное описание такой обобщенной модели может быть задано следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \dot{y}_1 &= a_1(t)y_2y_3 - b_1(t)y_1 + h_1(t)y_4, \\
 \dot{y}_2 &= c_1(t)y_2 + c_2(t)y_3 + c_3(t)y_5 - d_1(t)y_1y_3, \\
 \dot{y}_3 &= r_1(t)y_2 - q_1(t)y_3, \\
 \dot{y}_4 &= a_2(t)y_5y_6 - b_2(t)y_4 + h_2(t)y_1, \\
 \dot{y}_5 &= c_4(t)y_5 + c_5(t)y_6 + c_6(t)y_2 - d_2(t)y_4y_6, \\
 \dot{y}_6 &= r_2(t)y_5 - q_2(t)y_6,
 \end{aligned} \tag{3}$$

где коэффициенты непрерывно зависят от времени t .

Для шестимерных моделей (2) и (3) перспективы исследования состоят в нахождении траекторий и изучении устойчивости решений, а также в модификации моделей при неполной информации. Например, условия неполноты информации можно учесть при переходе к многомерным дифференциальным включениям. Рассмотрим схему такого перехода. На первом этапе удобно перейти от (2) к векторному дифференциальному уравнению

$$dy/dt = f(y), \tag{4}$$

где $y = (y_1, y_2, \dots, y_6)$. Правая часть векторного дифференциального уравнения (4) на этом этапе принимает вид: $f(y) = (f_1, f_2, \dots, f_6) = (a_1y_2y_3 - b_1y_1 + h_1y_4, c_1y_2 + c_2y_3 + c_3y_5 - d_1y_1y_3, r_1y_2 - q_1y_3, a_2y_5y_6 - b_2y_4 + h_2y_1, c_4y_5 + c_5y_6 + c_6y_2 - d_2y_4y_6, r_2y_5 - q_2y_6)$, при этом $y \in R_+^6$, $R_+ = [0, \infty)$, $f: R_+^6 \rightarrow R_+^6$.

На втором этапе осуществляется переход от (2) к системе дифференциальных включений

$$\begin{aligned}
 \dot{y}_1 &\in a_1y_2y_3 - b_1y_1 + h_1y_4, \dot{y}_2 \in c_1y_2 + c_2y_3 + c_3y_5 - d_1y_1y_3, \\
 \dot{y}_3 &\in r_1y_2 - q_1y_3, \dot{y}_4 \in a_2y_5y_6 - b_2y_4 + h_2y_1, \\
 \dot{y}_5 &\in c_4y_5 + c_5y_6 + c_6y_2 - d_2y_4y_6, \dot{y}_6 \in r_2y_5 - q_2y_6.
 \end{aligned} \tag{5}$$

Предложенные динамические модели (2), (3) и (5) могут найти применение при решении задач анализа многомерных моделей развития и взаимодействия предприятий с обеспечением благоприятных условий сохранения и регулирования численности сотрудников, в частности, ремонтных предприятий железнодорожного транспорта [8]. В связи с тем, что при использовании вагонов, находящихся в частной собственности, происходит отслеживание собственником всех заменяемых, ремонтируемых и неисправных узлов и деталей, целесообразно использовать моделирование процесса взаимодействия ремонтных предприятий. Кроме того, различие в интенсивности эксплуатации подвижного состава приводит к различным объемам ремонтных работ и соответственно к изменениям в планировании выпуска вагонов из ремонта, поэтому необходимо учитывать аспекты взаимодействия предприятий. Построение и анализ математических моделей, оптимизирующих ремонтный процесс с привлечением нескольких

предприятий, позволят оперативно реагировать на изменение объемов производства и гибко регулировать кадровый состав без сокращения персонала.

В работе рассмотрены также вопросы построения нечетких и стохастических моделей развития и взаимодействия двух предприятий с учетом модифицированной структуры формирования капиталовложений, нестационарности процессов и неполноты информации.

Таким образом, предложен такой подход к построению обобщенных моделей развития и взаимодействия предприятий, который направлен на регулирование и оптимизацию процессов изменения численности сотрудников, а также на повышение эффективности использования капиталовложений. Для анализа устойчивости модели, описываемой системой дифференциальных включений (5), возможно использование принципа редукции задачи об устойчивости дифференциального включения к задаче об устойчивости других типов уравнений [9–12].

Список литературы

1. Шаповалов В.И., Каблов В.Ф., Башмаков В.А., Авакумов В.Е. Синергетическая модель устойчивости средней фирмы // Синергетика и проблемы теории управления. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. С. 454–464.

2. Гурина Т.А., Дорофеев И.А. Существование гомоклинической бабочки в модели устойчивости средней фирмы // Динамические системы. 2010. Вып. 28. С. 63–68.

3. Мулкиджан А.С., Климачкова Т.С. Исследование динамической модели развития предприятия // Материалы научно-практ. семинара молодых ученых и студентов «Системы управления, технические системы: устойчивость, стабилизация, пути и методы исследования» (15–16 декабря 2016 г.). Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина. 2017. С. 116–120.

4. Гладких О.Б., Лисовский Е.В., Людаговская М.А., Оборотов А.В., Петрова С.Н. Построение и компьютерное моделирование трехмерных динамических моделей с хаотическими режимами // Нелинейный мир. 2019. Т. 17. №5. С. 67–75.

5. Щербаков А.В., Гладких О.Б., Петрова С.Н., Воронцова В.Л. Качественные свойства конечномерных нелинейных динамических моделей // Нелинейный мир. 2020. Т. 18. №5. С. 15–23.

6. Лоренц Э. Детерминированное непериодическое движение // Странные аттракторы. М.: Мир, 1981. С. 88–116.

7. Петрова С.Н., Коржавина Н.С., Дуплинский Д.А., Медяев И.Н., Воронцова В.Л. Синтез и анализ нелинейных нестационарных динамических моделей развития и взаимодействия предприятий // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Системы управления,

сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии». Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2021. С. 40–46.

8. Боднар О.В., Новиков А.С. Тенденции развития ремонтных предприятий железнодорожного транспорта//Актуальные вопросы экономических наук. 2010. № 14. 3 с.

9. Шестаков А.А. Обобщенный прямой метод Ляпунова для систем с распределенными параметрами. М.: УРСС, 2007.

10. Меренков Ю.Н. Устойчивоподобные свойства дифференциальных включений, нечетких и стохастических дифференциальных уравнений. М.: РУДН, 2000.

11. Дружинина О.В., Масина О.Н. Методы исследования устойчивости и управляемости нечетких и стохастических динамических систем. М.: ВЦ РАН, 2009.

12. Дружинина О.В., Масина О.Н. Методы анализа устойчивости систем интеллектуального управления. М.: Изд. дом URSS, 2016.

АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Андропова О.Ю.¹, Игонина Е.В.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹olya199612@bk.ru, ²elenaigonina7@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены и проанализированы возможности программных средств, реализующих метод построения фазовых траекторий, для исследования устойчивости системы Лоренца. В качестве программных средств для исследования модели Лоренца выбраны системы компьютерной математики: Maxima, Maple, Matlab, Mathematica и языки программирования: Python, R-пакет. Приведено краткое описание результатов оценки вышеперечисленных средств по основным характеристикам: трудоемкость решения; время выполнения программного кода; результативность исследования.

Ключевые слова: моделирование систем, программные средства, системы компьютерной математики, языки программирования, фазовые траектории.

ANALYSIS OF SOFTWARE TOOLS FOR MODELING DYNAMIC SYSTEMS

Abstract. The possibilities of software tools implementing the method of constructing phase trajectories for studying the stability of the Lorentz system are considered and analyzed. Computer mathematics systems: Maxima, Maple, Matlab, Mathematica and programming languages: Python, R-package are selected as software tools for the study of the Lorentz model. A brief description of the results of the evaluation of the above tools is given according to the main

characteristics: the complexity of the solution; the execution time of the program code; the effectiveness of the study.

Keywords: system modeling, software tools, computer mathematics systems, programming languages, phase trajectories.

Как известно [1–7], использование современных программных средств позволяет автоматизировать процедуру исследования динамических систем и получить в наглядной форме результаты компьютерного моделирования с учетом изменяющихся значений параметров системы. В качестве программных средств используют виртуальные математические лаборатории, табличные процессоры, языки программирования [4–5] системы компьютерной математики [6–7], а также пакеты статистической обработки данных. При выборе конкретного инструментального средства в основном внимание уделяют таким характеристикам, как:

- трудоемкость решения;
- время выполнения программного кода;
- результативность исследования.

Трудоемкость решения – характеристика, отвечающая за сложность построения модели. Она учитывает время, потраченное на изучение набора функций используемого средства, синтаксиса языка, и громоздкость решения. В рамках характеристики «время выполнения программного кода» проводится оценка скорости вычислений каждым инструментальным средством при одинаковых условиях на одном и том же ПК. Характеристика «результативность исследования» основана на сравнении полученных результатов исследования при одинаковых значениях параметров, входящих в систему, и использованию одних и тех же методов решения.

В настоящей статье проводится анализ программных средств, по вышеперечисленным характеристикам, используемых для исследования и компьютерного моделирования динамики системы Лоренца, а именно, изучены и проанализированы возможности программных средств, реализующих метод построения фазовых траекторий для исследования устойчивости системы Лоренца. Выбор указанной системы, разработанной метеорологом-теоретиком Э. Лоренцом в 1963 г., обусловлен тем, что ей характерна существенная зависимость от начальных данных – важная черта хаотической динамики. Система Лоренца является упрощенной моделью атмосферной конвекции, позволяющей выстраивать долгосрочные прогнозы погоды. Фактически до работы Лоренца ненадежность прогноза погоды объясняли главным образом отсутствием достаточно мощной ЭВМ.

Модель Лоренца задается системой дифференциальных уравнений вида:

$$\begin{cases} \dot{x} = \sigma(y - x) \\ \dot{y} = x(r - z) - y, \\ \dot{z} = xy - bz \end{cases} \quad (1)$$

где x – скорость вращения конвекционных валов; y – разность температур ΔT между входящими и нисходящими потоками; z – отклонение вертикального температурного профиля от линейной зависимости. Три параметра σ , r и b пропорциональны соответственно числу Прандтля, числу Рэлея и коэффициенту, отражающему геометрию области [8].

Для оценок программных средств использован ПК, имеющий следующие характеристики:

- процессор: 11 th Gen Intel® Core™ i5-11300H @ 3.10 GHz,
- оперативная память: 8 Гб имеющая скорость 3200 МГц,
- видеокарта: NVIDIA GeForce RTX 3050 Ti Laptop GPU + встроенная Intel® Iris® Xe Graphics,
- жесткий диск: SSD 500 ГБ NVMe SAMSUNG MZVLQ512HBLU-00B00.

В качестве программных средств для исследования модели (1) выбраны системы компьютерной математики (СКМ): *Maxima*, *Maple*, *Matlab*, *Mathematica* и языки программирования: *Python*, *R*. Приведем краткое описание результатов оценки вышеперечисленных средств по основным характеристикам.

По трудоемкости решения СКМ *Maxima* и *Maple* имеют одинаковую оценку, так как программные коды достаточно просты и не требуют дополнительного времени для изучения каких-либо специальных функций. *Matlab* и *Mathematica* имеют достаточно не простой синтаксис, а соответственно требуется больше времени на их изучение, чем на изучение предыдущих двух систем. Для выполнения численного решения во всех системах использован метод Рунге-Кутты 4 порядка. Синтаксис языка *Python* является, как правило, максимально простым. Проведенный анализ показал, что сложность в исследовании системы (1) вызвана построением фазового портрета. Язык программирования *R* является наиболее сложным в освоении, чем анализируемые в работе СКМ и язык *Python*. Сложность обусловлена также построением фазового портрета и заданием модели аттрактора Лоренца.

Характеристика «время выполнения программного кода» важна при проведении любого исследования. СКМ, изучаемые в настоящем исследовании, работают совершенно разным способом. В СКМ *Maxima* для отображения время поиска решений используется дополнительная команда `showtime:all`, которая после выполнения каждой операции будет показывать время, затраченное на ее выполнение и объем памяти. Общее время, затраченное на данное решение: 0.468 сек., т. е. поиск решения составил половину секунды, что является достаточно хорошим результатом для свободно-распространяемой СКМ. Учтем тот факт, что имело место построение графика зависимостей переменных, что заняло еще

дополнительный промежуток времени. Объем потребляемой памяти составил: 79,781 МБ, но и требовался дополнительный объем памяти на график зависимостей переменных, а также объем дополнительных пакетов, который зависит от количества предоставляемого функционала. В *Maple* подсчет времени происходит автоматически и выводится в нижнем правом углу монитора. При исследовании устойчивости модели (1) время работы программы Maple составило 7,42 сек., память 56,18 МБ. Как можно заметить, память необходимая для построения данных моделей гораздо ниже, однако время, затраченное на поиск решения, заняло почти в 16 раз больше. В системе *Matlab* также присутствуют дополнительные инструменты для нахождения времени работы программы. В нашем рассматриваемом случае рабочее время составило 4,558 сек. Оценку по потребляемой памяти достаточно сложно произвести, т. к. в *Matlab* не был загружен ни один пакет. Пакеты по умолчанию работают уже внутри системы и занимают определенные объемы потребляемой памяти. Для анализа времени выполнения программ в *Mathematika* необходимо использовать специальную функцию *AbsoluteTiming*, которая выдаст полный результат времени работы программы в секундах. В нашем случае время работы программы приблизительно составило 0,066 сек. Данный результат говорит о том, что данная система по временным оценкам превосходит все предыдущие. Потребляемую память оценить достаточно сложно в связи с загрузкой всех пакетов по умолчанию.

Перейдем к оценкам производительности программ, основанных на языках программирования. *Python* является высокоуровневым языком и процедура вычисления занимает большее время, чем расчеты в программах, написанных на языках C++/C. Для определения точной оценки времени работы программы требуется ее доработка, а именно выполнение импорта модуля времени в нее: `import time`, а также создание новой переменной, которая будет отображать начало работы программы: `start_time = time.time()`. Также в конце работы программы при построении фазового портрета необходимо выполнить его закрытие сразу, чтобы посчитать время работы именно построения и работы программы, и не учитывать время, проведенное пользователем внутри самого графика. Итоговое время работы программы составило примерно 2,26 сек., что значительно ниже, чем у большинства СКМ. Для просмотра потребляемой памяти был осуществлен импорт дополнительного модуля: `from memory_profiler import profile`. Получено, что до момента наступления декоратора, происходил импорт библиотек, объем которых составил 74.2 МБ. В функциональной части работы программы наиболее значимый объем занимаемой памяти был при построении фазового портрета и его отображении, однако вся функция заняла по памяти не более чем 14.3 МБ, что меньше, чем у любой из СКМ.

Язык *R* является мультипарадигмальным, т.е. он не привязан к конкретному классу. Для замера времени работы программы использована функция `main`, которая позволила определить искомое время работы – 1.22 сек., что значительно превышает время работы программы на Python. Однако следует учитывать, что

язык программирования *R* придерживается процедурного стиля программирования, что уже по умолчанию говорит о меньшем количестве времени работы, чем у программ, использующих объектно-ориентированные языки как Python. Выполнение оценки объема занимаемой памяти программы на *R* достаточно затруднено в виду отсутствия специальных стандартных функций. По этой причине оценка объема памяти не проводилась.

На рис. 1 представлены фазовые портреты модели Лоренца, полученные в различных программных средах, при значениях параметров $\sigma = 10$, $r = 28$ и $b = 8/3$.

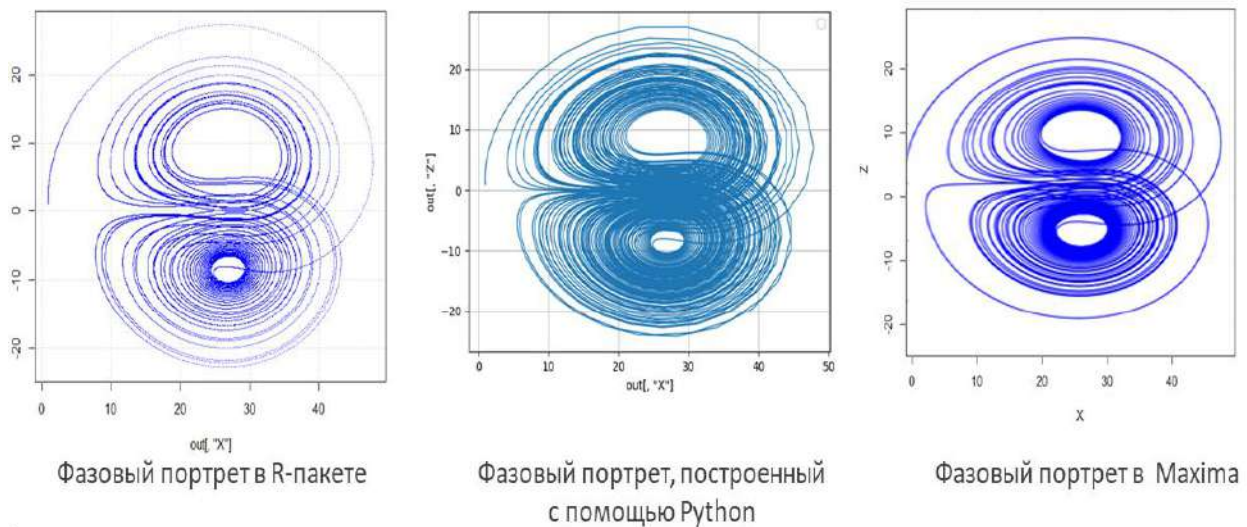


Рис. 1. Исследование устойчивости системы Лоренца

Проведенный анализ и оценка программных средств, используемых для изучения модели Лоренца (1), показали, что наиболее эффективным инструментом компьютерного моделирования являются СКМ *Maxima* и *Mathematica*. Однако следует учитывать такие еще отдельные факты, как, например, доступность. Пакет *Mathematica* является коммерческим продуктом, однако его мощность в разы превышает пакет *Maxima*, который относится к свободно-распространяемым СКМ, что делает данную систему наиболее привлекательной для исследователей. Стоит также отметить, что функционал СКМ ограничен входящими в него функциями, в отличие от языков программирования, которые имеют более широкий спектр применения и возможность интеграции результатов. Также следует учесть, что требуемые системные характеристики рассматриваемых в работе программных средств достаточно высоки для «слабых» ПК. Однако, используя, например, СКМ *Maxima* или языки программирования, системные характеристики можно опустить до минимальных требований.

Список литературы

1. *Ефимов И.Н., Морозов Е.А., Селиванов К.М.* Компьютерное моделирование динамических систем. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2014.
2. *Башкирцева И.А., Рязанова Т.В., Ряшко Л.Б.* Компьютерное моделирование нелинейной динамики: Непрерывные модели: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017.
3. *Андропова О.Ю.* Использование R-пакета для исследования устойчивости сложных систем // Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии (CSMSSIT-2021): материалы VII Международной научно-практической конференции. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2021. С. 50–54.
4. *Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г., Алексеева Е.А.* Основные понятия языка R: учебно-методическое пособие. Казань: Казанский государственный университет, 2007.
5. Практика: физическое моделирование [Электронный ресурс]. URL: <https://mipt-cs.github.io/python3-2017-2018/labs/lab5.html> (дата обращения: 10.04.2022)
6. *Письменный А.А., Развеева И.Ф.* Системы компьютерной математики // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» <https://scienceforum.ru/2018/article/2018003185>
7. *Игнатъев Ю.Г.* Математическое моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple: лекции для школы по математическому моделированию. Казань: Казанский университет, 2014.
8. *Лоренц Э.* Детерминированное непериодическое течение хаоса. Странные аттракторы. М.: Мир, 1981.

О ПРОБЛЕМАХ УСТОЙЧИВОСТИ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Петраков Н.С.¹

Научный руководитель: к. ф.-м. н., Рошупкин С.А.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹petrakov_1997@mail.ru, ²roshupkinsa@mail.ru

Аннотация. В статье кратко рассмотрены различные аспекты концепции устойчивости, которые используются в физике, математике и численных методах. Взаимосвязь между описанными понятиями, поднимает вопросы о предварительном исследовании устойчивости перед численным решением задач и правильной математической постановкой физической проблемы.

Ключевые слова: устойчивость, математическое моделирование.

PROBLEMS OF STABILITY IN MATHEMATICAL MODELING

Abstract. In the paper it is briefly considered various aspects of stability concepts, which are used in physics, mathematics and numerical methods of solution. The interrelation between these concepts are described, the questions of preliminary stability research before the numerical solution of the problem and the correctness of the mathematical statement of the physical problem are discussed.

Keywords: stability, mathematical modeling.

Устойчивость в математике – это состояние, при котором небольшое нарушение в системе не оказывает слишком разрушительного воздействия на эту систему. С точки зрения решения дифференциального уравнения функция $f(x)$ называется стабильной, если любое другое решение уравнения, которое начинается достаточно близко к нему, когда $x = 0$, остается близким к нему для последующих значений x . Если разница между решениями стремится к нулю при увеличении x , решение называется асимптотически устойчивым. Если решение не обладает ни одним из этих свойств, он называется неустойчивым (рис. 1).

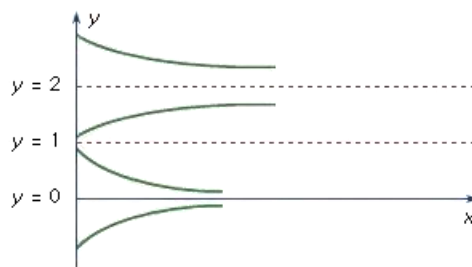


Рис. 1. График устойчивости

Само по себе понятие стабильности многогранно. Понятие физической устойчивости отличается от понятия устойчивости, определенного в математике. Важно подробно изучить устойчивость на разных этапах решения задач математического моделирования: в физическом эксперименте, в математической постановке задачи, в разностной схеме, т.е. в численном методе решения проблемы.

Таким образом, с физической точки зрения можно говорить об устойчивости, если при введении малых отклонений в системе они мало повлияют на динамику поведения. Иногда физическая стабильность по существу является технологической стабильностью, т. е. физический процесс обладает следующим свойством: при случайном воздействии на некоторый процесс возмущением он самопроизвольно возвращается в исходное состояние [1]. Проблемы устойчивости технологических процессов особо ярко выделяются на фоне остальных. Так, явным примером технологической устойчивости является проблема стабильности алюминиевой ячейки или стабильность процесса электролиза (рис. 2).

С учетом математической постановки задачи, моделирование физического эксперимента представляет собой систему ОДУ (обыкновенных дифференциальных уравнений) или систему нестационарных дифференциальных уравнений с частными производными. Здесь возникает вопрос о соответствии численного решения результатам физического эксперимента. Более того, довольно часто при построении математической модели, некоторые данные, которые считаются несущественными, могут быть проигнорированы.

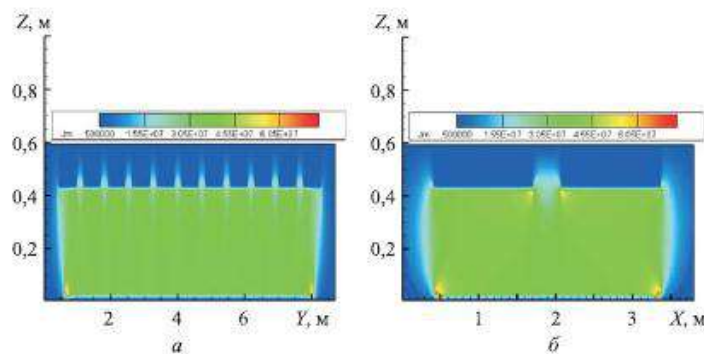


Рис. 2. Электролиз, распределение плотности тока

Возникают два вопроса: соответствие полученного численного решения неизвестному точному решению и соответствие неизвестного точного решения наблюдаемому результату физического эксперимента. В 20 веке было получено много теорем об устойчивости различных задач, в основе которых лежала теория устойчивости А.М. Ляпунова [2–6]. Эта теория была разработана для изучения динамики решения систем ОДУ во второй половине 19 века.

Таким образом, можно отметить, что вопрос устойчивости до сих пор очень актуален, поскольку небольшие отклонения от математической модели, вызванные неизбежными ошибками в измерениях, оказывают значительное влияние на решение математического уравнения, описывающего задачу, и будут не точно предсказывать будущий результат.

Список литературы

1. Рейзлин В.И. Математическое моделирование: учебное пособие. М.: Юрайт, 2016.
2. Красносельский А.М. Математическая теория систем. М.: Наука, 1986.
3. Барбашин Е.А. Введение в теорию устойчивости. М.: Либроком, 2014.
4. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1967.
5. Зубов В.И. Методы А.М. Ляпунова и их применение. Л.: Изд-во ЛГУ, 1957.
6. Филатов А.Н. Теория устойчивости. М.: ИВМ, 2002.

**СЕКЦИЯ 2. АНАЛИТИЧЕСКОЕ И КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
СЛОЖНЫХ СИСТЕМ. ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СИСТЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТООПТИЧЕСКОГО
ЭФФЕКТА В ВИСМУТЕ В СУБМИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН**

*Кондаков О.В.¹, Кондакова Е.В.²
^{1,2}Университет Куала-Лумпура, Малайзия*

e-mail: ¹kondakov61@gmail.com, ²evkondakova@gmail.com

Аннотация. С помощью моделирования формы экспериментальной кривой получена новая интерпретация механизма возникновения поглощения излучения стенками волновода. Рассматриваемый волновод состоит из двух зеркально симметричных половинок монокристалла висмута. Результаты проведенного исследования могут найти применение при расчете магнитных полей и длин волн.

Ключевые слова: планарный волновод, магнитооптический эффект, моделирование формы экспериментальной кривой.

**MATHEMATICAL MODELING OF THE MAGNETO-OPTICAL EFFECT IN BISMUTH IN
THE SUB-MILLIMETER WAVELENGTH RANGE**

Abstract. By modeling the shape of the experimental curve, a new interpretation of the mechanism of occurrence of absorption of radiation by the walls of the waveguide is obtained. The considered waveguide consists of two mirror-symmetric halves of a bismuth single crystal. The results of this study can be used in the calculation of magnetic fields and wavelengths.

Keywords: planar waveguide, magneto-optical effect, modeling of the shape of an experimental curve.

Введение. С помощью моделирования формы экспериментальной кривой получена новая интерпретация механизма возникновения поглощения излучения стенками волновода, изготовленного из двух зеркально симметричных половинок монокристалла висмута (планарный волновод ПВ). Показано, что резонансное поглощение ПВ лазерного излучения на длине волны в 337 мкм связано с внутризонными переходами электронов и дырок на уровнях Ландау. При резонансном значении магнитного поля уменьшается количество фотонов, прошедших ПВ. Так как в поглощении участвует группа соседних уровней Ландау, то наблюдается полоса поглощения, образованная этими переходами.

Анизотропия свойств монокристаллов висмута ПВ обеспечивает разнообразие характера поглощения электромагнитных волн,

распространяющихся в такой системе. Создание эффективных оптических клапанов [1–3] однопроходных перестраиваемых лазеров в инфракрасном и субмиллиметровом диапазоне представляет несомненную перспективу проведенного исследования, позволяющего производить детальный расчет магнитных полей и длин волн для подобных устройств.

Методика эксперимента. Плоский волновод, изготовленный из висмута (рис. 1), был помещен в магнитное поле до $B=1.6$ Тл в геометрии Фарадея. Эксперимент [4] проводился при температуре образца $T=4.2$ К. Электромагнитная волна распространяется в волноводе, стенки которого состоят из анизотропного монокристалла. Источник электромагнитной волны – излучение HCN-лазера с длиной волны $\lambda=337$ мкм. На рис. 1 представлена оптическая система экспериментальной установки. Субмиллиметровое излучение HCN лазера вводится в световод 1 и попадает на поворотное зеркало 2, которое отражает падающее на него излучение под углом 90° в световод 3. После прохождения герметичного окна 4 из черного полиэтилена (толщина ≈ 150 мкм) субмиллиметровое излучение фокусируется на планарный волновод 8 при помощи световода 5 с конусом 6 на конце.

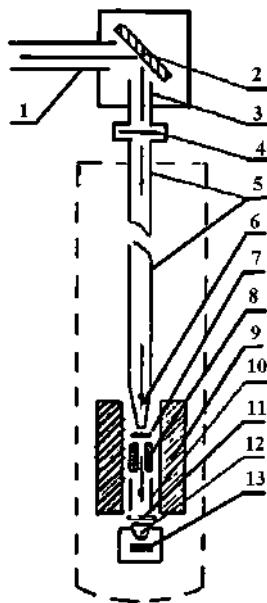


Рис. 1. Взаимное расположение составляющих оптической системы экспериментальной установки

Планарный волновод размещается в держателе, который вводится внутрь сверхпроводящего соленоида 9, помещенного непосредственно в жидкий гелий. Между конусом и планарным волноводом помещается охлаждаемый фильтр 7 из черного полиэтилена для избегания фоновой засветки. Прошедшее через планарный волновод излучение с помощью световода 10 направляется через кварцевое стекло 11, впаянное в дно внутренней стенки гелиевого дьюара, на второй конус 12, который фокусирует излучение на субмиллиметровый приемник

– глубоко охлаждаемый германиевый болометр 13. Сигнал с болометра измерялся методом синхронного детектирования.

Качество кристаллов, геометрия эксперимента и величина тепловой энергии $k_B T = 0.36$ мэВ позволяют наблюдать полосы поглощения электромагнитного излучения в зависимости от величины магнитного поля. Эти особенности в магнитопротекании планарного волновода интерпретируются как циклотронные, гибридные резонансы и диэлектрические аномалии электронов и дырок в L и T точках зоны Бриллюэна [5].

Экспериментальные результаты. Висмут исследовался в ориентации, когда вектор индукции магнитного поля был направлен вдоль бинарной оси кристаллической решетки висмута.

На рис. 2 представлены экспериментальные результаты (сплошная линия) и результаты моделирования (пунктирная и штрих-пунктирная линии) формы линии магнитооптического эксперимента, когда магнитное поле направлено вдоль бинарной оси.

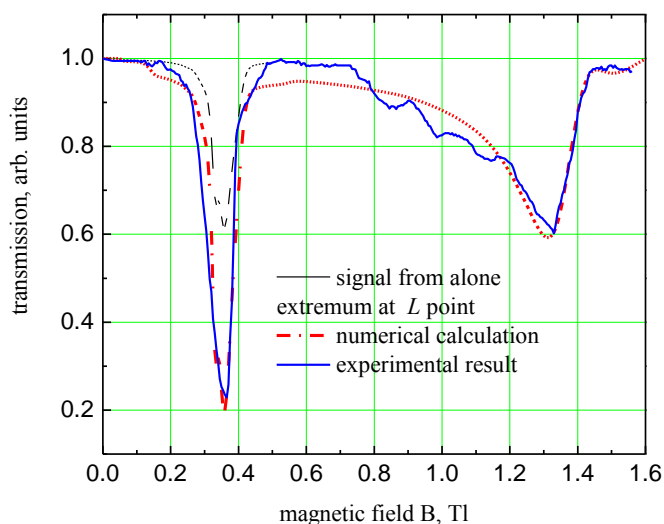


Рис. 2. Форма линии магнитооптического эксперимента, когда магнитное поле направлено вдоль бинарной оси, экспериментальные результаты (сплошная линия) и расчет (пунктирная и штрих-пунктирная линии).

Пропускание приведено в относительных единицах

Расчет коэффициента пропускания планарного волновода. Условия на границах между средами и соотношения симметрии позволили классифицировать электромагнитные волны, распространяющиеся в планарном волноводе, и рассчитать коэффициент пропускания. Численные оценки параметров электромагнитной волны дали возможность упростить конечное выражение для коэффициента пропускания. В результате было получено простое выражение для коэффициента пропускания планарного волновода, равное с погрешностью 4 %

$$T(B) = \exp\{2L[q_y''(B) - q_y''(0)]\},$$

где L – длина планарного волновода, $q_y''(0)$ – мнимая часть волнового вектора в направлении распространения волны в волноводе, когда магнитное поле равно нулю, $q_y''(B)$ – аналогичная величина в магнитном поле B .

В представляемой работе моделирование энергетической зависимости уровней Ландау от величины магнитного поля проводилось в рамках модифицированного закона дисперсии Бараффа электронов в точке L зоны Бриллюэна [6]. Уточнение энергетического положения уровней Ландау производилось в первом порядке теории возмущений для вырожденного случая.

Обсуждение результатов и выводы. В ориентации, когда вектор индукции магнитного поля направлен вдоль бинарной оси кристаллической решетки висмута, имеется три типа носителей заряда [7]: электроны наименьшей циклотронной массы, сосредоточенные в L точке зоны Бриллюэна, дырки в T точке зоны Бриллюэна и электроны наибольшей циклотронной массы, сосредоточенные в L точке зоны Бриллюэна. Циклотронная масса дырок занимает промежуточное значение между наименьшей и наибольшей электронными циклотронными массами.

Элементарная оценка классических магнитных полей циклотронного резонанса для вышеназванных циклотронных масс показала целесообразность моделирования магнитопоглощения для электронов наименьшей эффективной массы, сосредоточенных в L точке зоны Бриллюэна, и для дырок, сосредоточенных в T точке зоны Бриллюэна.

На рис. 3 представлены результаты расчета уровней Ландау в зоне проводимости в L точке зоны Бриллюэна. Цифрами обозначены главные квантовые числа уровней Ландау, а знаками «+» и «-» значение спинового числа $\pm 1/2$. Положение уровня Ферми рассчитывалось в рамках модели Макклюра и Чоя в соответствие с наиболее достоверными данными работы [8], полученными в результате анализа осцилляций Шубникова-Де-Гааза. В рассматриваемом диапазоне магнитных полей энергия Ферми в среднем не меняет своего значения с увеличением магнитного поля. Осцилляции энергии Ферми при проходе очередной трубки Ландау через поверхность Ферми составляет не более двух десятых миллиэлектронвольта. Энергия теплового размытия при температуре кипения жидкого гелия $T=4.2$ К составляет $k_B T=0.36$ мэВ. Все эти величины оказываются малыми по сравнению с энергией кванта электромагнитного излучения $E=3.6$ мэВ, поэтому полевая зависимость энергии Ферми не вносит никакого вклада в формирование формы линии магнитопоглощения. На рис. 3 вертикальной стрелкой указан резонансный переход с энергией $E=3.6$ мэВ, соответствующий разрешенным внутризонным переходам электронов. Полевое положение этого перехода соответствует минимуму низкополевой особенности на рис. 2. Таким образом, в формировании полосы поглощения участвуют несколько электронных переходов на соседних уровнях Ландау зоны проводимости в L точке Бриллюэна. Однако, структура рассчитанных в численной процедуре обоих полос

поглощения не обнаруживает индивидуальных особенностей, соответствующих переходам электронов между теми или иными уровнями Ландау.

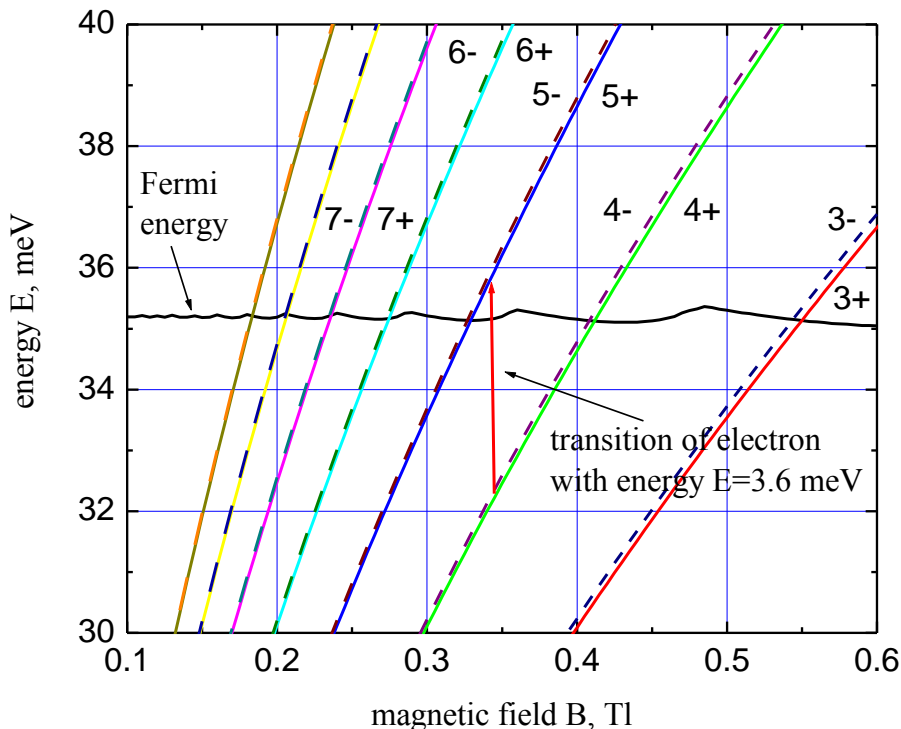


Рис. 3. Полевое положение энергии Ферми и уровней Ландау зоны проводимости в L точке зоны Бриллюэна.

Сплошными линиями представлены уровни Ландау со значением спинового квантового числа $s = -1/2$, а пунктирными $s = +1/2$ представлены результаты моделирования высокочастотной электропроводности для разрешенных внутризонных переходов, происходящих точно в L и T точках зоны Бриллюэна. Действительная и мнимая части высокочастотной электропроводности вносят примерно одинаковый вклад в поглощение электромагнитной волны, распространяющейся в планарном волноводе.

Приведем выводы проведенного исследования.

1. Расчет коэффициента пропускания планарного волновода проводился отдельно для каждого энергетического экстремума, так как оптимальные значения таких параметров, как время релаксации, предел интегрирования по волновому вектору, константные значения диэлектрической проницаемости - различны для носителей заряда, сосредоточенных в разных энергетических экстремумах. Проведен численный расчет поглощения излучения, имеющего ярко выраженный резонансный характер, стенками планарного волновода из монокристалла висмута, помещенного в магнитное поле. Подобные особенности

пропускания излучения, наблюдаемые на эксперименте, были предположительно связаны с квантово-механическими переходами на уровнях Ландау.

2. На основе этого предположения рассчитана зависимость коэффициента пропускания планарного волновода от величины магнитного поля, которая совпадала с экспериментальными данными для ориентации, когда вектор магнитного поля направлен вдоль бинарной оси кристаллической решетки висмута. Экспериментально наблюдаемые полосы магнитопоглощения формируются серией разрешенных правилами отбора внутризонных переходов на уровнях Ландау.

3. Полоса поглощения с минимумом при $B=0.36$ Тл образована внутризонными переходами электронов меньшей циклотронной массы в L точке зоны Бриллюэна.

4. Полоса поглощения в диапазоне магнитных полей $0.6 \leq B \leq 1.3$ Тл образована внутризонными переходами дырок валентной зоны в T точке зоны Бриллюэна.

5. В рамках модифицированного закона дисперсии Бараффа определены циклотронные массы электронов на дне зоны проводимости в L точке зоны Бриллюэна $m_c^*/m_o = 1.57 \times 10^{-3}$.

6. В рамках двузонной модели определены циклотронные массы дырок на вершине валентной зоны в T точке зоны Бриллюэна $m_c^*/m_o = 4.55 \times 10^{-2}$.

7. Доказано, что в условиях сильной анизотропии свойств и наличия топологически изолированных поверхностей Ферми моделирование экспериментальных магнитооптических спектров является успешным при учете параметров каждого экстремума носителей заряда отдельно.

В результате моделирования формы экспериментальной кривой получена существенно новая информация о механизме возникновения магнитопоглощения. Электромагнитное излучение резонансно поглощается стенками волновода, посредством внутризонных переходов на трубках Ландау. Таким образом, уменьшается количество фотонов, прошедших планарный волновод при резонансном значении магнитного поля. Так как в поглощении участвует группа соседних уровней Ландау, то наблюдается полоса поглощения, образованная этими переходами.

Список литературы

1. Jain A. Magneto Optic Current Transformer Technology (МОСТ) // Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE), 12(1), 46 (2017).
2. Kondakov O.V., Ndahayo F. Quantum frequency transformer of radiation // International Journal of Mathematics and Computations, 9, 26 (2009).
3. Falkovsky L. Quantum Magneto-Optics in Graphene // Photonics, 2, 13 (2015).

4. Голубев В.Г., Евсеев В.Н., Иванов К.Г., Иванов-Омский В.И. Субмиллиметровая полосковая линия из висмута в магнитном поле // ЖТФ, 50, 1992 (1980).

5. Голубев В.Г., Евсеев В.Н., Иванов К.Г., Иванов-Омский В.И. Распространение субмиллиметровых плазменных волн в висмуте в магнитном поле // Материалы IV Всесоюзного симпозиума «Плазма и неустойчивости в полупроводниках», Вильнюс, 1980, с. 4.

6. Vecchi M.P., Pereira J.R., Dresselhaus M.S. Anomalies in the magnetoreflexion spectrum of bismuth in the low-quantum-number limit // Phys. Rev. B, 4 (2), 298 (1976).

7. Эдельман В.С. Свойства электронов в висмуте // УФН, 123 (2), 257 (1977).

8. Миронова Г.А., Судакова М.В., Пономарев Я.Г. Закон дисперсии носителей в сплавах $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ // ФТТ, 22 (12), 3628 (1980).

ЭНДОГЕННАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФУНКЦИЯ

Оленёв Н.Н.

ФИЦ ИУРАН

e-mail: nolenev@mail.ru

Аннотация. Работа относится к теории производственных функций, представимых распределением производственных мощностей по технологиям. Показано, как можно построить эндогенную производственную функцию на основе исходного микроописания динамики производственных мощностей. Приведены ссылки на идентификацию таких производственных функций по данным разных стран.

Ключевые слова: эндогенная производственная функция, производственная мощность, трудоемкость, фондоемкость, модель экономики страны, макропоказатели экономики.

AN ENDOGENOUS PRODUCTION FUNCTION

Abstract. The paper relates to the theory of production functions, represented by the distribution of production capacities by technology. It is shown how it is possible to build an endogenous production function based on the initial micro-description of the dynamics of production capacities. References are provided to identify such production functions according to data from different countries.

Keywords: endogenous production function, production capacity, labor intensity, capital intensity, model of the country's economy, macroeconomic indicators.

Неоклассические производственные функции обладают хорошими математическими свойствами и активно используются в анализе экономических

явлений, однако границы их использования, как правило, неизвестны. Производственная функция Кобба-Дугласа широко использовалась и продолжает использоваться и на уровне предприятий, и на уровне отраслей, так как ее параметры легко находятся за счет сведения логарифмированием к линейной форме. В [1] впервые было показано, что производственные функции на микроуровне и макроуровне отличаются: степенная производственная функция типа Кобба-Дугласа получается на макроуровне из распределения Парето на микроуровне.

В [2] введено понятие производственной мощности, как максимально возможного выпуска продукции. Поэтому производственную мощность удобнее использовать в качестве производственного фактора, чем физический капитал, поскольку она измеряется в тех же единицах, что и выпуск. Конечно, производственная мощность и физический капитал связаны друг с другом через приростную фондоемкость, но величина этого технологического параметра меняется с изменением технологий.

В [3] рассмотрена динамика производственных мощностей, распределенных по трудоемкости и поставлена задача получения эндогенной производственной функции. Конструкция построена на основе гипотезы о фиксированном с момента создания мощности числе рабочих мест при уменьшающейся с постоянным темпом производственной мощности.

В [4, 5] построена эндогенная производственная функция, представляемая распределением производственных мощностей по технологиям, в случае, когда предельный возраст мощностей фиксирован.

Пусть τ – момент времени создания производственной мощности, а t – текущий момент времени. Тогда зависимость производственной мощности m (максимально возможного выпуска продукции) от трудоемкости λ (нормы затрат живого труда на выпуск одной единицы продукции) в переменных Лагранжа записывается в виде системы двух уравнений:

$$m(t, \tau) = m(\tau, \tau)e^{-\mu(t-\tau)}, \lambda(t, \tau) = \lambda(\tau, \tau)e^{\mu(t-\tau)},$$

где $\mu > 0$ – темп падения мощности вследствие старения и темп роста ее трудоемкости, так чтобы число рабочих мест $\lambda(t, \tau)m(t, \tau)$ с момента создания сохранялось неизменным. Можно показать (см., например, [3]), что в переменных Эйлера эта зависимость для плотности мощностей $m(t, \lambda)$ выражается в виде уравнения в частных производных первого порядка:

$$\frac{\partial m(t, \lambda)}{\partial t} + \mu\lambda \frac{\partial m(t, \lambda)}{\partial \lambda} = -2m(t, \lambda) + j(t, \lambda),$$

где $j(t, \lambda)$ – плотность распределения новых мощностей (производственных инвестиций) по трудоемкости.

Рассмотрим, как с помощью агрегирования динамики производственных мощностей на микроуровне, можно построить производственную функцию в

частном случае, когда в момент времени t все инвестиции $J(t)$ осуществляются в наилучшую технологию с наименьшей трудоемкостью $\lambda(t, t) = v(t)$. Этот случай в переменных Эйлера записывается, как $j(t, \lambda) = J(t)\delta_+(\lambda - v(t))$, а в переменных Лагранжа, как

$$m(t, \tau) = J(\tau)e^{-\mu(t-\tau)}, \lambda(t, \tau) = v(\tau)e^{\mu(t-\tau)}.$$

Пусть $Y(t)$ – суммарный выпуск продукции отрасли, $M(t)$ – суммарная производственная мощность отрасли (ее максимально возможный выпуск), а $L(t)$ – суммарный живой труд отрасли экономики (например, число занятых в этой отрасли), тогда агрегированная (эндогенная) производственная функция отрасли $Y(t)/M(t) = f(t, L(t)/M(t))$ имеет смысл функции загрузки мощностей и может быть представлена параметрической системой уравнений.

$$\begin{cases} Y(t) = \int_{t-\theta(t, L(t))}^t J(\tau)e^{-\mu(t-\tau)} d\tau, \\ L(t) = \int_{t-\theta(t, L(t))}^t v(\tau)J(\tau). \end{cases} \quad (1)$$

В системе уравнений (1) параметр $\theta(t, L(t))$ – это возраст самой старой производственной мощности из загруженных трудом $L(t)$, а мощности загружаются оптимальным образом от самой молодой (созданной в момент времени t и имеющей лучшую технологию с наименьшей трудоемкостью $v(t)$), до самой старой с трудоемкостью $v(t - \theta(t, L(t))) \exp(\mu\theta(t, L(t)))$.

Суммарная производственная мощность $M(t)$ в переменных Лагранжа задается уравнением

$$M(t) = \int_{t-A(t)}^t J(\tau)e^{-\mu(t-\tau)} d\tau, \quad (2)$$

где $A(t) \geq \theta(t, L(t))$ – возраст самой старой из учитываемых мощностей.

Предполагая, что производственные мощности с возрастом $t - \tau > A(t)$ в производстве больше не используются, например, демонтируются, имеем $dA(t)/dt \leq 1$.

Обозначим долю новых производственных мощностей в суммарной мощности $\alpha(t) = J(t)/M(t)$. При расширенном воспроизводстве эта величина $\alpha(t)$ превышает сумму темпа старения мощностей μ и темпа их демонтажа. При учете научно-технического прогресса (НТП) естественно предполагать [3–5], что темп уменьшения наименьшей трудоемкости пропорционален доле новых мощностей (мы имеем овестьствованный инвестициями НТП).

$$\frac{dv(t)}{dt} = -\varepsilon\alpha(t)v(t), \quad v(t_0) = v_0, \quad (3)$$

где $\varepsilon > 0$ – темп НТП, $0 < \varepsilon < 1$.

Аналитическое выражение для агрегированной производственной функции $f(t, x)$, где $x = L(t)/M(t)$, удалось найти в частных случаях для некоторых характерных режимов модели экономики (1)–(3).

Так, если возраст самой старой мощности $A(t)$ неограничен сверху, то суммарная мощность (2) подчиняется уравнению, обычно используемому в моделях экономики для физического капитала:

$$\frac{dM(t)}{dt} = J(t) - \mu M(t).$$

Если при этом доля новых мощностей $\alpha(t)$ постоянна, $\alpha(t) = \alpha > \mu/(1 - \varepsilon)$, то производственная функция имеет [3] вид

$$f(t, x) = 1 - \left(1 - \beta \frac{x}{v(t)}\right)^{1/\beta}, \quad (4)$$

где $\beta = 1 - \varepsilon - \mu/\alpha$, $0 < \beta < 1$, а темп сбалансированного роста $\gamma = \alpha - \mu$.

Если же возраст самой старой мощности конечен, $A(t) < \infty$, то суммарная мощность (2) подчиняется [5] следующему ниже уравнению, учитывающему демонтаж превысивших предельный возраст мощностей.

$$\frac{dM(t)}{dt} = J(t) - \mu M(t) - \left(1 - \frac{dA(t)}{dt}\right) J(t - A(t)) e^{-\mu A(t)}.$$

При этом, если предельный возраст фиксирован $A(t) = A = const$, то на режиме роста суммарной мощности $M(t)$ с темпом $\gamma = \varphi(\alpha, A) - \mu$, где доля новых мощностей $\alpha(t) = \alpha = \varphi/(1 - \exp(-\varphi A)) = const$, производственная функция (загрузка суммарной мощности) имеет (см. также [4–5]) вид

$$f(t, x) = \frac{\alpha}{\varphi} \left(1 - \left(1 - \rho \frac{x}{v(t)}\right)^{\frac{\varphi}{\alpha \rho}}\right), \quad (5)$$

где $\rho = 1 - \varepsilon - \mu/\alpha - \exp(-\varphi A) > 0$, $\varphi = \varphi(\alpha, A): \varphi/\alpha = 1 - \exp(-\varphi A)$.

Отсюда видно, что при $A(t) \rightarrow \infty$ получим, что $\varphi \rightarrow \alpha$, $\rho \rightarrow \beta$, а из аналитического выражения для производственной функции (5) получаем (4).

Часто экономика не находится на режиме экспоненциального роста, но описанную выше модель можно применять в численных расчетах эндогенной производственной функции и оценки ее параметров по исходному описанию динамики производственных мощностей на микроуровне (см., например, [5–8]).

Список литературы

1. Houthakker H. S. The Pareto distribution and the Cobb-Douglas production function in activity analysis // Review of Economic Studies. 1955–1956. 23(1):60. P. 27–31.

2. *Johansen L.* Production functions and the concept of capacity // *Recherches recentes sur la fonction de production*, Collection. *Economie mathematique et econometrie*. 1968. V. 2. P. 49–72.

3. *Оленёв Н.Н., Петров А.А., Поспелов И.Г.* Модель процесса изменения мощности и производственная функция отрасли хозяйства // *Математическое моделирование: Процессы в сложных экономических и экологических системах*. М.: Наука, 1986. С. 46–60.

4. *Оленёв Н.Н.* Производственная функция с учетом ограничения производственных мощностей по возрасту // *Труды МФТИ*. 2017. Т. 9. №3 (35). С. 143–150.

5. *Оленёв Н.Н.* Идентификация производственной функции с предельным возрастом мощностей // *Математическое моделирование*. 2019. 31:11. С. 47–60.

6. *Olenev N.* Identification of an aggregate production function for Polish economy // *Quantitative Methods in Economics*. 2018. V. 19. № 4. P. 430-439.

7. *Olenev N.* Identification of an aggregate production function for the economy of Turkey // *New Trends in Economics and Administrative Sciences. Proceedings of the Izmir International Congress on Economics and Administrative Sciences (IZCEAS 2018) Izmir*, 2018. P. 1761-1770.

8. *Olenev N.* Golden Rule Saving Rate for an Endogenous Production Function // *Communications in Computer and Information Science*. 2020. V. 1145. Springer, Cham. P. 267-279.

ОБ АНАЛИТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ КОНЕЧНОМЕРНЫХ СИСТЕМ

Будочкина С.А.¹, Лыу Т.Х.², Хонг Т.И.³

^{1,2,3}Российский университет дружбы народов (RUDN University)

e-mail: ¹*sbudotchkina@yandex.ru*, ²*luuthihuyen250393@gmail.com*,
³*khongthiyenrudn@gmail.com*

Аннотация. В работе получены необходимые и достаточные условия, при выполнении которых обыкновенное дифференциальное уравнение шестого порядка допускает косвенную вариационную формулировку, и построено действие по Гамильтону-Остроградскому. Получен также первый интеграл обыкновенного дифференциального уравнения четвертого порядка. Для этого исследованы потенциальность оператора рассматриваемого уравнения и инвариантность до дивергенции соответствующего действия по Гамильтону-Остроградскому.

Ключевые слова: нелокальная билинейная форма, потенциальный оператор, действие по Гамильтону-Остроградскому.

ON ANALYTICAL MODELING OF FINITE-DIMENSIONAL SYSTEMS

Abstract. Necessary and sufficient conditions for a six-order ordinary differential equation to admit an indirect variational formulation are obtained. The corresponding Hamilton-Ostrogradskii action is constructed. A first integral of a fourth-order ordinary differential equation is also derived. For this purpose, the potentiality of the operator of the considered equation and the invariance to divergence of the Hamilton-Ostrogradskii action are investigated.
Keywords: nonlocal bilinear form, potential operator, Hamilton-Ostrogradskii action.

Рассматривается обыкновенное дифференциальное уравнение шестого порядка

$$N(u) \equiv \sum_{i=1}^6 a_i(t)u^{(i)}(t) + a_0(t, u(t)) = 0, \quad t \in (t_0, t_1). \quad (1)$$

Здесь $u = u(t)$ – неизвестная функция, $a_0 \in C^1([t_0, t_1] \times R)$, $a_i \in C^i[t_0, t_1]$ ($i = \overline{1,6}$) – заданные функции.

Область определения оператора N (1) зададим в виде

$$D(N) = \{u \in C^6[t_0, t_1]: u(t_0) = u_1, u(t_1) = u_2, u'(t_0) = u_3, \\ u'(t_1) = u_4, u''(t_0) = u_5, u''(t_1) = u_6\}. \quad (2)$$

Введем нелокальную билинейную форму

$$\Phi(v, g) = \int_{t_0}^{t_1} M(t)v(t)g(t)dt, \quad (3)$$

где $M \in C^6[t_0, t_1]$.

Обозначим $M_i(t) = M(t)a_i(t)$ ($i = \overline{1,6}$), $M_0(t, u(t)) = M(t)a_0(t, u(t))$.

Теорема 1. Оператор N уравнения (1) является потенциальным на множестве $D(N)$ (2) относительно билинейной формы (3) тогда и только тогда, когда $\forall t \in [t_0, t_1]$ выполняются следующие условия:

$$M_5(t) - 3M_6'(t) = 0, \quad (4)$$

$$M_3(t) + 5M_6'''(t) - 2M_4'(t) = 0, \quad (5)$$

$$M_1(t) - 3M_6^{(5)}(t) + M_4'''(t) - M_2'(t) = 0. \quad (6)$$

Теорема 2. Если выполнены условия (4)-(6), то действие по Гамильтону-Остроградскому имеет вид:

$$F_N[u] = \int_{t_0}^{t_1} \left[\frac{1}{2} \left(-3M_6^{(4)}(t) + M_4''(t) - M_2(t) \right) (u'(t))^2 + \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \left(-3M_6''(t) + M_4(t) \right) (u''(t))^2 - \frac{1}{2} M_6(t) (u'''(t))^2 + B_M(t, u(t)) \right] dt,$$

где

$$B_M(t, u(t)) = \int_0^1 M_0(t, \tilde{u}(t, \lambda)) (u(t) - u_0(t)) d\lambda + B_M(t, u_0(t)),$$

$\tilde{u}(t, \lambda) = u_0(t) + \lambda(u(t) - u_0(t))$, $u_0 = u_0(t)$ – фиксированный элемент из $D(N)$, $B_M \in C^2([t_0, t_1] \times R)$.

Рассматривается обыкновенное дифференциальное уравнение четвертого порядка

$$N(u) \equiv \sum_{i=1}^4 a_i(t) u^{(i)}(t) + a_0(t, u(t)) = 0, \quad t \in (t_0, t_1). \quad (7)$$

Здесь $u = u(t)$ – неизвестная функция, $a_0 \in C^1([t_0, t_1] \times R)$, $a_i \in C^i[t_0, t_1]$ ($i = \overline{1, 4}$) – заданные функции.

Область определения оператора N (7) зададим в виде:

$$D(N) = \{u \in C^4[t_0, t_1]: u(t_0) = u_1, u(t_1) = u_2, u'(t_0) = u_3, u'(t_1) = u_4\}. \quad (8)$$

Введем нелокальную билинейную форму

$$\Phi(v, g) = \int_{t_0}^{t_1} v(t) g(t) dt. \quad (9)$$

Теорема 3. Оператор N уравнения (7) является потенциальным на множестве $D(N)$ (8) относительно билинейной формы (9) тогда и только тогда, когда $\forall t \in [t_0, t_1]$ выполняются следующие условия:

$$a_3(t) - 2a_4'(t) = 0, \quad (10)$$

$$a_1(t) + a_4'''(t) - a_2'(t) = 0. \quad (11)$$

Теорема 4. Если выполнены условия (10), (11), то действие по Гамильтону-Остроградскому имеет вид

$$F_N[u] = \int_{t_0}^{t_1} \left[\frac{1}{2} (a_4''(t) - a_2(t)) (u'(t))^2 + \frac{1}{2} a_4(t) (u''(t))^2 + B(t, u(t)) \right] dt, \quad (12)$$

где

$$B(t, u(t)) = \int_0^1 a_0(t, \tilde{u}(t, \lambda)) (u(t) - u_0(t)) d\lambda + B(t, u_0(t)),$$

$\tilde{u}(t, \lambda) = u_0(t) + \lambda(u(t) - u_0(t))$, $u_0 = u_0(t)$ – фиксированный элемент из $D(N)$, $B \in C^2([t_0, t_1] \times R)$.

Предположим, что функционал (12) определен на множестве $C^2[t_0, t_1]$. Рассмотрим на $D(N)$ бесконечно малое преобразование

$$\bar{u}(t, \varepsilon) = u(t) + \varepsilon S(t, u(t), u'(t), u''(t)). \quad (13)$$

Функция $S \in C^2([t_0, t_1] \times R^3)$ называется генератором преобразования (13).

Определение 1. Преобразование (13) называется симметрией до дивергенции действия по Гамильтону-Остроградскому (12), если существует функция $f \in C^1([t_0, t_1] \times R^4)$ такая, что

$$F_N^{T_1}[\bar{u}] = F_N^{T_1}[u] + \varepsilon \int_{t_0}^{T_1} \frac{d}{dt} f(t, u(t), u'(t), u''(t), u'''(t)) dt + o(\varepsilon),$$

$$\forall u \in D(N), \forall T_1 : t_0 \leq T_1 \leq t_1.$$

Теорема 5. Если преобразование (13) является симметрией до дивергенции действия по Гамильтону-Остроградскому (12), то

$$I(t, u(t), u'(t), u''(t), u'''(t)) = a_4(t) u''(t) \frac{dS(t, u(t), u'(t), u''(t))}{dt} + \\ + S(t, u(t), u'(t), u''(t)) [(a_4''(t) - a_2(t)) u'(t) - a_4'(t) u''(t) - a_4(t) u'''(t)] - f(t, u(t), u'(t), u''(t), u'''(t))$$

является первым интегралом обыкновенного дифференциального уравнения (7).

Отметим, что настоящая работа является продолжением работ [1–3]. В ней используются обозначения и терминология работ [1–6].

Список литературы

1. *Budochkina S.A.* Symmetries and first integrals of a second order evolutionary operator equation // Eurasian Mathematical Journal. 2012. V. 3(1). P. 18–28.

2. *Budochkina S.A., Dekhanova E.S.* On the potentiality of a class of operators relative to local bilinear forms // *Ural Mathematical Journal*. 2021. V. 7(1). P. 26–37.

3. *Budochkina S.A., Liu T.H.* On connection between variationality of a six-order ordinary differential equation and Hamilton-Ostrogradskii equations // *Lobachevskii Journal of Mathematics*. 2021. V. 42(15). P. 3594–3605.

4. *Савчин В.М.* Математические методы механики бесконечномерных непотенциальных систем. М.: Изд-во УДН, 1991.

5. *Филиппов В.М., Савчин В.М., Шорохов С.Г.* Вариационные принципы для непотенциальных операторов // *Итоги науки и техники. Сер. Современные проблемы математики. Новейшие достижения*. 1992. Т.40. С. 3–176.

6. *Будочкина С.А.* О взаимосвязи вариационных симметрий с алгебраическими структурами // *Уфимский математический журнал*. 2021. Т.13(1). С. 46–55.

ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ БЫСТРЫХ АЛГОРИТМОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ «ЭЛЬБРУС 801-РС»

Корепанов Э. Р.¹, Белоусов В. В.², Дружинина О. В.³

*^{1,2,3}Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук*

e-mail: ¹ekorepanov@ipiran.ru, ²vasillb@mail.ru, ³ovdruzh@mail.ru

Аннотация. Рассмотрен подход к реализации быстрых алгоритмов с применением вычислительной платформы «Эльбрус 801-РС». Выполнен анализ возможностей встроенной библиотеки EML для численного решения уравнений Риккати в рамках задач теории управления. Рассмотрены вопросы моделирования управляемых систем на основе численного решения уравнения Риккати с реализацией быстрых алгоритмов.

Ключевые слова: вычислительная платформа «Эльбрус», численное моделирование, уравнение Риккати, управляемые системы, быстрые алгоритмы, программное обеспечение.

AN APPROACH TO THE IMPLEMENTATION OF FAST ALGORITHMS USING THE ELBRUS 801-RS COMPUTING PLATFORM

Abstract. An approach to the implementation of fast algorithms using the Elbrus 801-RS computing platform is considered. The analysis of the capabilities of the built-in EML library for the numerical solution of the Riccati equations within the framework of control theory problems is carried out. The problems of modeling controlled systems based on the numerical solving of the Riccati equation with the implementation of fast algorithms are considered.

Keywords: Elbrus computing platform, numerical modeling, Riccati equation, controlled systems, fast algorithms, software.

Архитектура Эльбрус (архитектура e2k и ее последующие версии [1]) на базе программно-аппаратной платформы «Эльбрус 801-РС» используется в ФИЦ ИУ РАН для разработки и реализации программного обеспечения, необходимого для решения ряда научно-исследовательских задач [2]. Как известно, технологии микропроцессоров с архитектурой «Эльбрус» совершенствуются, при этом целесообразно учитывать современные тенденции для определения возможных направлений развития инструментально-методического обеспечения отечественной программно-аппаратной платформы.

Задачи оптимального управления и стохастической фильтрации для случая нелинейных систем являются актуальными современными развивающимися направлениями. Методы анализа и фильтрации стохастических систем с применением матричного уравнения Риккати представлены в работах [3, 4]. Современные эффективные средства конструирования нелинейных регуляторов, устройств наблюдений и фильтров используют решение уравнений Риккати с зависящими от состояния коэффициентами (State-Dependent Riccati Equation, SDRE) [5].

В основе SDRE-методов лежит преобразование исходного нелинейного дифференциального уравнения в систему с линейной структурой, но с зависящими от состояния параметрами. Дальнейшее использование квадратичного функционала качества позволяют при синтезе управления осуществить переход от уравнения Гамильтона–Якоби–Беллмана к уравнению типа Риккати с параметрами, зависящими от состояния, с использованием квазилинейной формы SDC (State-Dependent Coefficient).

Наряду с эффективностью SDRE-подхода при построении нелинейных регуляторов и фильтров, в настоящее время остаются мало разработанные проблемы построения эффективных алгоритмов решений матричных уравнений Риккати с параметрами, зависящими от состояния. Наиболее востребованы решения с применением быстрых алгоритмов.

Особенности, связанные с необходимостью решения в реальном времени алгебраического уравнения Риккати для каждого конкретного значения пространства состояния, часто приводят к большим вычислительным затратам на реализацию алгоритма. Становится актуальным развитие различных приближений, асимптотических вариантов решений и т.п. В работах используется как алгебраическое, так и дифференциальное уравнение Риккати с зависящими от состояния коэффициентами для создания субоптимальных алгоритмов управления. В настоящее время активно развиваются различные модификации SDRE-подхода, в частности, модификация D-SDRE (Discrete-Time State Dependent Riccati Equation) [6] для решения матричного дискретного алгебраического уравнения Риккати с зависящими от состояния коэффициентами.

Также следует отметить направления поиска быстрых и робастных решений уравнений Риккати для определенных классов систем [7]. Развивается

подход, связанный с заменой алгоритмов решения матричных уравнений Риккати алгоритмами, основанными на искусственных нейронных сетях [8].

Матричное дифференциальное уравнение Риккати имеет вид

$$\dot{x} = ax + xa^T - xbx + c, \quad (1)$$

где x – симметричная $n \times n$ матрица, a, b, c – $n \times n$ матрицы. Матричное уравнение Риккати приводится к системе линейных дифференциальных уравнений удвоенного порядка, а его решение выражается через фундаментальную матрицу решений этой линейной системы. Если ввести новые переменные квадратные матрицы y и z , то новая система уравнений примет следующий вид:

$$\dot{y} = ay + cz, \quad \dot{z} = by - a^T z.$$

В случае постоянных матриц a, b, c возможно существование стационарного режима с установившемся значением x^* , которое ищется в виде решения матричного квадратного уравнения. В общем случае, когда a, b, c зависят от времени и от состояния x , к уравнению (1) нельзя применить процедуру, состоящую из конечного числа последовательных интегрирований для нахождения решений.

В численном решении уравнения Риккати можно выделить следующие основные методы: прямой метод интегрирования; метод Ньютона–Рафсона; метод диагонализации; метод Калмана–Энглара. В исследованиях, связанных с производительностью алгоритмов, с точки зрения временных затрат часто выделяют два основных класса алгоритмов:

- полиномиальные алгоритмы, временная сложность для которых выражается некоторой полиномиальной функцией от размера задачи n : $O(p(n))$, где $p(n)$ – полином от n ;
- экспоненциальные алгоритмы, временная сложность для которых выражается некоторой экспоненциальной функцией от размера задачи n : $O(a^{p(n)})$, где a – постоянная, $p(n)$ – полином от n .

Различия между указанными двумя классами алгоритмов становятся особенно заметными и критичными при решении задач большого размера или при проектировании систем реального времени, когда с увеличением степени полинома наблюдается существенно нелинейный рост времени расчетов.

В задачах синтеза субоптимальных фильтров и регуляторов наибольшую вычислительную сложность представляет процедура факторизации многочленов, связанная с решением соответствующих уравнений Риккати в непрерывном [9] и дискретном [10] представлении.

Прямой численный путь факторизации многочленов (поиска связанных решений уравнения Риккати) состоит в вычислении корней и их разделении. Однако при больших степенях точность вычисления корней быстро падает. В [11], с учетом выполнения определенных условий устойчивости матриц из

уравнения Риккати, предлагается быстрый метод факторизации с одновременным сохранением высокой точности вычислений. Поиск стабилизирующего решения осуществляется с помощью монотонно сходящейся итерационной процедуры. Вычислительная сложность всего алгоритма оказывается пропорциональной $3n^2/4$, где n – степень уравнения.

Для моделирования различных типов сложных управляемых систем ведется разработка и усовершенствование таких типов быстрых символьных и численных алгоритмов, как: произведение и обращение матриц; поиск сопряженных матриц; поиск собственных значений и собственных векторов матриц; численные методы интегрирования систем дифференциальных уравнений; эффективные методы работы с разреженными матрицами.

Построение указанных типов алгоритмов на платформе Эльбрус осуществляется с использованием следующих программных инструментов:

- элементы библиотеки EML Эльбрус, основанных на открытой библиотеке линейной алгебры BLAS;
- элементы библиотеки EML Эльбрус, основанных на открытой библиотеке линейной алгебры LAPACK;
- символьные методы компьютерной алгебры в составе пакета Python SymPy, поддерживающегося системой Эльбрус.

Результаты, связанные с проведением тестов математических и мультимедийных алгоритмов, демонстрируют, что выбор различных опций компилятора, оптимизация работы с памятью, применение возможностей библиотеки EML позволяют ускорить работу в несколько раз [2, 12]. Практическая значимость исследований по моделированию различных типов управляемых систем заключается в создании эффективных алгоритмов на платформе Эльбрус для обработки широкого класса линейных и нелинейных систем, решения задач управления, синтеза субоптимальных регуляторов, анализа и фильтрации процессов в детерминированных и стохастических системах, быстрой факторизации многочленов. Разрабатываемые оптимизированные алгоритмы могут найти применение при создании систем реального времени на базе платформы Эльбрус.

Список литературы

1. Рабочая станция «Эльбрус 801-PC» [Электронный ресурс]. URL: http://www.mcst.ru/elbrus_801-pc/ (дата обращения: 08.04.2021).
2. Дружинина О.В., Корепанов Э.Р., Белоусов В.В., Масина О.Н., Петров А.А. Развитие инструментального обеспечения отечественной вычислительной платформы «Эльбрус 801-PC» в задачах нейросетевого моделирования нелинейных динамических систем // *Нелинейный мир*. 2021. Т. 19. № 1. С. 15–28.

3. *Пугачев В.С.* Оценивание состояния и параметров непрерывных нелинейных систем // Автоматика и телемеханика. 1979. Вып. 6. С. 63–79.
4. *Балакришнан А.В.* Теория фильтрации Калмана: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988.
5. *Cimen T.* State-dependent Riccati Equation (SDRE) control: A Survey // IFAC Proceedings Volumes. 2008. №. 2. P. 3761–3775.
6. *Chang I., Bentsman J.* Constrained discrete-time state-dependent Riccati equation technique: A model predictive control approach // 52nd IEEE Conference on Decision and Control. Florence, Italy, December 10–13 2013. 2013. P. 5125–5130.
7. *Mehrmann V., Van Dooren P. M.* Optimal robustness of port-Hamiltonian systems // SIAM J. Matrix Anal. Appl. 2020. V. 41. No. 1. P. 134–151.
8. *Fernandes da Costa R., Saotom O., Rafikova E., Machado R.* Fast real-time SDRE controllers using neural networks // ISA Transactions. 2021. V. 118. P. 133–143.
9. *Bittanti S., Laub A. J., Willems J. C.* The Riccati Equation. Springer Verlag, Berlin. 1991.
10. *Malinen J.* Discrete Time H1-Algebraic Riccati Equations. Doctoral dissertation. Technical Report A428, Helsinki University of Technology. Espoo, Finland, 2000.
11. *Барабанов А.Е., Ситников В.И.* Факторизация квазимногочлена большой степени // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2006. Сер.1. Вып.1.
12. *Ишин П.А., Логинов В.Е., Васильев П.П.* Ускорение вычислений с использованием высокопроизводительных математических и мультимедийных библиотек для архитектуры Эльбрус // Вестник ВКО. 2015. № 4(8). 64–68.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

Щенникова Е. В.¹, Трифонова Д.Ю.², Навошин Р.Е.³

*^{1,2,3}ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарева»,*

*e-mail: ¹schennikova8000@yandex.ru, ²trifonovad@yandex.ru,
³navosh1n@yandex.ru*

Аннотация. Охарактеризованы особенности разработки методического и алгоритмического обеспечения в задачах распознавания эмоций человека. Рассмотрен алгоритм распознавания на основе тандемного нейросетевого моделирования. Указанный алгоритм может быть реализован с применением языка высокого уровня Python и соответствующих библиотек научных вычислений.

Ключевые слова: распознавание образов, алгоритмическое обеспечение, нейронные сети, глубокое обучение.

FEATURES OF ALGORITHMIC SUPPORT DEVELOPMENT IN HUMAN EMOTION RECOGNITION PROBLEMS

Abstract. The features of the development of methodological and algorithmic support in the tasks of recognizing human emotions are characterized. The recognition algorithm based on tandem neural network modeling is considered. The specified algorithm can be implemented using the high-level language Python and the corresponding scientific computing libraries.

Keywords: pattern recognition, algorithmic support, neural networks, deep learning.

В настоящее время методы распознавания изображений развиваются в различных направлениях. Важным классом задач являются задачи, связанные с распознаванием эмоционального состояния человека [1–8]. Наиболее распространенным способом распознавания психоэмоционального состояния человека является анализ его выражения лица. Традиционно существуют два основных набора способов для представления выражения лица и выделения соответствующих признаков. Первый набор использует подходы к выделению геометрических особенностей, при этом учитываются параметры отличительных черт лица, таких как глаза, рот и нос. Второй набор использует особенности внешнего вида, при этом лицу соответствует предварительно обработанный массив значений интенсивности. Далее этот массив сравнивается с шаблоном лица с использованием подходящей матрицы.

Деформируемые шаблоны используются для определения местоположения черт лица. Например, можно использовать активные модели контуров (snakes) для отслеживания губ в последовательности изображений. Кроме того, применяются деформируемые шаблоны на основе простых геометрических форм для определения местоположения глаз и рта. Извлечение признаков можно осуществить с помощью разложения изображения лица на взвешенную сумму базовых изображений или собственных лиц, используя разложение Карунена–Лоэва. Набор способов, который базируется на внешнем виде, включает в себя предварительную обработку, после которой выполняется компактное кодирование посредством уменьшения статистической избыточности. Предварительная обработка в большинстве случаев требуется для выравнивания геометрии на изображении лица. Для захвата движения лица и надежной регистрации используются вейвлеты Габора.

Следует отметить, что пиксельный внешний вид образа часто соответствует компактному кодированию. Реализация компактного кодирования часто связана с использованием принципа статистического сокращения. Примерами методов неконтролируемого обучения, применяемых для компактного кодирования, являются следующие методы: анализ главных компонент (PCA), независимый анализ компонент (ICA), метод Kernel-PCA (KPCA), анализ локальных характеристик. К методам контролируемого обучения для компактного представления кода относятся включая линейный дискриминантный анализ (LDA)

и ядерный дискриминантный анализ (КДА), также используются для компактного представления кода. Указанные методы имеют как недостатки, так и преимущества, при этом выбор метода осуществляется с учетом особенностей конкретных задач и целей.

Особенности применения электроэнцефалограмм, а также некоторые способы распознавания психоэмоционального состояния с учетом жестов и голосовых функций описаны в [1, 3, 7] и в других работах.

Основные этапы в распознавании выражения лица заключаются, во-первых, в предварительной обработке, во-вторых, в выделении существенных признаков, и в-третьих, в выборе и реализации подходящего классификатора [5]. Развиваются как традиционные подходы к распознаванию эмоций человека по визуальным признакам лица, так и подходы, основанные на глубинном обучении с использованием различных типов нейронных сетей. Исследования в этих направлениях связаны с разработкой алгоритмического и программного обеспечения, позволяющего решать задачи, связанные с распознаванием эмоций.

Алгоритм, имеющий достаточно общий характер и предназначенный для распознавания выражения лица с использованием камеры, включает в себя следующие этапы: обнаружение лица; обнаружение реперных точек; получение изображения с камеры; получение ключевых значений по реперным точкам; обработка полученных значений; вывод результата распознавания.

Для решения задач распознавания в рамках настоящей работы рассматривается алгоритм с использованием комбинированной структуры, получаемой на основе тандемного нейросетевого моделирования [6]. Эта структура состоит из двух нейронных сетей с прямой связью одного типа. Две указанные нейросети объединены иерархическим способом. Первая нейросеть относится к классу неполносвязных сетей, а вторая нейросеть представляет собой полносвязную сеть. Выходы двух построенных нейросетей объединены с помощью скрытого уровня соединения. Рассмотрена подходящая для ряда конкретных задач топология такой комбинированной структуры. Отметим, что тандемное нейросетевое моделирование можно применять для задач, возникающих в различных областях и дисциплинах.

В качестве предварительной обработки с последующим применением тандемного моделирования можно использовать различные методы с получением требуемых разрежений локализованных областей лица. К таким методам относится широко распространенный метод Виолы–Джонса, а также такие методы, как SSD-метод (Single Shot Multibox Detector), MMOD-метод (Max Margin Object Detection), HOG-метод (Histogram of Oriented Gradients).

Точность алгоритмов распознавания выражения лица зависит от ряда факторов, в том числе от баз данных для обучения и тестирования. Важной задачей является сравнение различных алгоритмов распознавания выражений лиц на одинаковых наборах данных. Например, для статических изображений можно

сравнивать результаты с помощью базы данных FER2013, а при динамических изменениях мимики – с помощью базы данных SAVEE. Сравнение разработанных алгоритмов в ряде важных случаев рассмотрено в [5].

Алгоритм распознавания эмоционального состояния человека планируется реализовать на основе тандемного нейросетевого моделирования с применением языка высокого уровня Python и соответствующих математических библиотек.

Список литературы

1. *Mitra S., Acharya T.* Gesture recognition: a survey // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 2007. V. 37(3). P. 311–324.
2. *Миненко А. С., Ванжа Т.В.* Система распознавания эмоционального состояния человека // Проблемы искусственного интеллекта. 2020. № 3 (18). С. 60–69.
3. *Aida-Zade K. R., Ardil C., Rustamov S. S.* Investigation of combined use of MFCC and LPC features in speech recognition systems// Int. J. Comput. Inf. Syst. Control Eng. 2008. V. 2(7). P. 6–12.
4. *Kass M., Witkin A., Terzopoulos D.* Snakes: active contour models// Int. J. Comput. Vis. 1998. № 1(4). P. 32–331.
5. *Рюмина Е.В., Карпов А.А.* Аналитический обзор методов распознавания эмоций по выражениям лица человека // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2020. Т. 20. No 2. С. 163–176.
6. *Kasraoui S., Lachiri Z., Madani K.* Tandem modelling based emotion recognition in videos // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). 2019. V. 11507. P. 325–336.
7. *Навошин Р.Ю., Смекалин Н.Н., Трифонова Д.Ю. Щенникова Е.В.* Некоторые подходы определения психоэмоционального состояния человека при помощи теории распознавания образов// Заметки ученого. 2021. № 10. С. 233–237.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОДОВОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Шугурова М.А.¹

Научный руководитель: к. ф.-м. н., профессор Цыганов А.В.²

*^{1,2}Ульяновский государственный педагогический университет имени
И.Н. Ульянова*

e-mail: ¹*m.a.shugurova@gmail.com*, ²*andrew.tsyganov@gmail.com*

Аннотация. Математическое и компьютерное моделирование годового хода температуры воздуха является актуальной задачей при изучении изменений климата, проектировании

зданий, планировании бюджета и находит применение в ЖКХ, сельском хозяйстве и других областях. Целью работы является анализ методов моделирования и обработки данных годового хода температуры воздуха с использованием дискретных стохастических систем в пространстве состояний. В статье рассмотрены две линейных модели с детерминистской составляющей на основе гармонического осциллятора и методы моделирования и оценки данных наблюдений на их основе. В первой модели (3dSOM) вектором входных воздействий является среднее значение температуры воздуха. Если оно известно, то оценивание вектора состояния может быть выполнено, например, дискретным фильтром Калмана, если же она неизвестна, то для обработки данных может быть использован алгоритм одновременного оценивания вектора состояния и входных воздействий Гиллийнса-Мура. Во второй модели (4dSOM) неизвестное среднее значение температуры включено в расширенный вектор состояния, а вектор входных воздействий отсутствует.

Ключевые слова: математическое моделирование, годовой ход температуры воздуха, дискретные линейные стохастические системы, дискретная фильтрация, фильтр Калмана.

MATHEMATICAL MODELING OF THE ANNUAL VARIATION OF AIR TEMPERATURE

Abstract. Mathematical and computer modeling of the annual variation of air temperature is an urgent task in the study of climate change, building design, budget planning and is used in housing and communal services, agriculture and other areas. The aim of the work is to analyze the methods for modeling and processing data on the annual variation of air temperature using discrete stochastic systems in the state space. The article considers two linear models with a deterministic component based on a harmonic oscillator and methods for modeling and estimating observational data based on them. In the first model (3dSOM), the vector of input actions is the mean value of air temperature. If it is known, then the estimation of the state vector can be performed, for example, by a discrete Kalman filter; if it is unknown, then the algorithm of S. Gillijns and B. D. Moor for simultaneous estimation of the state vector and input actions can be used to process the data. In the second model (4dSOM), the unknown mean value of air temperature is included in the extended state vector, and the vector of input actions is absent.

Keywords: mathematical modeling, annual variation of air temperature, discrete linear stochastic systems, discrete filtering, Kalman filter.

Математическое и компьютерное моделирование годового хода температуры воздуха актуально для многих сфер жизни и может применяться как инструмент прогнозирования во многих отраслях производства. Например, в строительстве и ЖКХ модели годового хода температуры воздуха могут учитываться при расчетах воздушно-теплого режима помещений зданий и оценки годового энергопотребления. При этом, как отмечено в [1], большинство современных подходов в этой области опираются на понятие «типового года» и поэтому малопригодны для инженерной практики, так как требуют поиска, накопления и отбора большого объема значений климатических параметров.

Моделирование годового хода температуры воздуха важно при изучении климатических процессов. В [2, с.73] отмечено, что действующие климатические нормы для территории России (за 1961–1990 гг.) были многократно описаны в научных публикациях и представлены в климатических справочниках. Однако в условиях меняющегося климата применение этих норм на практике, особенно для оценки успешности месячных и сезонных прогнозов, становится крайне нецелесообразно.

В связи с изменениями климата необходим инструмент точного прогноза опасных для сельскохозяйственных культур агрометеорологических условий – засух, суховеев, заморозков и т.д. в летний период, и угрозе повреждений озимых культур от вымерзания, выпревания, ледяной корки в зимний период. Для оценки урожайности чрезвычайно важен и ход температуры в целом за вегетационный период. Чтобы оценить процессы, происходящие с ростом урбанизации для земледелия в пределах зоны влияния городской среды, требуется усовершенствовать стандартные методы обработки метеорологических данных [3].

В статье будет рассмотрен подход к моделированию годового хода температуры воздуха, основанный на применении линейных дискретных стохастических моделей в пространстве состояний.

Подход основан на построении моделей в классе дискретных линейных стохастических систем с гауссовыми шумами: 3dDRCM – 3-dimension Discrete-time Real-valued Canonical Model (трехмерная дискретная каноническая модель в вещественном базисе) [4, 5], 3dDSOM – 3-dimension Discrete-time Standard Observable Model (трехмерная дискретная стандартная наблюдаемая модель) [4, 5], 4dDRCM – 4-dimension Discrete-time Real-valued Canonical Model (четырёхмерная дискретная в вещественном базисе каноническая модель) [4], 4dDSOM – 4-dimension Discrete-time Standard Observable Model (четырёхмерная дискретная стандартная наблюдаемая модель) [6]. Следует заметить, что указанные модели были построены ранее для моделирования среднесуточных колебаний температуры тела здорового человека. В данной работе исследуется возможность их применения для моделирования годового хода температуры воздуха.

Для примера приведем трехмерную дискретную стандартную наблюдаемую модель (3dDSOM):

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} x_1^* \\ x_2^* \\ x_3^* \end{bmatrix}_{k+1} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -a_3 & -a_2 & -a_1 \end{bmatrix}}_{F_*} \begin{bmatrix} x_1^* \\ x_2^* \\ x_3^* \end{bmatrix}_k + \underbrace{\begin{bmatrix} a \\ ad \\ ad^2 \end{bmatrix}}_{B_*} u_k + \underbrace{\begin{bmatrix} b \\ bd \\ bd^2 \end{bmatrix}}_{G_*} w_k, \\ z_k = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}}_{H_*} x_k^* + v_k, \end{cases} \quad (1)$$

Здесь x_k^* – вектор состояния, u_k – вектор входного воздействия (средний уровень температуры воздуха), w_k – дискретный гауссовский белый шум (ДГБШ) с ковариацией $Q = 1$, z_k – вектор измерений (измерительные данные), v_k – ошибка измерения (ДГБШ с нулевым средним и ковариацией $R > 0$), $d \triangleq e^{-\lambda\tau}$, $\lambda = 1/T$, T – период времени, τ – интервал поступления измерений, $a \triangleq 1 - d$, $b \triangleq \sigma_w \sqrt{1 - d^2}$, $-a_3 = d$, $-a_2 = -1 - 2d \cos \omega_n \tau$, $-a_1 = d + 2 \cos \omega_n \tau$, где, ω_n – частота колебаний, σ_w – параметр матрицы усиления шума G_* .

Неизвестные параметры определяются в результате процедуры параметрической идентификации, для которой может быть использован, например, метод вспомогательного функционала качества [7]. Параметры модели используются в фильтре Калмана для реализации алгоритма обработки данных годового хода температуры воздуха. Детерминированный вектор u_k соответствует среднему значению температуры воздуха. Знание вектора входных воздействий u_k является условием применения алгоритма Калмана для модели 3dDSOM. В ситуации, когда вектор u_k неизвестен, может быть использован алгоритм одновременного оценивания вектора состояния и входных воздействий Гиллийнса-Мура [8]. Некоторые свойства модели (1) были исследованы и описаны в работе [9].

Предположим, что среднее значение температуры воздуха неизвестно, тогда модель (1) может быть модифицирована путем его добавления в вектор состояния x_k . Переходя в базис стандартной наблюдаемой модели, получим четырехмерную дискретную стандартную наблюдаемую модель 4dDSOM:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{k+1}^* = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -a_4 & -a_3 & -a_2 & -a_1 \end{bmatrix}}_{F_*} x_k^* + \underbrace{\begin{bmatrix} b \\ bd \\ bd^2 \\ bd^3 \end{bmatrix}}_{G_*} w_k, \\ z_k = \underbrace{[1 \ 0 \ 0 \ 0]}_{H_*} x_k^* + v_k, \end{array} \right.$$

Данные для параметрической идентификации неизвестных параметров возможно получить при помощи разработанного на языке MATLAB программного обеспечения [10]. Программа позволяет по заданным географическим координатам извлекать данные реанализов температуры воздуха для ближайшей точки гауссовой сетки, осуществлять их статистическую обработку и строить графики.

В работе приведены два метода моделирования и обработки данных годового хода температуры воздуха. В основе каждого метода лежит математическая модель процесса и алгоритм обработки данных. Выбор конкретного метода зависит от наличия доступной информации о процессе измерения.

Список литературы

1. Самарин О.Д. Вероятностно-статистическое моделирование годового хода температуры наружного воздуха и ее значений в теплый период // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 3 (114). С. 378–384.
2. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012. 194 с.
3. Аджиева, А.А., Кокоева М.Н. Исследование частотных распределений годовой температуры воздуха для одного пункта по многолетним данным // Успехи современного естествознания. 2019. № 7. С. 58-65. (<https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37160>)
4. Semushin I.V. Identification of a Simple Homeostasis Stochastic Model Based on Active Principle of Adaptation / I.V. Semushin, J.V. Tsyganova, A.G. Skovikov // Proceedings of International Conference “Applied Stochastic Models and Data Analysis ASMDA 2013 & DEMOGRAPHICS 2013”, 25–28 June 2013 Mataro (Barcelona), Spain. Barcelona, 2013. P. 775–783.
5. Кроливецкая Ю.М. Построение стохастических моделей теплового гомеостаза человека / Ю.М. Кроливецкая, Е.С. Петрова // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. управление, вычисл. техн. информ. 2014. № 1. С. 140–152.
6. Цыганова Ю.В. Об одной модели суточной термометрии теплового гомеостаза человека / Ю.В. Цыганова // Первая Международная заочная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные исследования по приоритетным направлениям биоэкологии и биотехнологии», секция «Математическое моделирование в биоэкологии и биотехнологии», февраль 2015 г. Ульяновск, УлГПУ им. И.Н. Ульянова. С. 167–170.
7. Semushin I.V., Tsyganova J.V., Kulikova M.V., Tsyganov A.V., Peskov A. B. Identification of Human Body Daily Temperature Dynamics via Minimum State Prediction Error Method // Proceedings of ECC2016, European Control Conference (Aalborg, Denmark. June 29–July 1, 2016). IEEE, 2016. P. 2429–2434.
8. Gillijns S. Unbiased minimum-variance input and state estimation for linear discrete-time systems with direct feedthrough / S. Gillijns, B. De Moor // Automatica. 2007. V. 43. P. 934–937.
9. Шугурова М.А. Анализ свойств управляемости и наблюдаемости математических моделей суточной термометрии // Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. УлГУ. Электрон. журн. 2021. № 2. С. 97–104.
10. Шугурова М.А., Галушкина Д. В. Программа для чтения и обработки данных атмосферных реанализов // Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. УлГУ. Электрон. журн. 2021. № 1. С. 137–143.

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Людаговская М.А.¹, Кабанов М.А.²

¹Российский университет транспорта РУТ(МИИТ),

²Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹m.ludagovskaya@gmail.com, ²nicSor2010@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены основные характеристики сверточных нейросетей. Описаны структура сверточной нейросети и задачи, решаемые с помощью сверточных нейросетей. Рассмотрено применение этого типа нейросетей для обработки видеоинформации в транспортной отрасли. Рассмотрены особенности нейросетевого моделирования для структурирования и анализа данных для транспортных систем.

Ключевые слова: транспортные системы, обработка видеоинформации, нейросетевое моделирование, интеллектуальный анализ данных.

APPLICATION OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS IN PROCESSING VIDEO INFORMATION IN TRANSPORT SYSTEMS

Abstract. The main characteristics of convolutional neural networks are considered. The structure of a convolutional neural network and problems solved with the help of convolutional neural networks are described. The application of this type of neural networks for processing video information in the transport industry is considered. The features of neural network modeling for structuring and analyzing data for transport systems are considered.

Keywords: transport systems, video information processing, neural network modeling, data mining.

Введение. В настоящее время способность компьютеров распознавать содержимое изображений и других носителей информации значительно улучшилась благодаря технологии, известной как глубокие нейронные сети [1, 2]. По некоторым показателям, глубинные нейронные сети лучше человека распознают объекты на фотографиях. Кроме того, они обрели способности к таким художественным подвигам, как стилизация фотографий «под живопись» (с мазками кисти) и, двигаясь в обратном направлении, создание фотореалистичных отрисовок картин. Прорывы подобного рода смогли случиться в результате ряда факторов, включающих увеличение объема данных, усовершенствование аппаратных средств, развитие архитектуры нейронных сетей и улучшение способов их обучения. Нейронные сети являются детерминированными функциями, составленными из простых операций, выполняемых искусственными нейронами, которые, в свою очередь, являются, при внимательном рассмотрении, просто классификаторами. Даже сеть с единственным скрытым слоем может

реализовать любую функцию, от входов сети до ее выходов, с любой степенью точности при условии, что данный скрытый слой достаточно велик. Установление этой функциональной зависимости является вопросом регулировки весов сети, как регуляторов, до тех пор, пока для любого заданного входа сеть не выдаст желаемый выход. Возможно «подогнать» эти веса автоматически, обучая нейронную сеть при помощи данных. Одна из проблем при регулировке нейронных сетей заключается в том, что если сеть слишком гибкая или если недостаточно данных для обучения модели, то можно получить модель, хорошо объясняющую обучающие примеры, но не способную применить их к прочим, неизвестным примерам.

Основным преимуществом использования нейронных сетей является возможность их применения для извлечения информации из больших или неточных данных, выявления основных признаков и тенденций, которые не могут быть распознаны человеком и прочими методами глубокого обучения. Обученная нейронная сеть может выступать в качестве «эксперта» для той категории данных, для которой она была подготовлена. Более того, подобного рода структура в дальнейшем может помочь прогнозировать новые результаты. Одной из форм нейронных сетей является Convolutional Neural Network или сверточная нейронная сеть (СНС). Под СНС понимают специальную архитектуру нейронных сетей, нацеленную на эффективное распознавание образов. В отличие от многослойного персептрона СНС учитывает двумерную топологию изображения. Как известно, СНС входит в состав технологий глубокого обучения (Deep Learning). СНС используют для распознавания речи, обработки аудиосигналов, обработки временных рядов, для анализа смысла текстов и др. [3–5]. В [6] используется СНС для ряда приложений компьютерного зрения. В [7] рассмотрено применение СНС для подавления бликов на изображении. В [9] изучен вопрос использования СНС для прогнозирования скоростей транспортного потока на дорожном графе.

1. Основные характеристики сверточных нейросетей.

СНС обеспечивают частичную устойчивость к изменениям масштаба, смещениям, поворотам, смене ракурса и прочим искажениям. Сверточные нейронные сети объединяют три архитектурных идеи, для обеспечения инвариантности к изменению масштаба, повороту сдвигу и пространственным искажениям:

- локальные рецепторные поля (обеспечивают локальную двумерную связность нейронов);
- общие синаптические коэффициенты (обеспечивают детектирование некоторых черт в любом месте изображения и уменьшают общее число весовых коэффициентов);
- иерархическая организация с пространственными подвыборками.

На данный момент сверточная нейронная сеть и ее модификации считаются лучшими по точности и скорости алгоритмами нахождения объектов. СНС

состоит из разных видов слоев [10]: сверточного (convolutional) слоя, субдискретизирующего (subsampling, подвыборка) слоя и слоя «обычной» нейронной сети – персептрона. Первые два типа слоев (convolutional, subsampling), чередуясь между собой, формируют входной вектор признаков для многослойного персептрона. Архитектура СНС представлена на рис. 1.

Математическую модель поведения зрительных рецепторов можно построить, опираясь на следующие этапы обработки изображений:

- свертка исходного изображения объекта при помощи нескольких небольших фильтров;
- субдискретизация (объединение) полученных на предыдущем шаге ключевых признаков;
- повтор предыдущих шагов (свертки, а затем субдискретизации) до тех пор, пока на выходе не получится достаточное количество признаков исходного изображения;
- использование модели полносвязного слоя для получения решения конкретной задачи.

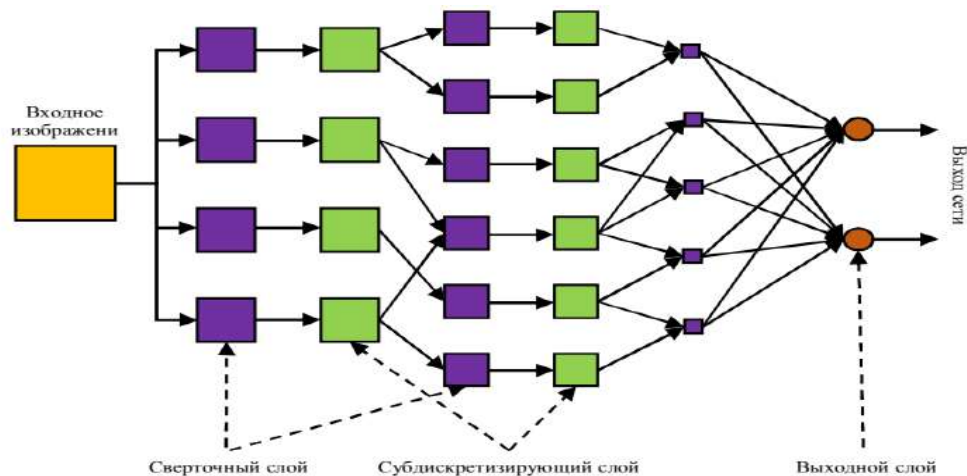


Рис.1. Архитектура сверточной нейронной сети

Основной причиной успеха СНС стала концепция общих весов. Несмотря на большой размер, эти сети имеют небольшое количество настраиваемых параметров по сравнению с их предком – неокогнитроном. Имеются варианты СНС (Tiled Convolutional Neural Network), похожие на неокогнитрон, в таких сетях происходит, частичный отказ от связанных весов, но алгоритм обучения остается тем же и основывается на обратном распространении ошибки. СНС могут быстро работать на последовательной машине и быстро обучаться за счет чистого распараллеливания процесса свертки по каждой карте, а также обратной свертки при распространении ошибки по сети.

2. Особенности нейросетевого моделирования для структурирования и анализа данных для транспортных систем.

Сверточные слои преобразуют изображение в результате нахождения в нем объектов. Каждый сверточный слой имеет набор фильтров, ищущих явные паттерны в изображении (или изображениях) в предыдущем слое. Сверточный слой «прокатывает» каждый фильтр по участкам нейронов в предыдущем слое. Выход сверточного слоя представляет собой набор карт слоя, по одной для каждого фильтра. Если фильтр объекта не обнаружит его в любом из участков изображения, соответствующих его паттерну, то карта слоя для этого фильтра будет полностью темной. В противном случае карта будет иметь яркое пятно везде, где фильтр нашел объект. В случае значительного совпадения для фильтра при таком положении входа в свертку, нейрон в выходном слое свертки будет очень ярким.

Сверточные сети являются удачной серединой между биологически правдоподобными сетями и обычным многослойным перцептроном. На сегодняшний день лучшие результаты в распознавании изображений получают с их помощью. В среднем точность распознавания таких сетей превосходит обычные ИНС на 10-15%.

Сверточные нейронные сети демонстрируют высокую производительность при решении ряда актуальных для транспортной отрасли задач. Высокие показатели СНС при классификации данных временных рядов [3–5] позволяют применять их в задачах оценки и прогнозирования колебания пассажиропотока и вагонпотока на участках железных дорог. Также СНС показали свою эффективность в анализе данных акселерометров при разработке навигационных систем для автомобилей. Способность СНС нормализовать сигналы акселерометра и устранять находить ошибки в собранных данных делает целесообразным их использование в методологическом обеспечении информационно-измерительных систем технических средств путеизмерения при проведении диагностики железнодорожного пути на предмет уклона.

Эффективность СНС при распознавании изображений позволяет применять их для извлечения и распознавания объектов изображения в целях автоматического обнаружения визуальных дефектов рельсов [8], таких как: 1) отслоение и выкрашивание металла на поверхности катания головки рельса; 2) поперечные трещины в головке рельса и изломы из-за них; 3) продольные горизонтальные и вертикальные трещины в головке рельса; 4) пластические деформации (смятие), вертикальный, боковой и неравномерный износ головки рельса; 5) дефекты и повреждения шейки рельса; 6) дефекты и повреждения подошвы рельса; 7) изломы рельса по всему сечению; 8) изгибы рельса в вертикальной или горизонтальной плоскостях. Для решения задач распознавания визуальных дефектов рельсов в рамках настоящего исследования ведется разработка проблемно-ориентированной архитектуры СНС и нейросетевого

алгоритма с последующей реализацией на языке Python с применением соответствующих математических библиотек.

Глубокая сверточная нейросеть, содержащая по несколько (от двух до четырех) сверточных слоев, полносвязных слоев и слоев субдискретизации позволяет использовать необработанные изображения в качестве единственного входного сигнала для модели классификации, а затем оптимизировать сеть с помощью метода мини-пакетного градиентного спуска. Данная последовательность процедур может значительно сократить время и затраты на проведение визуально-измерительного контроля состояния железнодорожного пути.

Список литературы

1. *Гафаров Ф.М., Галимянов А.Ф.* Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018.
2. *Вакуленко С.А., Жихарева А.А.* Практический курс по нейронным сетям. СПб.: Университет ИТМО, 2018.
3. *Сикорский О.С.* Обзор сверточных нейронных сетей для задачи классификации изображений // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2017. № 20. С. 37–42.
4. *Прокопья А.С., Азаров И.С.* Сверточные нейронные сети для распознавания изображений // Шестая Международная научно-практическая конференция «BIG DATA and Advanced Analytics. BIG DATA и анализ высокого уровня», Минск, Республика Беларусь, 20-21 мая 2020 года. С. 271–280.
5. *Simonyan K., Zisserman A.* Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. 2014. arXiv preprint arXiv:1409.1556.
6. *Karimov R., Malkov Y., Iskakov K., Lempitsky V.* CNN with large memory layers. 2021. arXiv preprint arXiv:2101.11685.
7. *Jain V., Seung S.H.* Natural image denoising with convolutional networks. 2008. In NIPS'2008.
8. *Попов А.А., Баранец А.С., Губанов Д.В., Петухов В.Л.* Значение визуально-измерительного контроля при дефектоскопии рельсового железнодорожного пути // Современная техника и технологии. 2016. № 1(53). С. 57–63.
9. *Прокопцев Н.Г., Алексеенко А.Е., Холодов Я.А.* Использование сверточных нейронных сетей для прогнозирования скоростей транспортного потока на дорожном графе // Компьютерные исследования и моделирование. 2018. Т. 10. №3. С. 359–367.
10. Сверточная нейронная сеть. Структура, топология, функции активации и обучающее множество. [Электронный ресурс] URL:<https://habr.com/ru/post/348000/> (Дата обращения 26.04.2022)
11. Свойства сверточных нейронных сетей [Электронный ресурс] URL:<https://python-school.ru/wiki/convolutional-neural-network/> (Дата обращения 26.04.2022)

ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ МИГРАЦИОННО-ПОПУЛЯЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ С УЧЕТОМ КОНКУРЕНЦИИ

Васильева И.И.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: irinavsl@yandex.ru

Аннотация. Предложено формализованное описание четырехмерной модели популяционной динамики с учетом конкуренции и миграционных потоков. Для предложенной популяционно-миграционной модели изучено качественное поведение, построены проекции фазовых портретов, найдены траектории при базовых наборах параметров модели. Вычислительные эксперименты выполнены с помощью разработанного программного комплекса. Полученные результаты могут найти применение при моделировании экологических, социально-экономических, демографических и физико-химических процессов.

Ключевые слова: математическое моделирование, системы дифференциальных уравнений, модели популяционной динамики, конкуренция, миграционные потоки, динамика траекторий, численные методы оптимизации, дифференциальная эволюция, компьютерные эксперименты.

EXAMPLE OF CONSTRUCTION OF MIGRATION AND POPULATION MODELS WITH COMPETITION

Abstract. A formalized description of a four-dimensional model of population dynamics is proposed, taking into account competition and migration flows. Qualitative behavior was studied for the proposed population-migration model, projections of phase portraits were constructed, trajectories were found for basic sets of model parameters. Computational experiments were performed using the developed software package. The results obtained can be used in modeling environmental, socio-economic, demographic and physics and chemical processes.

Keywords: mathematical modeling, systems of differential equations, models of population dynamics, competition, migration flows, trajectory dynamics, numerical optimization methods, differential evolution, computer experiments.

Одной из базовых миграционно-популяционных моделей с учетом конкуренции и миграционных потоков является трехмерная модель, которая описывает динамику двух взаимосвязанных сообществ, причем первый вид мигрирует в другой ареал, а в первом ареале конкурирует со вторым видом. Указанная модель задается системой дифференциальных уравнений вида:

$$\begin{aligned}\dot{y}_1 &= a_1 y_1 - p_{11} y_1^2 - p_{13} y_1 y_3 + \beta y_2 - \gamma y_1, \\ \dot{y}_2 &= a_2 y_2 - p_{22} y_2^2 + \gamma y_1 - \beta y_2, \\ \dot{y}_3 &= a_3 y_3 - p_{33} y_3^2 - p_{31} y_1 y_3,\end{aligned}\tag{1}$$

где y_1 и y_3 – плотности популяций конкурирующих видов в первом ареале, y_2 – плотность популяции во втором ареале, p_{ij} ($i \neq j$) – коэффициенты межвидовой конкуренции, p_{ii} ($i=1, 2, 3$) – коэффициенты внутривидовой конкуренции, a_i ($i=1, 2, 3$) – коэффициенты естественного прироста, β, γ – коэффициенты миграции вида между двумя ареалами, при этом второй ареал является убежищем.

При $a_i=1, p_{ii}=1, \beta \neq \gamma, p_{13}=p_{31}$ анализ модели (1) и ее стохастического обобщения проводился в работах [1–4].

Модель (1) представляет собой обобщение модели, рассмотренной в [5], на случай несовпадающих скоростей миграции. Важно отметить, что модель (1) служит основой для перехода к построению многомерных нелинейных моделей с миграционными потоками.

Опишем далее четырехмерную модель, в которой учитывается влияние межвидовой конкуренции в двух популяциях с миграцией двух популяций. Указанная модель задается системой уравнений вида:

$$\begin{aligned}\dot{y}_1 &= a_1 y_1 - p_{11} y_1^2 - p_{13} y_1 y_3 + \beta y_2 - \gamma y_1, \\ \dot{y}_2 &= a_2 y_2 - p_{22} y_2^2 + \gamma y_1 - \beta y_2, \\ \dot{y}_3 &= a_3 y_3 - p_{33} y_3^2 - p_{31} y_1 y_3 + \varepsilon y_4 - \delta y_3, \\ \dot{y}_4 &= a_4 y_4 - p_{44} y_4^2 + \delta y_3 - \varepsilon y_4,\end{aligned}\tag{2}$$

где y_1 и y_3 – плотности популяций конкурирующих видов в первом ареале, y_2 – плотность популяции во втором ареале (в первом убежище), y_4 – плотность популяции в третьем ареале (во втором убежище), p_{ij} ($i \neq j$) – коэффициенты межвидовой конкуренции, p_{ii} ($i=1, 2, 3$) – коэффициенты внутривидовой конкуренции, a_i ($i=1, 2, 3$) – коэффициенты естественного прироста, β, γ – коэффициенты миграции вида между первым и вторым ареалами, при этом второй ареал является убежищем, δ, ε – коэффициенты миграции вида между первым и третьим ареалами, при этом третий ареал является убежищем.

Рассмотрим самую простую модель: $p_{13}=p_{31}=r, p_{11}=p_{22}=p_{33}=p_{44}=p, a_1=a_2=a_3=a_4=a, \beta=\gamma, \varepsilon=\delta$:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= ax_1 - px_1^2 - rx_1 x_3 + \beta x_2 - \beta x_1, \\ \dot{x}_2 &= ax_2 - px_2^2 + \beta x_1 - \beta x_2, \\ \dot{x}_3 &= ax_3 - px_3^2 - rx_1 x_3 + \delta x_4 - \delta x_3, \\ \dot{x}_4 &= ax_4 - px_4^2 + \delta x_3 - \delta x_4.\end{aligned}\tag{3}$$

Анализ четырехмерной популяционно-миграционной модели предполагает изучение динамики траекторий и построение проекций фазовых портретов на плоскости. В качестве начальных условий и параметров модели выбраны в соответствии с [6]: начальные условия $x_1(0) = 0.5$, $x_2(0) = 1.0$, $x_3(0) = 0.5$, $x_4 = 0.7$ и параметры $(a, p, r, \beta, \delta) = (1.2, 0.5, 1.4, 1.5, 0.2)$.

Для анализа модели использован язык программирования Python с установленными пакетами NumPy для формирования массива точек, SciPy для решения системы дифференциальных уравнений и Matplotlib для вывода графических результатов.

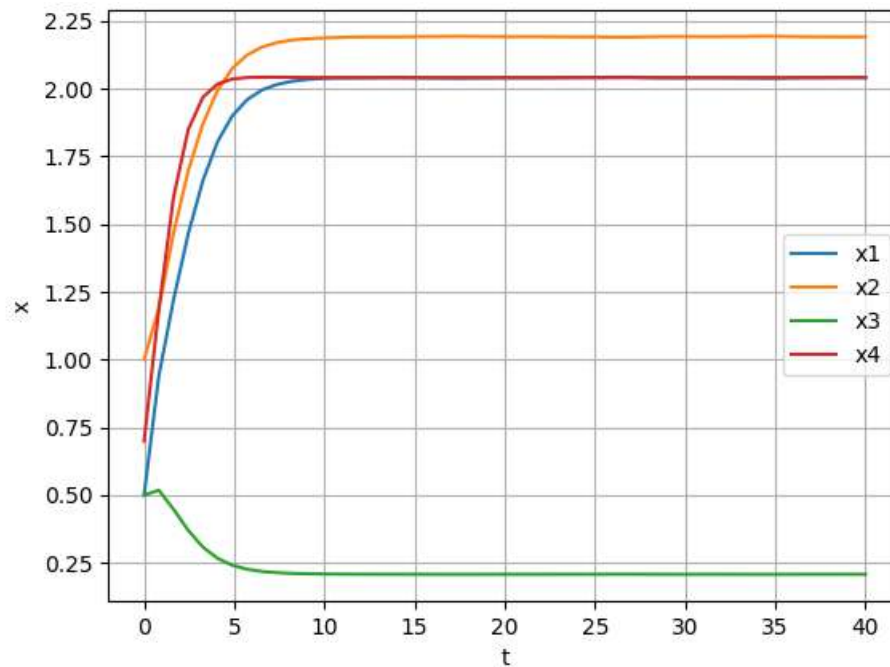


Рис. 1. Траектории решений для системы (3) при $(x_1(0), x_2(0), x_3(0), x_4(0)) = (0.5, 1, 0.5, 0.7)$, $(a, p, r, \beta, \delta) = (1.2, 0.5, 1.4, 1.5, 0.2)$

Согласно рис. 1, следует отметить, что плотность популяции первого конкурирующего вида x_1 и плотность популяции в третьем ареале (втором убежище) x_4 выходят на достаточно близкий стационарный режим. Популяция x_3 характеризуется более низкими значениями плотности по сравнению с остальными тремя популяциями. При этом наблюдается стационарный режим.

На рис. 2 предложена проекция фазового портрета на плоскость (x_1, x_2) с учетом $x_3=x_4=0$. Из рисунка видно, что ветви графика сходятся к центральной точке. Вид проекции соответствует характеру устойчивого узла.

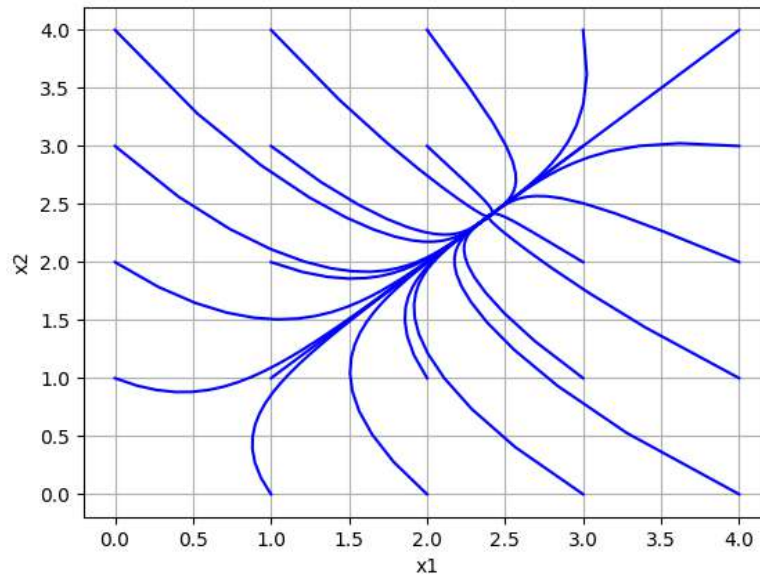


Рис. 2. Проекция фазового портрета на плоскость (x_1, x_2) с учетом $x_3=x_4=0$

Отметим, что в процессе модельных расчетов использованы библиотеки языка программирования Python. По причине высокой размерности возникают затруднения при расчетах с символьными параметрами, в частности, при нахождении состояний равновесия и построении фазовых портретов четырехмерных моделей.

Список литературы

1. Сеницын И.Н., Дружинина О.В., Масина О.Н. Аналитическое моделирование и анализ устойчивости нелинейных широкополосных миграционных потоков // *Нелинейный мир*. 2018. Т. 16. № 3. С. 3–16.
2. Demidova A.V., Druzhinina O.V., Jacimovic M., Masina O.N. Construction and analysis of nondeterministic models of population dynamics // *Communications in Computer and Information Science (CCIS)*. V. 678. Springer, 2016. P. 498–510.
3. Дружинина О.В., Масина О.Н. Методы исследования устойчивости и управляемости нечетких и стохастических динамических систем. М.: ВЦ РАН, 2009.
4. Демидова А.В., Дружинина О.В., Масина О.Н. Исследование устойчивости модели популяционной динамики на основе построения стохастических самосогласованных моделей и принципа редукции // *Вестник РУДН. Серия: Математика. Информатика. Физика*. 2015. №23. С. 18–29.
5. Zhang Xin-an, Chen Lansun. The linear and nonlinear diffusion of the competitive Lotka–Volterra model // *Nonlinear Analysis*. 2007. V. 66. P. 2767–2776.
6. Демидова А.В., Дружинина О.Н., Масина О.Н., Тарова Е.Д. Компьютерное исследование нелинейных стохастических моделей, описывающих миграционные потоки // *Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое*

моделирование высокотехнологичных систем» (Москва, РУДН, 15–19 апреля 2019 г.). М.: РУДН, 2019. С. 418–425.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТООПТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В УЛЬТРАКВАНТОВОМ ПРЕДЕЛЕ

Киселев Е.Г.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: kiselev_yelets@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты моделирования формы экспериментальной линии магнитооптического эксперимента в ультраквантовом пределе магнитного поля. Учет в математической модели зависимости энергии уровней Ландау с малыми значениями квантовых чисел от магнитного поля и волнового вектора позволило классифицировать наблюдаемые магнитооптические особенности, определить вклад каждого электронного перехода, появление седловой точки в энергетическом спектре сплавов висмут-сурьма и обосновать наличие наряду с разрешенными значительного вклада запрещенных переходов в ультраквантовом пределе магнитного поля.

Ключевые слова: анизотропный монокристалл, плоский волновод, уровни Ландау, магнитооптические осцилляции.

MATHEMATICAL MODELING OF THE MAGNETOOPTICAL EFFECT IN THE ULTRAQUANTUM LIMIT

Abstract. Results of modeling of the form of an experimental line of magneto optical experiment in extreme quantum limit of a magnetic field are presented. The account in mathematical model of dependence of energy of levels of Landau with small values of quantum numbers from a magnetic field and a wave vector has allowed to classify observable magneto optical features, to define the contribution of each electronic transition, occurrence saddle points in a power spectrum of alloys bismuth-antimony and to prove presence along with resolved the considerable contribution of the forbidden transitions to extreme quantum limit of a magnetic field.

Keywords: anisotropic monocrystal, planar waveguide, Landau level, magneto optical oscillations.

Особенностью данной работы является математическое моделирование экспериментальных данных, которые имеют менее выраженную резонансную структуру (рис. 2), по сравнению с предыдущими исследованиями [1, 2]. Это приводит к большему произволу в интерпретации экспериментальных данных и тем самым снижает ценность этих экспериментальных исследований и достоверность сделанных выводов.

Моделирование формы зависимости интенсивности полезного сигнала от величины магнитно поля представляет собой сочетание аналитического и численного методов решения поставленной задачи. Аналитическое решение, там, где возможно, позволяет определить функциональные зависимости и структуру решений, а численный расчет найти параметры модели, соответствующие результатам эксперимента. Физическое содержание рассматриваемого эффекта требует проводить математическое моделирование с применением математического аппарата, как классической, так и квантовой физики. Электромагнитный процесс в волноводе, возможно, рассматривать в рамках системы уравнений Максвелла, то есть системы дифференциальных уравнений в частных производных. Взаимодействие же электромагнитного излучения с веществом требует включения математических методов квантовой теории возмущений. Следующим весьма интересным моментом в исследовании представляемой модели является учет анизотропии материала стенок волновода введением тензорных параметров модели. Это приводит к резкому усложнению решаемой аналитической и численной математической задачи как в части реализуемой средствами дифференциальных уравнений в частных производных, так и в части описываемой квантовомеханической теорией возмущений. С другой стороны, такой подход позволяет реализовать общий метод решения, пригодный для любого анизотропного материала. Все это определяет актуальность математического моделирования магнитооптического эффекта в планарном волноводе из анизотропного монокристалла висмута и кристаллов висмут-сурьма, помещенных в квантующее магнитное поле.

Целью настоящего исследования являлось создание математической модели магнитооптического эксперимента в ультраквантовом пределе магнитного поля, пригодной для анализа данных, полученных при исследовании кристаллов висмут-сурьма в широком диапазоне концентраций сурьмы. Проведение численного эксперимента по моделированию магнитооптических спектров для проверки эффективности, изучения свойств и особенностей модифицированной модели Бараффа и получения научно значимых достоверных выводов о применимости этой модели для сплавов висмут-сурьма.

Рассматриваемая задача представляет собой решение уравнений Максвелла для особого вида волн – поверхностных волн. Наличие анизотропии резко увеличивает громоздкость вычислений. Таким образом, взаимодействие электромагнитной волны со стенками волновода учитывается средствами макроскопической электродинамики, т.е. классически. Решение задачи описания свойств среды требует существенно квантового рассмотрения. Поэтому в целом моделирование состоит из классической и квантовой части, и в целом, модель можно рассматривать либо как полуклассическую, либо как полуквантовую.

Так как экспериментально измеряется энергия излучения, прошедшего планарный волновод (рис. 1), то необходимо тем или иным образом рассчитать ин-

тенсивность электромагнитной волны на выходе этого волновода. Общий случай требует рассмотрения вещества с тензором диэлектрической проницаемости $\hat{\epsilon}$, все девять компонент, которого отличны от нуля. Таким образом, на вид тензора диэлектрической проницаемости не накладываются дополнительные ограничения.

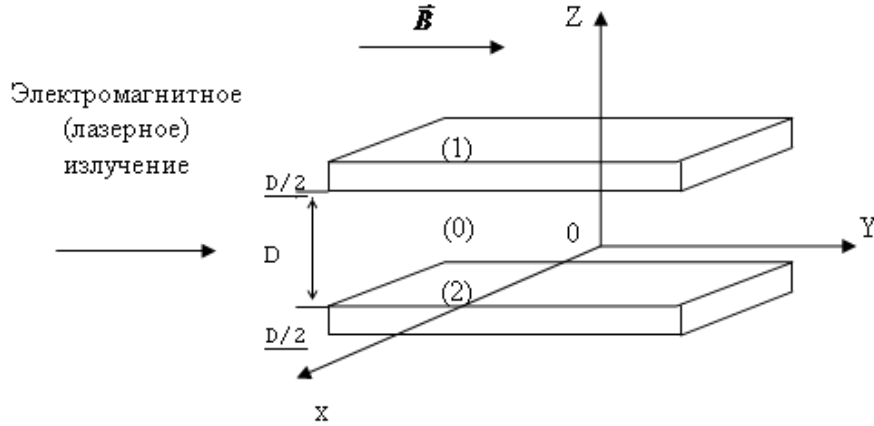


Рис. 1. Взаимное расположение вектора индукции магнитного поля, волнового вектора электромагнитного излучения исследуемого монокристалла относительно выбранной системы координат

Рассчитывая энергию волны, прошедшую через планарный волновод, как среднее значение y – компоненты вектора Умова-Пойтинга (рис. 1) проинтегрированное по поперечному сечению волновода и определяя коэффициент пропускания планарного волновода как отношение энергии $W(B)$, переносимой волной при некотором значении магнитного поля B , и энергии $W(0)$, переносимой волной при $B=0$, получаем выражение для $T(B)$:

$$T(B) = 1,07 \times \exp\{2L[q_y''(B) - q_y''(0)]\}, \quad (1)$$

где q_y – y компонента волнового вектора.

Моделирование диэлектрической проницаемости использует методы квантовой механики. Свойства среды учитывались компонентами тензора диэлектрической проницаемости ϵ :

$$\hat{\epsilon} = \hat{\epsilon}_l + \frac{\hat{\sigma}}{i \cdot \omega \cdot \epsilon_0}, \quad (2)$$

где ω – циклическая частота, падающего электромагнитного излучения, ϵ_l – диэлектрическая проницаемость, обусловленная всеми процессами, за исключением межзонных и внутризонных переходов на уровнях Ландау в точке L зоны Бриллюэна, ϵ_0 – электрическая постоянная, $\hat{\sigma}$ – комплексная удельная электропроводность.

Экспериментальные результаты демонстрируют такое разнообразие структур в ультраквантовом пределе магнитного поля, что для объяснения этого приходится рассматривать модель взаимодействующих между собой уровней Ландау

валентной зоны и зоны проводимости с квантовыми числами $j=0$. Это дает возможность ввести дополнительные степени свободы для осуществления возможности подгонки модельных спектров к экспериментальным. В нашем рассмотрении мы ограничились рассмотрением второго порядка теории возмущений. В результате величины матричных элементов оператора скорости имеют сложную и ярко выраженную зависимость от магнитного поля. Учет в математической модели смешанного характера волновых функций при малых значениях квантовых чисел позволяет в деталях описать форму зависимости интенсивности излучения, прошедшего через планарный волновод от величины магнитного поля для полуметалла висмута и сплавов висмут-сурьма.

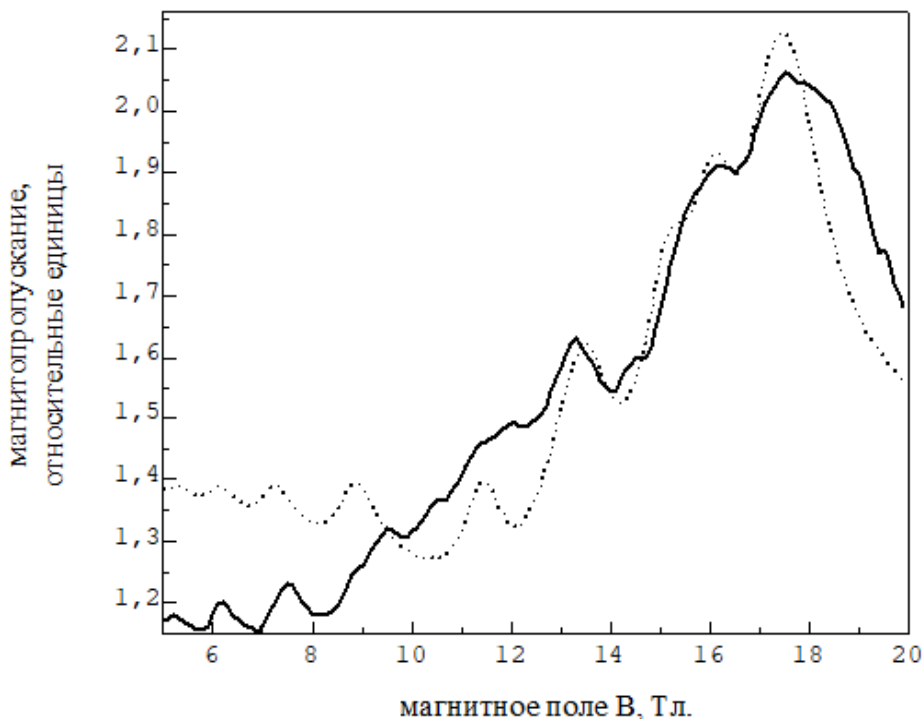


Рис. 2. Зависимость интенсивности прошедшего через полосковую линию

излучения от величины магнитного поля, когда $\vec{B} // C_1$.

Сплошная линия — эксперимент, пунктирная линия — расчет

Численный расчет зависимости коэффициента пропускания планарного волновода от величины магнитного поля в ультраквантовом пределе магнитного поля для трех взаимно перпендикулярных ориентаций магнитного поля относительно кристаллической решетки висмута установил адекватность математической модели при сравнении с ранее полученными результатами для параметров энергетического спектра носителей заряда. Зависимость матричных элементов оператора скорости от магнитного поля аналитически объясняется зависимостью энергетического положения уровней Ландау от магнитного поля. Учет в математической модели зависимости энергии уровней Ландау с малыми значениями

квантовых чисел от магнитного поля и волнового вектора позволило классифицировать наблюдаемые магнитооптические особенности, определить вклад каждого электронного перехода и появление седловой точки в энергетическом спектре сплавов висмут-сурьма.

Оказалось, что учет в математической модели правил отбора для переходов с участием уровней Ландау с $j=0$ при смешанном характере волновых функций позволил определить вклад каждого электронного перехода в структуру магнитооптических спектров висмута и сплавов висмут-сурьма и обосновать наличие наряду с разрешенными значительного вклада запрещенных переходов в ультраквантовом пределе магнитного поля.

В результате математического моделирования магнитооптического эффекта получены новые физические результаты об электронном спектре, тензоре эффективных масс и закономерностях процессов релаксации носителей заряда в кристаллах висмута и сплавах висмут-сурьма.

Список литературы

1. *Гладких О.Б., Кондаков О.В., Токарев В.В.* Моделирование оптических переходов электронов в сплавах висмут-сурьма в присутствии квантующего магнитного поля // Материалы V Международной конференции «Действие электромагнитных полей на пластичность и прочность материалов». Воронеж. 2003. С. 234–236.

2. *Гладких О.Б., Кондаков О.В.* Моделирование квантовых процессов рассеяния в условиях магнитного квантования в висмуте // Материалы второй международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности. СПб. 2006. С. 91 –93.

ПОСТРОЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Коновалов Н.Д.¹, Оленёв Н.Н.²

¹*Российский университет дружбы народов*

²*ФИЦ ИУ РАН*

e-mail: ¹1032183386@pfur.ru, ²nolenev@mail.ru

Аннотация. В работе описана динамическая модель экономики России и приведены результаты ее идентификации на основе статистических данных экономики страны за 1990–2019 гг. С помощью свертки критериев неравенства Тейла была дана оценка близости расчетных и статистических данных макроэкономических показателей.

Ключевые слова: индекс Тейла, экономика России, модель Рамсея, инвестиции, ВВП, динамическая модель, экспорт, импорт, занятость населения, капитал.

CONSTRUCTION AND RESEARCH OF A MATHEMATICAL MODEL OF RUSSIA

Abstract. The paper describes a dynamic model of the Russian economy and presents the results of its identification based on statistical data of the country's economy for 1990-2019. Using the convolution of the criteria of Theil inequality, an assessment of the proximity of calculated and statistical data of macroeconomic indicators was given.

Keywords: Theil index, Russian economy, Ramsey model, investment, GDP, dynamic model, export, import, employment, capital.

Актуальность исследования российской экономики обуславливается уникальной геополитической ролью нашей страны с самой большой территорией и богатыми природными ресурсами. Россия с шестнадцатого века нашей эры играет важную связующую роль между азиатским и европейским регионами. Экономика страны на данный момент имеет смешанный тип. Не избавившись до конца от наследия плановой экономики СССР и не перейдя полностью на рыночную экономику, страна продолжает процесс трансформации (см., например, [1–3]), который оказывает влияние как на жизнь простых граждан России, так и на мировую экономику в целом.

Проблема исследования заключается в том, что точный расчет труда (одного из основных показателей модели Рамсея) невозможен по стандартной формуле в условиях, вызванных известными политическими событиями последних лет и санкционной политикой западных стран. В настоящей работе предпринята модификация расчетной формулы для числа занятых (труда) в рамках модели Рамсея, что увеличило точность расчета макропоказателей.

Целью исследования является построение динамической модели экономики России, идентифицированной по статистическим показателям ВВП, инвестиций, экспорта, импорта, потребления, численности населения и т.д. [4].

Для начала давайте определимся с макропоказателями российской экономики. Для этого возьмем статистические временные ряды 1990–2019 гг. макроэкономических показателей страны в национальной валюте, в текущих ценах и в постоянных ценах 2015 г., а также динамику численности населения с официального сайта Российской Федерации. Переведем все данные в обычные единицы для более привычного расчета: макроэкономические показатели будем измерять в трлн. руб., численность населения – в млн. чел. Для удобства вводим обозначения: C – расходы на конечное потребление; J – валовое накопление капитала; E – экспорт товаров и услуг; I – импорт товаров и услуг; Y – валовой внутренний продукт (ВВП); N – численность населения; L – число занятых в экономике. Обозначим макроэкономические показатели X в постоянных ценах $X = Y, I, C, J, E$ и в текущих ценах $X_p = Y_p, I_p, C_p, J_p, E_p$, тогда для временных рядов этих макропоказателей можно найти соответствующие индексы цен: $p_X = X_p / X$.

Математическая модель российской экономики будет основана на простейшей динамической модели Рамсея [2] с изменением формулы для труда L . Общая формула для выпуска Y будет выглядеть следующим образом:

$$Y(t) = Y_0 \left[\alpha \left(\frac{L(t)}{L_0} \right)^{-\beta} + (1 - \alpha) \left(\frac{K(t)}{K_0} \right)^{-\beta} \right]^{-\frac{1}{\beta}}, \quad (1)$$

где $Y(t)$ – ВВП, $L(t)$ – количество людей, занятых в экономике, $K(t)$ – объем капитала в экономике, $\alpha \in (0, 1)$, $\beta > 0$, t – время (год).

В соответствии со статистикой [4] труд L будем определять по формуле:

$$\frac{dL}{dt} = \left| \sin \left(0.01 \frac{t}{\gamma} \right) \right| + 0.49, \quad (2)$$

где параметр $\gamma > 0$.

Капитал определяется такой формулой:

$$\frac{dK}{dt} = J(t - 1) - \mu K(t), \quad K(0) = K_0, \quad (3)$$

где $J(t)$ – инвестиции в момент времени t , параметр $\mu > 0$ имеет смысл темпа амортизации капитала.

Также в построении модели нам понадобятся относительные индексы цен, которые будут определяться эвристическими уравнениями:

$$\pi_I = 1 - 0.25 \sin\left(\frac{t}{5}\pi\right) - \text{импорт}, \quad (4)$$

$$\pi_J = 1 + \sin\left((t + 1)\frac{\pi}{2}\right) - \text{инвестиции}, \quad (5)$$

$$\pi_E = 0.925 + 0.075 \sin\left(2\left(t - 2 + \frac{\pi}{4}\right)\right) - \text{экспорт}. \quad (6)$$

В любой момент времени t верна формула основного макроэкономического баланса в текущих ценах:

$$p_Y(t)Y(t) + p_I(t)I(t) = p_C(t)C(t) + p_J(t)J(t) + p_E(t)E(t), \quad (7)$$

где p_Y – дефлятор ВВП, p_C, p_I, p_J, p_E – индексы цен на конечное потребление, импорт, инвестиции и экспорт, соответственно. Если разделить обе части равенства (7) на дефлятор ВВП, то получим следующее:

$$Y(t) + \pi_I I(t) = Q(t) + \pi_J J(t) + \pi_E E(t), \quad (8)$$

где

$$Q(t) = \frac{p_C(t)C(t)}{p_Y(t)} \quad (9)$$

$$\pi_X(t) = \frac{p_X(t)}{p_Y(t)}, \quad (10)$$

где $X = I, J, E$.

Также введем еще ряд вспомогательных переменных σ, δ, ρ которые будут определяться таким образом:

$$\sigma = \frac{\pi_J(t)J(t)}{Y(t) + \pi_I(t)I(t)}, \quad \delta = \frac{\pi_E(t)E(t)}{Y(t)}, \quad \rho = \frac{\pi_I(t)}{Y(t) - \pi_E(t)E(t)}. \quad (11)$$

Далее опишем поэтапное построение динамической системы экономики России:

Шаг 1. Вычислим индекс цен: $p_X(t) = \frac{X_{current}(t)}{X_{constant}(t)} = \frac{Xp(t)}{X(t)}$, $X = C, J, E, I, Y$.

Шаг 2. Сравним значения аппроксимирующей функции (2) со статистическими показателями занятости населения:

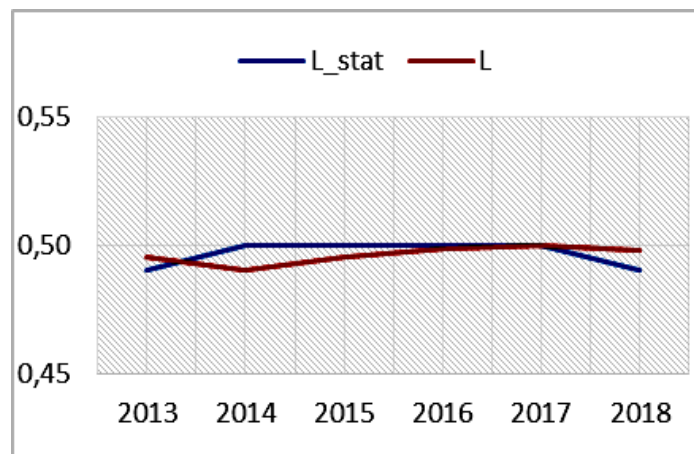


Рис. 1. Статистические данные и аппроксимирующие функции для L

Также на этом шаге используя формулу (3) и начальный в 2013 году (стартовый капитал равный по различным подсчетам 275 триллионам рублей) считаем капитал для последующих лет.

Шаг 3. Найдем относительные индексы цен по формуле $\pi_X(t) = \frac{p_X(t)}{p_Y(t)}$, $X = J, E, I$. Также на этом шаге вычислим σ, δ, ρ по формуле (11)

Шаг 4. Сравним относительный индекс цен, полученный на прошлом шаге, и аппроксимирующие их функции (4–6):

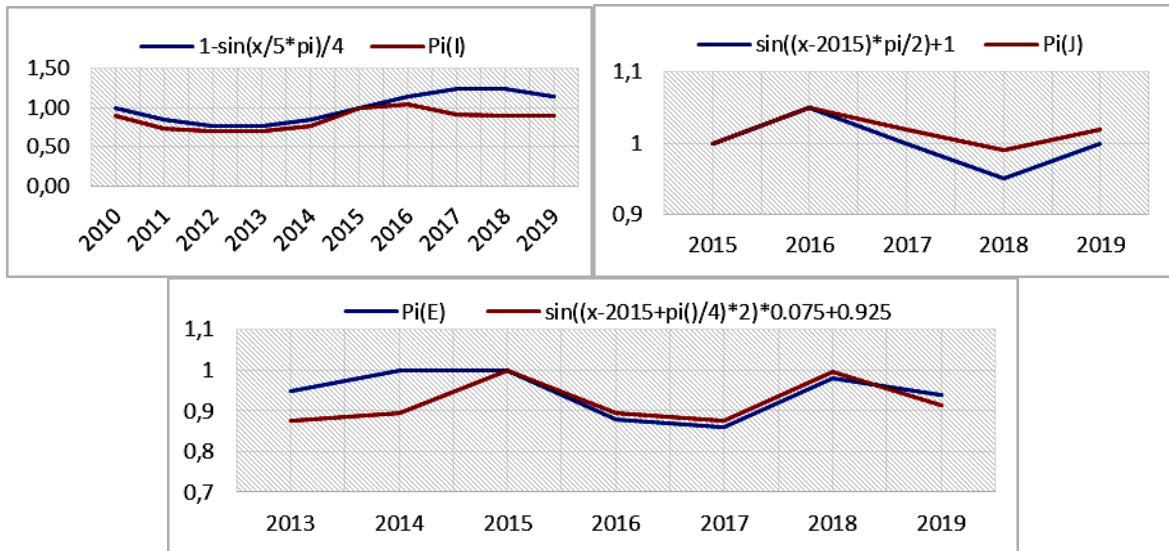


Рис. 2. Статистические данные и аппроксимирующие функции для относительных индексов цен

Шаг 5. Также построим аппроксимирующие функции к переменным σ, δ, ρ .
 Получим, $\sigma = 0.18 - 0.015 \sin((-1.5)(t - 5))$, $\delta = 0.26 - 0.04 \sin(1.3t)$, $\rho = 0.175 - 0.035 \sin(0.95t)$. что

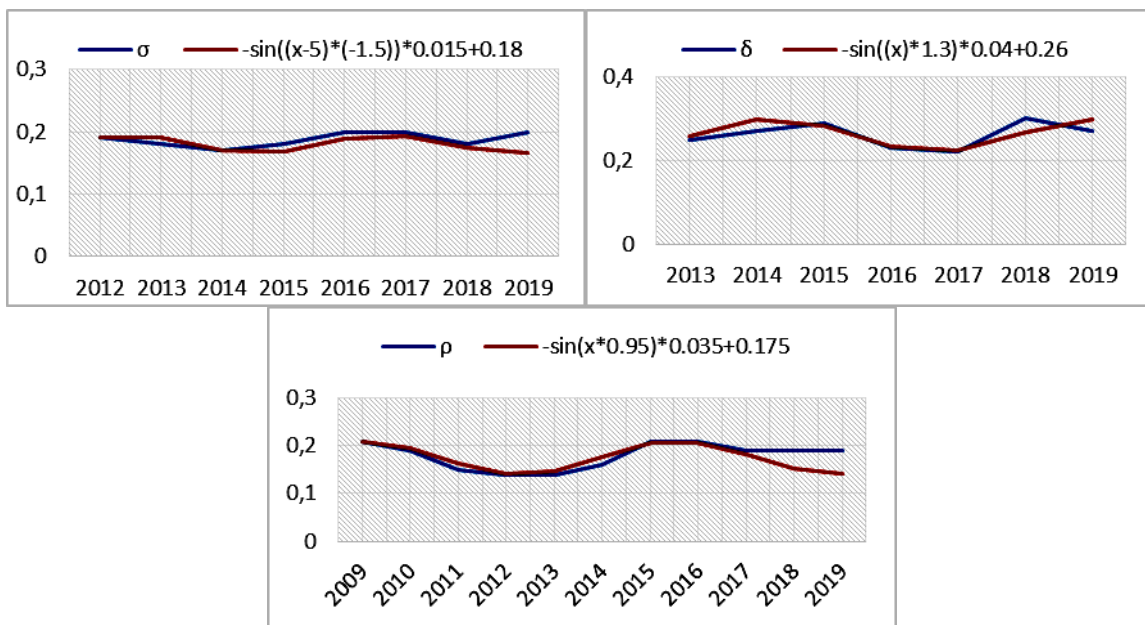


Рис. 3. Статистические данные и аппроксимирующие функции для переменных σ, δ, ρ

Шаг 6. Теперь, когда все ключевые параметры и переменные известны, можно получить расчетные данные $X(t)$ для $X = J, E, I, Q, Y$:

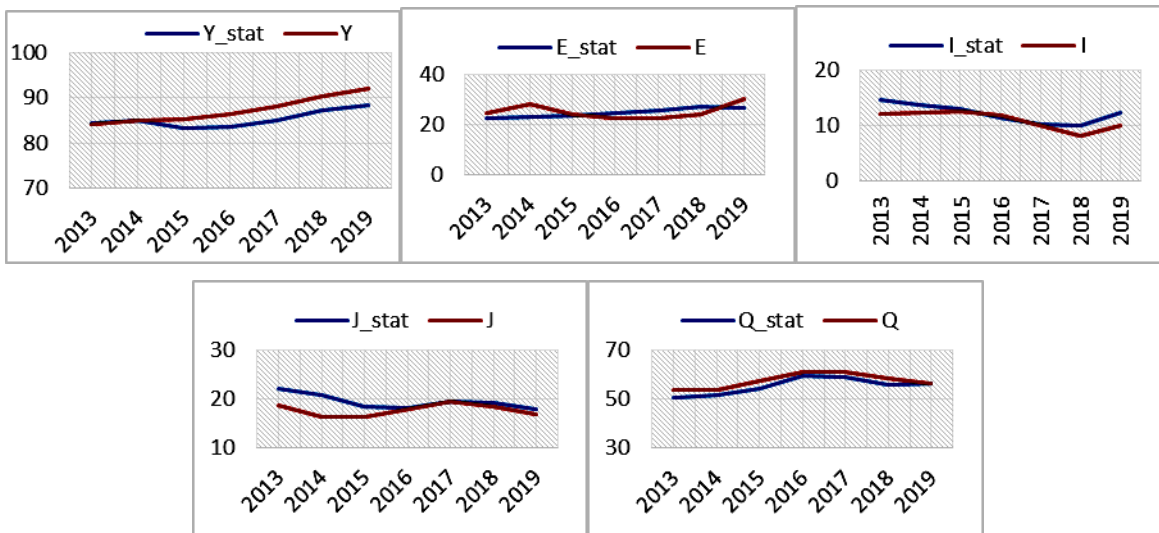


Рис. 4. Расчетные и статистические данные для основных макроэкономических показателей

Шаг 7. Максимизируя свертку критериев Тейла, проверяем точность нашей модели $S = (1 - T_Y)(1 - T_I)(1 - T_J)(1 - T_E)(1 - T_Q) = 0.715$, где $T_x (X = Y, I, J, E)$ – критерий Тейла, который высчитывается по следующей формуле:

$$T_x = \sqrt{\frac{\sum_{t=0}^n (X(t) - X_{stat}(t))^2}{\sum_{t=0}^n \{(X(t)^2 + X_{stat}(t))^2\}}}$$

Таким образом, приведенный здесь вариант простейшей модели экономики России является в расчетах достаточно точным (75% соответствие статистическим данным). Стоит отметить, что построенная модель является динамической, т.е. может применяться и при различных сценариях развития экономики, а высокая точность позволяет делать правдоподобный прогноз на будущее страны.

Список литературы

1. Автухович Э.В., Гурьев С.М., Оленёв Н.Н., Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А., Чуканов С.В. Математическая модель экономики переходного периода. Изд. 2. М.: URSS. 2022.
2. Оленев Н.Н., Печенкин Р.В., Чернецов А.М. Параллельное программирование в MATLAB и его приложения. М.: ВЦ РАН. 2007.

3. *Оленев Н.Н.* Исследование влияния структурных изменений на экономику России // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Экономика. 2015. № 1. С. 150–157.

4. Официальный сайт Статистического отдела ООН. [Электронный ресурс]. URL: <https://unstats.un.org/unsd/snaama/Index> (дата обращения: 04.04.2022).

ПРОДВИЖЕНИЕ ГРАНИЦЫ ЖИДКОСТИ ПРИ НАПОРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Петрова С.Н.^{1,2}, Петров Н.П.³, Мурзуков М.Э.⁴

¹ *Уральский государственный юридический университет им. В.Ф. Яковлева*

² *НЧОУ ВО «Технический университет УГМК»*

^{3,4} *Чебоксарский институт (филиал) Московского политехнического университета*

e-mail: ^{1,2}axial_120@mail.ru, ³pn1142@gmail.com,
⁴murzukov033@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены проблемы стационарной фильтрации несжимаемой жидкости, загрязненной вредными веществами. Предполагается, что загрязнение существенно не изменяет такие свойства фильтрующейся жидкости, как ее плотность и вязкость. Кроме того, предполагается, что жидкости не смешиваются и имеют четкую границу раздела. Такая модель называется разноцветными жидкостями. Изучено продвижение границы жидкости при напорной фильтрации.

Ключевые слова: стационарная фильтрация, несжимаемая жидкость, фильтрация, разноцветная жидкость.

ADVANCE OF THE LIQUID LIQUID IN PRESSURE FILTRATION

Abstract. The problems of stationary filtration of an incompressible fluid contaminated with harmful substances are considered. It is assumed that contamination does not significantly change such properties of the filtered liquid as its density and viscosity. In addition, it is assumed that liquids do not mix and have a clear interface. Also, liquids do not mix and have a clear interface. Such a model is called multi-colored liquids. The advance of the liquid boundary during pressure filtration is studied.

Keywords: stationary filtration, incompressible liquid, filtration, multicolored liquid.

Вопросы ликвидации областей загрязнения подземных жидкостей, вытеснения одних жидкостей другими и распространения заканчиваемых в недра жидкостей являются актуальными вопросами современности. Результаты построения и изучения математических моделей движения жидкостей с учетом фильтрации представлены в [1–5] и в других работах.

Рассмотрим двумерную, стационарную, линейную фильтрацию несжимаемой жидкости, на пути движения которой она загрязняется вредными веществами или в процессе фильтрации подтягиваются вредные вещества из загрязненных бассейнов.

Предположим, что загрязнение не изменяет сколько-нибудь существенно свойства фильтрующейся жидкости, ее плотность и вязкость. В этом случае можно считать, что жидкость чистая и загрязненная будут однородными. Кроме того, предположим, что эти жидкости не смешиваются и имеют четкую границу раздела. Такая модель называется разноцветными жидкостями [1].

В принятых предположениях ставится задача – определить границы раздела жидкостей с учетом продвижения во времени. При этом в качестве сопутствующей будет задача о времени, за которое очистятся от загрязнения те или иные области, через которые проходит фильтрационный поток.

Фильтрационный поток при тех или иных граничных условиях считается заданным, если задано его поле скоростей. Сказанное представляет собой переход от переменных Эйлера, в которых задано решение рассматриваемой задачи, к переменным Лагранжа. Это осуществляется в рассматриваемом случае интегрированием системы безразмерных уравнений вида

$$\frac{d\xi}{d\tau} = v_{\xi}(\xi, \zeta), \quad \frac{d\zeta}{d\tau} = v_{\zeta}(\xi, \zeta), \quad (1)$$

где ξ, ζ – безразмерные координаты плоскости, в которой происходит течение, τ – безразмерное время и v_{ξ}, v_{ζ} – заданные составляющие скорости.

Очевидно, что так как это движение двумерно и потенциально, то известна функция тока этого течения и потенциал скорости

$$\varphi = \varphi(\xi, \zeta), \quad \psi(\xi, \zeta). \quad (2)$$

Пусть начальное положение границы раздела жидкостей определяется координатами ξ_0, ζ_0 , которые заданы в зависимости от параметра κ :

$$\xi_0 = \xi(\kappa), \quad \zeta_0 = \zeta(\kappa). \quad (3)$$

Отсюда будут известны линии тока ψ , проходящие через точки ξ_0, ζ_0 :

$$\psi(\xi, \zeta) = \psi(\xi_0, \zeta_0) = \psi_0. \quad (4)$$

Это уравнение представляет собой интеграл уравнений (1) [2].

Итак, ставится задача интегрирования уравнений (1) при начальных условиях (3), т.е. требуется определить ξ, ζ как функции τ и параметра κ или координат:

$$\xi = \xi(\tau, \xi_0, \zeta_0) = \xi(\tau, \kappa), \quad \zeta = \zeta(\tau, \xi_0, \zeta_0) = \zeta(\tau, \kappa). \quad (5)$$

Предположим, что указанное течение происходит в анизотропно-неоднородном грунте. Тогда уравнения (1) через потенциал φ могут быть записаны в виде:

$$\frac{d\xi}{d\tau} = k_{11} \frac{\partial \varphi}{\partial \xi} + k_{12} \frac{\partial \varphi}{\partial \zeta}, \quad \frac{d\zeta}{d\tau} = k_{12} \frac{\partial \varphi}{\partial \xi} + k_{22} \frac{\partial \varphi}{\partial \zeta}. \quad (6)$$

В силу линейности процесса из уравнений (6) получим искомые решения (5) как сумму решений отдельных задач, соответствующих каждому из процессов, т.е. имеет место принцип наложения решений. Если уравнения (1) или (6) относятся к уравнениям с разделяющимися переменными, то каждый из этих процессов сводится к двум квадратурам. Применим эти результаты к конкретным случаям.

В фильтрационных течениях особую роль играют источники (или стоки), моделирующие работу скважин, и поступательный поток, моделирующий естественный сток подземных жидкостей. Наложение этих потоков представляет собой модель распространенных подземных потоков.

Пусть грунт изотропно однороден в рассматриваемом процессе. Тогда течение определяется комплексным потенциалом:

$$w = \varphi + i\psi, \quad \varphi = k(p + h).$$

Пример 1. Рассмотрим поступательный поток, направленный вдоль оси x ($w = v_0 z$). Тогда уравнения, записанные в плоскости $z = x + iy$, будут иметь вид:

$$\frac{dx}{d\tau} = v_0, \quad \frac{dy}{d\tau} = 0. \quad (7)$$

Учитывая граничные условия, получим

$$x = v_0 \tau + x_0(\chi), \quad y = y_0(\chi). \quad (8)$$

Из этих равенств следует, что если, например, граница загрязненной жидкости представляет собой в начальный момент окружность радиуса a с центром в начале координат $x_0 = a \cos \chi$, $y_0 = a \sin \chi$, то, как следует из равенств (8), во все последующие моменты времени это будет так же окружность, центр которой сдвигается вдоль оси пропорционально времени $(x - v_0 \tau)^2 + y^2 = a^2$ [4].

Пример 2. Рассмотрим источник, в центре которого поместим начало координат. Тогда комплексный потенциал течения имеет вид

$$w = \frac{Q}{2\pi} \ln z, \quad \varphi = \frac{Q}{2\pi} \ln r$$

Для этого случая запишем уравнения в полярных координатах:

$$\frac{dr}{d\tau} = v_r = \frac{\partial \varphi}{\partial r} = \frac{Q}{2\pi r}, \quad r \frac{d\theta}{d\tau} = v_\theta = \frac{\partial \varphi}{r d\theta} = 0.$$

Это будут уравнения с разделяющимися переменными и интегрирование их при начальных условиях (3), которые запишем в виде $\tau = 0, r = r_0(\chi), \theta = \theta(\chi)$, приводит к соотношениям:

$$\frac{r^2}{2} - \frac{r_0^2}{2} = \frac{Q\tau}{2\pi}, \quad \theta = \theta_0 \text{ или } r = \sqrt{r_0^2 + \frac{Q\tau}{\pi}}, \quad \theta = \theta_0. \quad (9)$$

Переходя к декартовым координатам, последние уравнения перепишем в виде

$$x = \sqrt{\frac{Q}{\pi} \tau + r_0^2} \cos \theta_0(\chi), \quad y = \sqrt{\frac{Q}{\pi} \tau + r_0^2} \sin \theta_0(\chi). \quad (10)$$

Если источник (или сток) мощности Q расположен в точке $z_k = x_k + iy_k$, то последние уравнения запишутся в виде

$$\begin{aligned} x &= x_k \sqrt{\frac{Q}{\pi} \tau + r_0^2} \cos \theta_0(\kappa), \\ y &= y_k \sqrt{\frac{Q}{\pi} \tau + r_0^2} \sin \theta_0(\kappa), \\ r_0 &= \sqrt{(x_0 - x_k)^2 + (y_0 - y_k)^2}, \quad \theta_0 = \operatorname{arctg} \frac{y_0 - y_k}{x_0 - x_k}, \end{aligned} \quad (11)$$

где $x_0 = x(\kappa)$, $y_0 = y(\kappa)$ на основании (3) представляют собой параметрические уравнения начального положения границы загрязненной жидкости [5].

В частном случае начальной границы, представляющей собой окружность радиуса a с центром в точке расположения источника, ее продвижение со временем τ на основании формулы (8) соответствует уравнениям

$$r = \sqrt{\frac{Q}{\pi} + a^2}, \quad \theta = \theta_0, \quad (12)$$

т.е. это будет окружность увеличивающегося с течением времени радиуса по закону (12).

Совокупность формул (8) и (11) позволяет определить продвижение границы загрязненной жидкости или границы раздела различных жидкостей (например, нефти и воды) при работе скважины в поступательном потоке, а также работе системы скважин. Теория загрязнения скважины открывает возможности точного решения широкого многообразия различных граничных задач этой области в рамках принятой модели.

Решение однотипных задач в изотропных и различных анизотропных слоях открывают возможности исследования влияния действующих факторов. При этом требуется оценить возможность выявления случаев, когда теми или иными параметрами можно пренебречь и использовать упрощенные формулы.

Разбиение решения задачи на отдельные достаточно простые этапы в конечном результате приводит к достаточно сложному аналитическому решению. Следует отметить необходимость наглядного графического представления, которое необходимо для анализа и оценки полученных результатов. Это представление возможно осуществить с применением компьютерного моделирования.

Список литературы

1. Голубева О.В. Двумерные динамические процессы в анизотропных средах // ПММ. 1980. Т. 41. Вып. 1. С. 166–171.
2. Голубева О.В. Муродов И.С. Загрязнение скважин в анизотропном слое. Известия АН Таджикской ССР. 1991. № 1. С.74–76.

3. Голубева О.В., Петров Н.П. Засоление и загрязнение скважин // Теория гидродинамических моделей технических задач: сб. науч. трудов Свердловск: Свердл. пед. ин-т, 1988. С. 16–22.

4. Толтаев В.А. Математические модели двумерной фильтрации жидкости и газа в искривленных неоднородных пластах // Вестник МГОУ. Сер. Физика. Математика. 2015. № 1. С.70–84.

5. Петров Н.П., Петрова С.Н. Коржавина Н.В. Модель загрязнения скважин фильтрационными потоками // Научные технологии. 2018. Т. 19. № 4. С. 4–10.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ СОЗДАНИЯ ЕДИНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Гладких О.Б.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: uchetba_0000@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена текущая ситуация в области создания единой медицинской информационной системы в рамках цифровой трансформации здравоохранения. Обсуждаются проблемы удобного доступа к медицинским данным и механизмы для их преодоления. Рассмотрены способы разграничения прав доступа к медицинским данным.

Ключевые слова: концепция создания Единой информационной системы здравоохранения, федеральный центр обработки данных, телемедицина и телемедицинские услуги, медицинские информационные системы.

ANALYSIS OF THE PROBLEMS OF CREATING A UNIFIED MEDICAL INFORMATION SYSTEM

Abstract. The article considers the current situation in the field of creating a unified medical information system as part of the digital transformation of healthcare. The problems of convenient access to medical data and mechanisms for overcoming them are discussed. The ways of differentiation of access rights to medical data are considered.

Keywords: the concept of creating a Unified Health Information System, federal data processing center, telemedicine and telemedicine services, medical information systems.

В настоящее время разработана концепция создания Единой информационной системы здравоохранения и социальной сферы федерального и регионального уровней [1]. Федеральные автоматизированные информационные системы интегрируют региональные информационные системы. Разработчики медицинских систем предлагают все более универсальные алгоритмы внедрения информационных технологий в лечебно-диагностический процесс, обеспечивают

поддержку принятия врачебных решений и сбора первичной медико-статистической информации.

Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения (далее – Система) представляет собой совокупность информационно-технологических и технических средств, обеспечивающих информационную поддержку методического и организационного обеспечения деятельности участников системы здравоохранения (рис. 1).

На сегодняшний день, в рамках реализации приоритетного национального проекта «Здоровье», достигнуты существенные результаты в укреплении материально-технической базы лечебно-профилактических учреждений, в целом решен вопрос оснащенности необходимой вычислительной техникой органов управления здравоохранением [2].

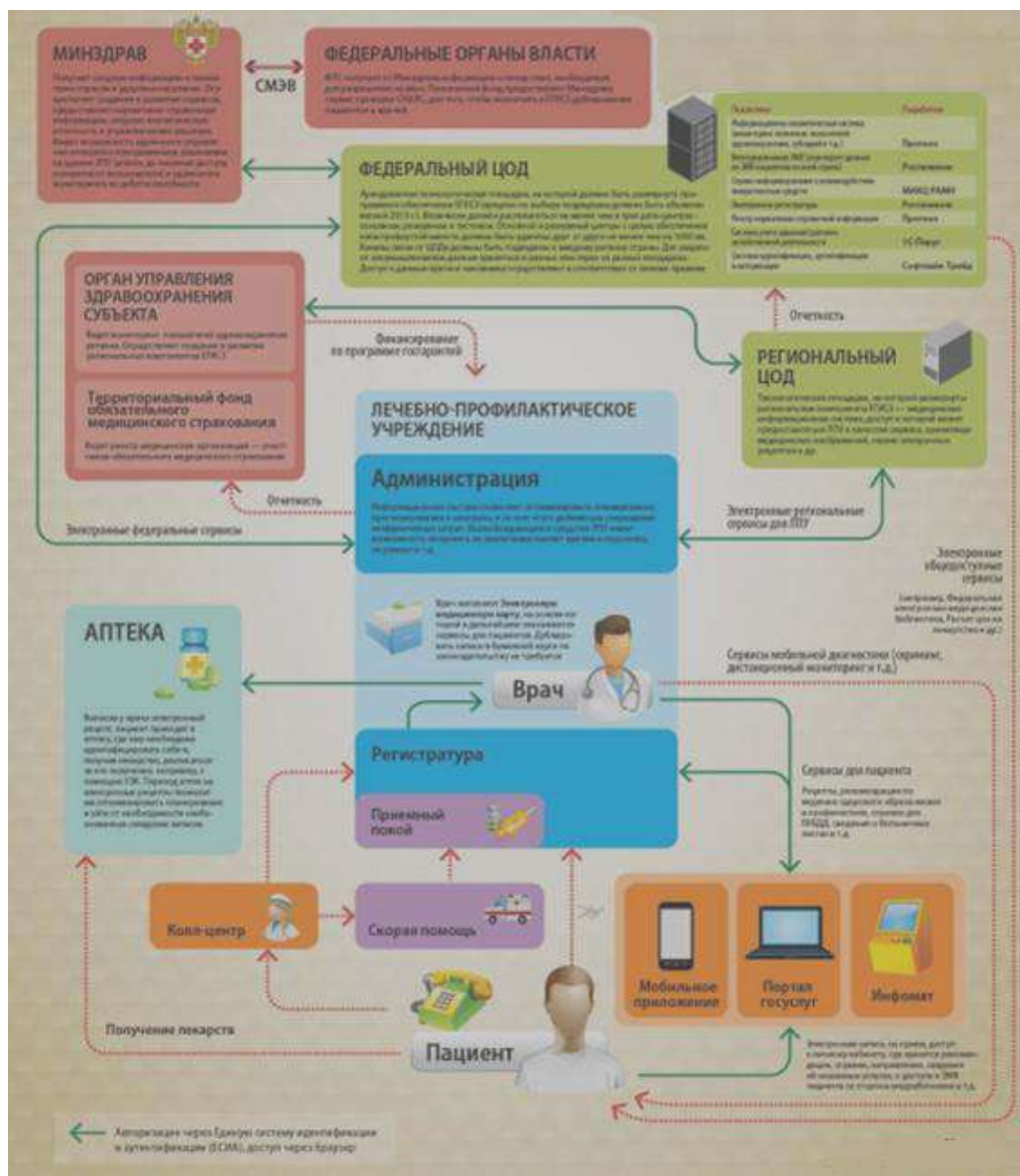


Рис. 1. Единая государственная информационная среда здравоохранения

Вопреки относительной обеспеченности органов и организаций системы здравоохранения компьютерной техникой, используемые прикладные системы не позволяют в полной мере обеспечить поддержку решений актуальных задач как в области управления отраслью, так и в области непосредственного оказания населению медицинской помощи.

Решению указанных проблем препятствует отсутствие системного подхода к развитию информационно-телекоммуникационных технологий в медицине, отсутствие установки на обеспечение непрерывности и комплексности процессов здравоохранения [3].

Информационные системы в здравоохранении проектируются и разрабатываются децентрализованно в условиях отсутствия единой методологии, а потому не позволяют рассматривать и анализировать деятельность системы здравоохранения в целом.

Медицинские организации аккумулируют значительные объемы информации, которая должна являться конфиденциальной. В то же время вопросы информационной безопасности при проектировании и эксплуатации информационных систем здравоохранения исторически не являлись приоритетными [4].

Основной целью создания Системы является обеспечение эффективной информационной поддержки процесса управления и оказания системой медицинской помощи.

Основным элементом инфраструктуры Системы является федеральный центр обработки данных Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации (далее – Федеральный ЦОД). Для обеспечения требуемого уровня показателей надежности и доступности информационно-технических сервисов Федеральный ЦОД может располагаться на нескольких территориально удаленных площадках, количество которых может изменяться по мере развития Системы.

Федеральные и региональные приложения в составе Системы, в том числе унаследованные, взаимодействуют между собой через централизованные общесистемные компоненты единого информационного пространства. Межведомственное информационное взаимодействие, а также предоставление государственных услуг в электронном виде осуществляется через инфраструктуру «Электронного Правительства».

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации в сфере здравоохранения за счет собственных средств могут использовать имеющиеся у них центры обработки данных, создавать новые или арендовать вычислительные мощности и инфраструктуру иных центров обработки данных.

Развитие информационных технологий позволяет решить важнейшую проблему формирования единой истории болезни человека. Интернет и

современные СУБД дадут реальную возможность организовать хранение всех сведений в одном месте и обеспечить доступ к ним из любого другого.

При этом необходимо решить проблему безопасного функционирования медицинских систем. Потеря данных о больном в результате их стирания, порчи или из-за невозможности своевременного доступа, а также нарушение конфиденциальности чреваты тяжелыми последствиями.

Таким образом, единая информационная среда здравоохранения – это не только обеспечение технической возможности доступа к любым данным, необходимым для проведения лечебно-диагностических или управленческих мероприятий в любом месте и в любое время, но и грамотное разграничение прав доступа к данным, чтобы соблюсти законные права всех участников процесса.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ № 555 от 05.05.2018 г. «О единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения». [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/557308809>.

2. *Гомалеев А.О.* Создание механизмов взаимодействия медицинских органов на основе Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. №6-1. С. 79-84.

3. Симанков В.С., Халафян А.А. Системный анализ и современные информационные технологии в медицинских системах поддержки принятия решений. М.: ООО «БиномПресс», 2012. 362 с.

4. *Карцхия А.А.* Информационно-правовое обеспечение цифровой экосистемы здравоохранения. Правовая информатика. 2021. №1. С. 13-23.

ОСОБЕННОСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОУРОВНЕВЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ

Зайцев Д.С.¹

Научный руководитель: д. ф.-м. н., доцент Масина О.Н.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹dimanz1997@bk.ru, ²olga121@inbox.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности компьютерного моделирования многоуровневых управляемых систем. Приведены основные характеристики и принципы указанных систем. Приводятся ключевые аспекты информационного моделирования, аппаратно-программные технологии и средства компьютерного моделирования многоуровневых управляемых систем. Полученные результаты могут быть использованы при разработке моделей многоуровневых вычислительных систем.

Ключевые слова: сложные системы, многоуровневые управляемые системы, компьютерное моделирование, аппаратно-программные средства.

FEATURES OF COMPUTER MODELING OF MULTILEVEL CONTROL SYSTEMS

Abstract. The features of computer simulation of multilevel controlled systems are considered. The main characteristics and principles of these systems are given. The key aspects of information modeling, hardware and software technologies and means of computer simulation of multilevel controlled systems are presented. The obtained results can be used in the development of models of multilevel computing systems.

Keywords: complex systems, multilevel controlled systems, computer modeling, computer simulation, hardware and software means.

Многоуровневые управляемые системы (МУС) являются сложными системами, представляющими собой совокупность большого количества элементов, находящихся в определенной зависимости и составляющих единство, ориентированное на достижение конкретной цели [1]. Для исследования МУС используются инструменты и методы компьютерного моделирования. В настоящей работе рассмотрены особенности компьютерного моделирования МУС.

При изучении МУС важно выявить случаи, когда по свойствам отдельных подсистем можно исследовать свойства всей многоуровневой системы. Отметим, что можно рассматривать следующие существенные характеристики МУС [2]:

1. Вертикальная декомпозиция. Эта характеристика означает, что МУС представляет собой семейство взаимодействующих подсистем, под которыми понимаются преобразования входных данных в выходные.

2. Право вмешательства, которое означает, что на функционирование подсистемы любого уровня оказывают прямое и явное воздействие расположенные выше уровни, обычно ближайший старший уровень.

3. Взаимозависимость действий. Эта характеристика означает, что качество работы всей МУС обеспечивается обратной связью, так как вмешательство верхних уровней МУС предшествует действиям нижерасположенных уровней.

Важно подчеркнуть, что МУС предполагает рациональное распределение функций между входящими в иерархию уровнями, что обуславливает появление иерархической структуры целей и задач управления на всех уровнях [3]. Моделирование МУС представляет сложный многоэтапный исследовательский процесс, ориентированный на выявление закономерностей и свойств МУС с целью прогнозирования поведения системы. Выделяют физические и математические модели МУС [4]. Вопросы построения математических моделей с управлением на основе искусственных нейронных сетей рассмотрены в [5].

Информационные технологии относятся к современным средствам моделирования. Указанные технологии позволяют создавать информационные модели МУС [6]. Информационное моделирование представляет собой следующие этапы:

- 1) анализ объекта и присущих ему связей;
- 2) собственно моделирование;
- 3) построение алгоритмов и привлечение информационных технологий для работы с моделью.

Компьютерная модель МУС строится на основе ее математической модели. Компьютерная модель дает возможность исследовать поведение МУС с использованием аппаратно-программных технологий и средств [7].

Можно выделить следующие средства компьютерного моделирования:

- вербальные инструменты, к которым относятся, в частности, текстовые процессоры и редакторы;
- визуальные инструменты, включающие в себя аппаратно-программные технологии и средства работы с видеоизображениями;
- математические средства, к которым относятся программы для аналитических преобразований;
- системы моделирования, включающие в себя системы имитационного моделирования;
- системы и языки программирования.

Имитационное моделирование используется при компьютерной реализации математической модели МУС. Для программирования имитационных моделей применяются языки общего назначения, универсальные языки программирования и языки имитационного моделирования [8, 9].

Программные средства, используемые для компьютерного моделирования, можно разделить на следующие категории [10]:

- универсальные среды моделирования системы компьютерной математики (Mathematica, Mathcad, Maxima);
- программы реализации численных методов (Excel, языки программирования);
- узкоспециализированные пакеты.

В качестве примеров универсальных сред моделирования можно указать Simulink, LabView, Rand Model Designer, VisSim, SimInTech, ИСМА.

На рис. 1 приведена структурно-функциональная схема МУС [11], полученная на основе ее формализованного представления. Представленные на рис. 1 управляемые технические объекты могут быть декомпозированы на функциональные блоки и элементы. Каждому из этих блоков и элементов соответствует компонент структуры, отвечающий за реализацию его математической модели.

Работа устройства управления описывается с помощью алгоритма информационных преобразований сведений об измерениях наблюдаемых характеристик в управляющие воздействия на исполнительные устройства или их модели.

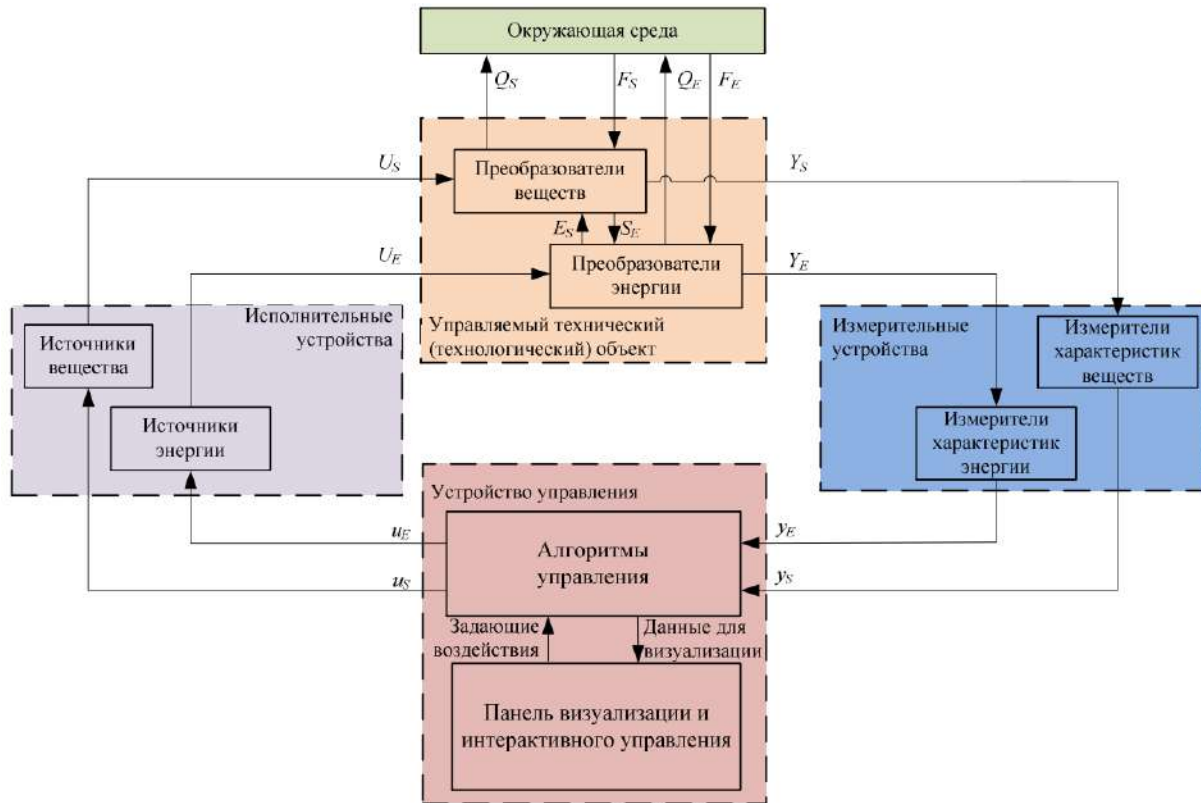


Рис. 1. Структурно-функциональная схема МУС

Таким образом, в работе рассмотрены особенности компьютерного моделирования многоуровневых управляемых систем. Приведены основные характеристики указанных систем. Даны ключевые аспекты информационного моделирования МУС. Представленные аппаратно-программные технологии и средства компьютерного моделирования применяются для подготовки и принятия решений различного характера в МУС. Полученные результаты могут быть использованы при моделировании информационных ресурсов для иерархических вычислительных систем.

Список литературы

1. Дышленко С.Г. Сложные вычислительные системы // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2019. № 3(13). С. 53–58.
2. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: МИР. 1973.

3. *Якимов А.И.* Теоретические основы технологии имитационного моделирования и принятия решений в информационных системах промышленных предприятий: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.10 / Анатолий Иванович Якимов; Белорус. Рос. ун-т. Могилев, 2017.

4. *Александров В.В., Лемак С.С., Парусников Н.А.* Лекции по механике управляемых систем. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2020.

5. *Дружинина О.В., Корепанов Э.Р., Белоусов В.В., Масина О.Н., Петров А.А.* Развитие инструментального обеспечения отечественной вычислительной платформы «Эльбрус 801-РС» в задачах нейросетевого моделирования нелинейных динамических систем // *Нелинейный мир*. 2021. Т. 19. № 1. С. 15–28.

6. *Ядровская М.В.* К вопросу о компьютерном моделировании // *Advanced Engineering Research*. 2020. Т. 20. № 3. С. 332–345.

7. *Ядровская М.В.* Средства моделирования в компьютерных технологиях обучения // *Образовательные технологии и общество*. 2015. Т. 18. № 2. С. 618–637.

8. *Абрамов В.И.* Агент-ориентированное и имитационное моделирование: перспективы в области информационных технологий // *Региональные проблемы преобразования экономики*. 2018. № 11(97). С. 386–397.

9. *Моделирование систем и процессов: учеб. для вузов / В.Н. Волкова [и др.]; под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова.* М.: Изд-во Юрайт, 2022.

10. *Кочергин М.И.* Многоуровневое моделирование физико-технических задач на примере глубинного насоса / М.И. Кочергин, Д.С. Торгаева, М.П. Сухоруков, В.М. Дмитриев, Ю.А. Шурыгин // *Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники*. 2019. Т. 22. № 3. С. 79–86.

11. *Дмитриев В.М., Ганджа Т.В., Зайченко Т.Н.* Методика стратификации и интеграции компьютерной модели сложной технической управляемой системы // *Информатика и системы управления*. 2016. № 4 (50). С. 11–22.

МОДЕЛЬ РОМЕРА

Коновалова А.Г.

ФИЦ ИУРАН

e-mail: anyuta.konovalova99@mail.ru

Аннотация. В данной работе приводится описание двухпериодной модели Ромера (модели обучения в процессе деятельности). Для изучения модели использована непрерывно дифференцируемая производственная функция, которая зависит от специфических для фирмы ресурсов и от совокупного уровня знаний в экономике. Результаты могут найти применение при моделировании экономических процессов.

Ключевые слова: модель Ромера, модель обучения в процессе деятельности, математическое моделирование, задача оптимального управления.

ROMER'S MODEL

Abstract. This paper provides a description of Romer's two-period model (learning-by-doing model). To study the model, a continuously differentiable production function is used, which depends on firm-specific resources and on the total level of knowledge in the economy. The results can be used in modeling economic processes.

Keywords: Romer's model, activity learning model, mathematical modeling, optimal control problem.

Модель Ромера или, как еще ее называют, модель обучения в процессе деятельности – неоклассическая модель экономического роста в условиях совершенной конкуренции. Она была разработана в 1986 году Полом Ромером [1] на основании идей Кеннета Эрроу. В модели рассматривается закрытая экономика. Фирмы максимизируют свою прибыль, а потребители – полезность.

Рассмотрим дискретно-временную модель роста с двумя периодами. Пусть каждый из S идентичных потребителей имеет дважды непрерывно дифференцируемую, строго вогнутую функцию полезности $U(c_1, c_2)$, определенную на основе потребления одного выходного блага в периоды 1 и 2. Пусть каждый потребитель имеет начальный запас выходного блага в период 1. Предположим, что производство потребительских товаров в период 2 является функцией состояния знаний, обозначаемых k , и набора дополнительных факторов, таких как физический капитал, труд и так далее, обозначаемых фиксированным вектором x . Каждый период фирмы принимают решение о производстве и инвестициях в физический капитал и в исследования с учетом текущего уровня технологий, общего для всей экономики. Инвестиции в капитал просто дают этой фирме большие производственные возможности в будущем. Инвестиции в исследования также дают дополнительные возможности этой фирме, но они имеют и положительный внешний эффект – увеличивают суммарный уровень технологий в экономике на следующий период. В следующий период история повторяется, фирмы снова принимают решения об инвестициях и исследовательских разработках, но уже с учетом больших технологических возможностей. И у этого общего уровня технологий уже нет свойства убывающего предельного продукта, поэтому мы получаем устойчивый экономический рост. Чтобы описать эту логику, Ромер создал модель со множественными факторами производства, в которой изобретение нового фактора аналогично изобретению новой технологии [2].

Предположим, что существует технология исследования, которая производит знания из отмененного потребления в период 1. Поскольку новые частные знания могут быть лишь частично сохранены в тайне и не могут быть запатентованы, мы можем представить технологию фирмы i в виде дважды непрерывно дифференцируемой производственной функции F , которая зависит от специфических для фирмы ресурсов k_i и x_i и от совокупного уровня знаний в

экономике. Если N – это число фирм, определим этот совокупный уровень знаний как $K = \sum_{i=1}^N k_i$. Перечислим свойства F .

1. Для любого фиксированного значения K , F является вогнутой функцией от k_i и x_i .
2. F демонстрирует возрастающую отдачу от масштаба, более формально, увеличение объема использованных ресурсов в q раз увеличивает выпуск во столько же раз:

$$F(qk_i, qK, qx_i) > F(qk_i, K, qx_i) = qF(k_i, K, x_i).$$

3. F демонстрирует глобально возрастающую предельную производительность знаний с социальной точки зрения.

Равновесие для двухпериодной модели – это стандартное конкурентное равновесие с внешними эффектами. Каждая фирма максимизирует прибыль, принимая K – совокупный уровень знаний, как данность. В период 1 потребители предоставляют фирмам часть своего запаса товаров и все остальные факторы x . На вырученные средства они покупают товары. На вырученные деньги они покупают товары в период 2. Потребители и фирмы максимизируют, принимая цены как данность. Предположение о том, что агенты рассматривают цены и совокупный уровень K как данность, в этой модели рассматривается как обычное приближение для большого, но конечного числа агентов.

Из-за предполагаемой однородности F в отношении факторов, получающих компенсацию, прибыль фирм будет равна нулю, а масштаб и число фирм будут неопределенными. Следовательно, мы можем упростить обозначения, ограничив внимание равновесием, в котором число фирм, N , равно числу потребителей S . Тогда значения на фирму и на душу населения совпадают.

Пусть \tilde{x} обозначает обеспеченность на душу населения (и на фирму) факторами, которые не могут быть дополнены; пусть \bar{e} обозначает обеспеченность на душу населения товаром на выходе в период 1. Чтобы рассчитать равновесие, определим семейство ограниченных задач максимизации, индексируемых K :

$$P(K): \max_{k \in [0, \bar{e}]} U(c_1, c_2).$$

$$c_1 \leq \bar{e} - k,$$

$$c_2 \leq F(k, K, x),$$

$$x \leq \tilde{x}.$$

Поскольку U строго вогнута, а $F(k, K, x)$ вогнута в k и x для каждого значения K , $P(K)$ будет иметь единственное решение k для каждого значения K . В общем, подразумеваемые значения для c_1 , c_2 , и k не имеют экономического смысла. Если K отличается от Sk , то $F(k, K, x)$ не является выполнимым уровнем потребления на душу населения в период 2. Если мы определим функцию

$\Gamma: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, то K посылает в S в количестве k раз, которое достигает максимума для задачи $P(K^*)$, это предполагает фиксированные точки Γ в качестве кандидатов на равновесие. Чтобы увидеть, что любая неподвижная точка K^* из Γ действительно может являться конкурентным равновесием, заметим, что $P(K^*)$ является вогнутой задачей максимизации с решением $k^* = \frac{K^*}{S}$, $c_1 = \bar{e} - k^*$, и $c_2 = F(k^*, Sk^*, \tilde{x})$. Так как она вогнута, то применимы стандартные необходимые условия для вогнутых задач. Для этого построим Лагранжиан \mathcal{L} с множителями p_1, p_2, w :

$$\mathcal{L} = U(c_1, c_2) + p_1(\bar{e} - k - c_1) + p_2(F(k, K, x) - c_2) + w(\tilde{x} - x).$$

По теореме Куна-Таккера:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial c_1} &= \frac{\partial U(c_1, c_2)}{\partial c_1} - p_1 = 0, \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial c_2} &= \frac{\partial U(c_1, c_2)}{\partial c_2} - p_2 = 0, \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial k} &= -p_1 + p_2 \frac{\partial F(k, K, x)}{\partial k} = 0, \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x} &= p_2 \frac{\partial F(k, K, x)}{\partial x} - w = 0. \end{aligned}$$

Обозначим D_i – частная производная по отношению к i -му аргументу. Тогда получаем, что

$$\begin{aligned} p_j &= D_j U(c_1^*, c_2^*), j = 1, 2, \\ p_1 &= p_2 D_1 F(k^*, Sk^*, \tilde{x}), \\ w &= p_2 D_3 F(k^*, Sk^*, \tilde{x}). \end{aligned}$$

Теневые цены p_j и w могут быть рассмотрены, как равновесные цены. Чтобы убедиться в этом, рассмотрим сначала задачу максимизации фирмы:

$$\max_k p_2 D_1 F(k, Sk^*, x) - p_1 k - w * x.$$

Поскольку фирма принимает как цены, так и совокупный уровень Sk^* как данность, тривиальное применение достаточных условий для вогнутой задачи максимизации показывает, что k^* и x являются оптимальным выбором для фирмы. В силу однородности F относительно его первого и третьего аргументов, при этих значениях прибыль будет равна нулю. Далее рассмотрим проблему потребителя. Доход потребителя будет равен стоимости целевого капитала:

$$I = p_1 \bar{e} + w * \tilde{x} = p_2 F(k^*, Sk^*, \tilde{x}) + p_1 (\bar{e} - k^*).$$

Необходимо решить задачу максимизации функции полезности при использовании необходимых условий $p_j = D_j U(c_1^*, c_2^*), j = 1, 2$ из задачи $P(K^*)$:

$$\max_{c_1, c_2} U(c_1, c_2),$$

при бюджетном ограничении

$$p_1 c_1 + p_2 c_2 \leq I.$$

Для этого строим лагранжиан \mathcal{L} и пользуемся теоремой Куна-Таккера:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} &= U(c_1, c_2) + \lambda(I - p_1 c_1 - p_2 c_2), \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial c_j} &= D_j U(c_1, c_2) - \lambda D_j U(c_1^*, c_2^*) = 0. \end{aligned}$$

При $\lambda = 1$ получаем, что c_1^*, c_2^* являются решением задачи.

Аргументы такого рода могут быть использованы в общем случае для того, чтобы показать, что неподвижная точка отображения Γ , определяемого семейством вогнутых задач $P(K)$, может быть поддержана как конкурентное равновесие с внешними эффектами. Необходимые условия из версии теоремы Куна-Таккера порождают теневые цены, связанные с любым решением $P(K)$. Достаточные условия для проблем потребителя и фирмы могут быть использованы для того, чтобы показать, что количество будет выбрано в равновесии, в котором эти цены принимаются как заданные. И наоборот, аргумент, аналогичный обычному доказательству Парето-оптимальности конкурентного равновесия, может быть использован для доказательства того, что любое конкурентное равновесие с внешними эффектами для такого типа экономики будет удовлетворять условию ограниченной оптимальности, подразумеваемому в задаче $P(K)$. То есть, если K^* является равновесным значением совокупного знания, то $\frac{K^*}{S}$ будет решать задачу $P(K^*)$. Таким образом, равновесия эквивалентны неподвижным точкам функции F .

Список литературы

1. *Romer P. M.* Increasing Returns and Long-Time Growth // *Journal of Political Economy*. 1986. Vol. 94, № 5. P. 1002–1037. doi:10.1086/261420.
2. *Замулин О. А., Сонин К. И.* Экономический рост: Нобелевская премия 2018 года и уроки для России // *Вопросы экономики*. 2019. № 1. С. 11–36.

**СЕКЦИЯ 3. ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.
ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ
И ОБРАЗОВАНИИ**

**ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ**

Сапиев А.З.¹, Доргушаова А.К.²

^{1,2}Майкопский государственный технологический университет

e-mail: ¹sapiev@yandex.ru, ²asdor81@mail.ru

Аннотация: Повсеместное развитие различных “умных технологий”, цифровых приложений и образовательных ресурсов в виде дистанционных онлайн-курсов (МООС) является фактором трансформации глобального образовательного пространства, определяющим способы образования и его организацию. В статье представлен анализ основных тенденций, связанных с цифровой трансформацией высшего образования. Выделены следующие основные моменты: нестандартные стратегии как обязательный элемент образовательной политики университетов, паспорт на образование, как пилотный эксперимент в государственном университете Бойсе, который начинает новый тип отношений между студентом и университетом, сеть в образовании - как новый способ организации социальных структур.

Ключевые слова: университет, высшее образование, цифровая трансформация, международные тенденции, дистанционные онлайн-курсы.

MAIN TRENDS IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF HIGHER EDUCATION

Abstract: The widespread development of various "smart technologies", digital applications and educational resources in the form of distance online courses (MOOCs) is a factor in the transformation of the global educational space, which determines the methods of education and its organization. The article presents an analysis of the main trends associated with the digital transformation of higher education. The following main points are highlighted: non-standard strategies as an obligatory element of the educational policy of universities, a passport for education, as a pilot experiment at Boise State University, which begins a new type of relationship between a student and a university, a network in education - as a new way of organizing social structures.

Key words: university, higher education, digital transformation, international trends, distance online courses.

Развитие «умных технологий», цифровых приложений и образовательных ресурсов в виде дистанционных онлайн-курсов (МООС) является фактором трансформации глобального образовательного пространства, постепенно

меняющим способы образования и его организации. Например, в июне 2019 года на платформе Coursera было зарегистрировано более 33 миллионов студентов, и было представлено более 3 тысяч курсов. Проект Coursera для кампуса [1] был запущен в октябре 2019 года.

Сейчас трудно представить современные университеты без многочисленных почтовых серверов, цифровых платформ и интернет-сайтов, массовая миграция академических курсов в Интернет из-за эпидемии COVID-19 вновь подняла ряд вопросов.

В качестве базовой методологии была использована идея структурного вовлечения университетов в глобальное пространство [2, 3]. Векторы международных тенденций были оценены в соответствии с лучшими с точки зрения актуальности и возможных последствий для университетского образования, и процесса организации образования. Контент-анализ, структурный анализ, обзор литературы выявили наиболее значимые международные тенденции.

Анализ выявил ряд тенденций, которые были четко обозначены в глобальной повестке дня развития университетов и высшего образования.

Тенденция 1. Нестандартные стратегии

Отношение к МООС в академической среде и обществе по-прежнему оценивается разнополярно. Скептики считают, что никаких существенных изменений в образовании не предвидится, в то время как оптимисты, наоборот, считают, что процесс обучения претерпит серьезные преобразования, которые предоставят новые возможности.

Одним из очевидных последствий внедрения МООС стало расширение за пределы кабинета не только вопросов учебного процесса, но и вопросов организации и управления. Нестандартный подход [4] стратегии, спровоцированной обилием цифровых технологий и расширением глобализации в последние годы стал почти обязательным элементом образовательной политики университетов даже в регионах. Конкуренция появляется на глобальном уровне.

Цифровые платформы, включая МООС, предоставляют три возможности, которые рассматриваются как ценности: расстояние, масштаб и персонализация. Именно эти компоненты позволили расширить действие таких платформ далеко за пределы кабинетов, что стало дополнительной возможностью в контексте пандемии COVID-19.

Тенденция 2. Паспорт для получения образования

Стоимость высшего образования стремительно растет во всем мире. Решение этой проблемы предлагается в виде новой схемы зачисления студентов – паспорт на образование. Университет штата Бойсе запустил пилотную версию модели обучения на основе подписки. Паспорт на обучение стоит 425 долларов США в месяц за шесть кредитных единиц или 525 долларов США за девять в любой из двух онлайн-программ бакалавриата. Это на 30% дешевле, чем обучение

по очной форме. Это что-то вроде подписки на онлайн-платформы, такие как Amediateka, Netflix и т.д. За ежемесячную плату студенты могут выбрать свои собственные курсы для посещения и рассчитывать на долгосрочный доступ к консультациям и профессиональной помощи. Технологический институт Джорджии также рассматривает модель "Паспорт для образования" для практического использования. Это позволит студентам снизить расходы на образование и выбрать более интересные их курсы.

Тенденция 3. Сетевое образование

Термин «сетевое общество» был введен в академическое употребление Яном ван Дейком [5], а позже Мануэль Кастельс [6] разработал концепцию. Сетевая организация как новый способ организации социальных структур в условиях виртуального сосуществования распространяется на все сферы и уровни человеческой жизни. Происходит плавный переход от вертикальной структуры. Образование не является исключением. Цифровые технологии как инструмент и глобализация как платформа для взаимодействия субъектов могут повысить уровень мобильности и вовлеченности в различные процессы. Образовательные программы становятся все более популярными. Например, в 2016 году шесть университетов из разных стран заключили соглашение о приеме кредитов студентам, которые прошел курс в рамках МООС в университете-партнере. Заключили соглашение:

1. Технологический университет Делфта (Нидерланды),
2. Федеральная политехническая школа Лозанны (Швейцария),
3. Австралийский национальный университет и Университет Квинсленда (Австралия),
4. Университет Британской Колумбии (Канада)
5. Бостонский университет (США).

Это первый шаг в формировании нормативного пространства, которое позволит студенту свободно перемещаться с одной платформы на другую.

Тенденция 4. Смешанное обучение

Смешанное обучение (иногда используется термин “гибридное обучение”) – это образовательный подход, который сочетает обучение с преподавателем (очное) и онлайн-обучение. Смешанное обучение включает в себя элементы самостоятельного контроля студентом образовательного маршрута, времени, места и темпа обучения, а также интеграцию опыта обучения с преподавателем в режиме онлайн. Существует шесть основных моделей смешанного обучения:

лицом к лицу (когда преподаватель ведет обучение и дополняет его цифровыми инструментами);

ротация (учащиеся проходят цикл по расписанию независимого онлайн-обучения и очного аудиторного времени);

гибкий график (большая часть учебная программа предоставляется с помощью цифровой платформы, и преподаватели доступны для личной консультации и поддержки);

лаборатории (весь учебный процесс регулируется с помощью цифровой, но в целостном физическом местоположении);

смешанном (студенты выбирают, чтобы совместить свое традиционное обучение с онлайн работой);

онлайн (весь учебный план регулируется с помощью цифровой платформы и встречи предоставляются, если необходимы) [7].

В академическом сообществе продолжаются дебаты о педагогической целесообразности перехода на МООС и онлайн-обучение. Мы не должны забывать, что онлайн-обучение гораздо шире по контексту: это видеоконференции, технологии виртуальной реальности, чат-боты, цифровые приложения и другие инструменты. Учителя чаще сталкиваются с такими проблемами, как психологический барьер, отсутствие или недостаточная институциональная поддержка, потребность в большом количестве времени для онлайн-курсов и отсутствие электронных инструментов.

Также нет подтверждения статистически значимых различий в результатах обучения, выраженные в стандартных оценках, между учащимися, обучающимися в традиционных классах, и учащимися, обучающимися в гибридных онлайн-классах.

Результат подтверждается не только в разных университетах, но и в различных студенческих группах [8]. Как показывают исследования, единственное различие заключается в регионе, в котором студент родился и учится – существуют очевидные различия между информационными и коммуникативными навыками студентов от региона к региону [9].

Существует также необходимость в регулярной технической поддержке и обновления ресурсов, поскольку такое обучение сильно зависит от университетской инфраструктуры. Конечно же, есть виды студенческой деятельности, которые трудно или почти невозможно перенести в онлайн курсы: техника рисования, техника моделирования, исполнительская техника (пение, актерское мастерство, игра на инструменте, балет и т.д.), технология производства (особенно ручной труд), физические упражнения, творческие задания, ролевые игры, различные тренинги. Это всего лишь несколько примеров, которые не подходят для онлайн занятий. Однако следует отметить, что это не означает исключить академические дисциплины, поскольку в рамках академической дисциплины могут быть различные виды деятельности. Например, на занятиях по физическому воспитанию может быть предоставлено введение в основные принципы теории физиологии человека (может быть онлайн), а на практических занятиях - обучение (не может быть онлайн).

Положительное влияние проанализированных тенденций заключается в том, что высшее образование может стать еще более распространенным, охватывая значительную часть людей, в том числе более возрастных.

Открытость и прозрачность - девиз новых правил игры для университетской системы. Это укрепит их авторитет, повысит уровень культуры, создаст возможности для экспериментов и инноваций, которые могут улучшить качество жизни людей. Образование, безусловно, станет более персонализированным, ориентированным на потребности и личные возможности человека. Это сформирует основу для более целенаправленного взаимодействия между рынком труда, университетом и выпускниками, что позволяет организационно обеспечить сочетание потребностей в квалификациях, возможностей их формирования и реализации. Вероятно, это станет одним из импульсов для создания системы социальной меритократии. Также важно, что потенциал цифровых технологий также содержит очевидные механизмы сдерживания роста цен на высшее образование.

Негативное влияние этих тенденций в первую очередь будет заключаться в новых масштабных рисках, одним из которых станут различные виды психических расстройств. Это связано с тем, что человеческая психика заметно отстает в скорости адаптации к новой реальности от скорости развития и распространения цифровых технологий. В дальнейшем этот разрыв будет только увеличиваться. Также очевидно, что массовое образование может быть суррогатом: действительно ценные знания и передовые технологии могут стать частью элитного высшего образования, доступного для меньшей части населения, что усилит процессы социальной поляризации. Фрагментированные курсы также могут вызвать проблему дисгармонии в мировоззрении человека, превращая его в заложника повседневной жизни и рутинных практик.

Проблема социальных контактов, сопереживания и живого общения в условиях тотального присутствия искусственного интеллекта станет существенной проблемой для будущих поколений. Целенаправленное взаимодействие между рынком труда, университетом и студентом может привести к тому, что студенты почувствуют собственную бесполезность и ограниченность, поскольку предопределенность набора более успешных студентов спровоцирует апатию.

Список литературы

1. *Kennedy K.* Coursera launches Coursera for Campus, The PIE news. October, 2019. <https://thepienews.com/news/coursera-launch-courseracampus/>
2. *Marginson S.* The World-Class Multiversity: Global commonalities and national characteristics, *Frontiers of Education in China*, vol. 12 (2017) 233-260. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11516-017-0018-1>

3. *Marginson S.* The Global Construction of Higher Education Reform, The Handbook of Global Education Polic, Hoboken: John Wiley & Sons, 2016, pp. 291-311. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118468005.ch16>

4. *Christensen C., Johnson C., Horn M.* Disrupting Class, Expanded Edition: How Disruptive Innovation Will Change the Way the World Learns, New York: McGraw-Hill Education, 2010, 273 p.

5. *Dijk J.* The Network Society. Social Aspects of New Media. London: SAGE, 2006, 292 p.

6. *Castells M.* The Rise of the Network Society. Malden: Blackwell, 1996, 556 p.

7. *Friesen N.* Report: Defining blended learning. Aug, 2012. https://www.normfriesen.info/papers/Defining_Blended_Learning_NF.pdf

8. *Bowen W.* Higher Education in the Digital Age: Updated Edition (The William G. Bowen Series). Princeton: Princeton University Press, 2015, 232 p.

9. *Gameel B., Wilkins K.* When it comes to MOOCs, where you are from makes a difference // Computers & Education. 2019. V. 136. P. 49–60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.014>

ДИНАМИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЗАПРОСОВ НА ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Мамедли Р.Э.

Нижневартровский государственный университет

e-mail: prog-nv@mail.ru

Аннотация. Оптимизация запросов является одним из наиболее актуальных проблемой реализации территориально распределенных баз данных. Представленная работа посвящена изучению вопроса, связанного с алгоритмом оптимизации запросов в распределенных БД. Автором применяются эмпирические и теоретические методы исследования. В работе используются научные материалы отечественного и зарубежного авторства.

Ключевые слова: распределенные базы данных, оптимизация запросов, распределенная обработка запросов, широковещательные сети, SQL.

DYNAMIC OPTIMIZATION OF DISTRIBUTED QUERIES ON BROADCAST NETWORKS

Annotation. Query optimization is one of the most relevant problem in the implementation of geographically distributed databases. The presented work is devoted to the study of the issue related to the query optimization algorithm in distributed databases. The author uses empirical and theoretical research methods. The work uses scientific materials of domestic and foreign authorship.

Keywords: distributed databases, query optimization; distributed query processing, broadcast networks, SQL.

Распределенная база данных – это несколько логически взаимосвязанных баз данных, которые расположены в узлах распределенной вычислительной системы [1]. Структура распределенной БД определяет оптимальную стратегию размещения фрагментов БД для обеспечения целостности, безопасности и производительности. Стратегия распределения определяет, как разделить БД и где хранить каждый фрагмент [2]. Узлы распределенной системы могут быть с разными конфигурациями. Связи между ними тоже могут быть различными. Доступа к данным и управление ими требует особого внимания со стороны распределенной СУБД [3–7].

Когда отношения или их части хранятся в разных узлах, для получения ответов на запросы, требуется выполнять операции соединения или объединения.

В территориально распределенных системах характерны большие задержки при передаче сообщений и более высокая частота ошибок. Современные распределенные системы управления базами данных скрывают низкоуровневые детали физической организации данных. Но когда производительность становится критически важной, обработка запросов привлекает много внимания. В распределенных системах оптимизация запросов намного труднее из-за большого количества факторов, влияющих на производительность. Запросы к фрагментированным отношениям, реплицированным базам данных увеличивают затраты на передачу данных. Количество узлов тоже влияет на время получения ответа.

При оптимизации запросов перед пользователями стоят две основные цели: уменьшение времени передачи данных и уменьшение времени ответа. Большинство алгоритмов оптимизации игнорируют затраты на передачу данных целевому узлу. В данной статье будем принимать во внимание фрагментацию. Для наглядности рассмотрим только горизонтальную фрагментацию.

Рассмотрим распределенную базы данных университета НВГУ, где данные студентов находятся в разных корпусах (узлах). Предположим, что данные содержатся в отношениях СТУДЕНТ, ДИСЦИПЛИНА и ЭКЗАМЕН и фрагментированы как показано ниже:

Узел 1	Узел 2
СТУДЕНТ1	СТУДЕНТ2
ДИСЦИПЛИНА	ЭКЗАМЕН

Необходимо получить список студентов, допущенных к экзамену по дисциплине СУБД. Для не распределенных систем на языке SQL данный запрос выглядел бы так:

```
SELECT СТУДЕНТ.СТФИО
FROM СТУДЕНТ
INNER JOIN ЭКЗАМЕН ON СТУДЕНТ.СТКОД = ЭКЗАМЕН.СТКОД
```

```
INNER JOIN ДИСЦИПЛИНА ON ДИСЦИПЛИНА.ДСКОД = ЭКЗАМЕН.ДСКОД
WHERE ДИСЦИПЛИНА.ДСНАЗВ='СУБД'
```

Листинг 1. Локальный SQL-запрос

В распределенной системе для выполнения данного запроса необходимо учитывать размер данных в отношениях и выбрать одну из следующих стратегий:

1. Переместить СТУДЕНТ2 и ЭКЗАМЕН на узел 1 и выполнить запрос (СТУДЕНТ2 ⋈ ЭКЗАМЕН ⋈ ДИСЦИПЛИНА);
2. Выполнить запрос (СТУДЕНТ2 ⋈ ЭКЗАМЕН), переместить (СТУДЕНТ2 ⋈ ЭКЗАМЕН) и ЭКЗАМЕН на узел 1.

Для правильного выбора необходимо оценить размер промежуточных результатов. Если $size(СТУДЕНТ_2 \bowtie ЭКЗАМЕН) > size(СТУДЕНТ_2)$, то стратегия 1 предпочтительнее стратегии 2.

Для решения данной задачи необходимо решить проблему оптимизации, правильно выбрать фрагменты для перемещения и узлы, в которых будет осуществляться обработка. Для запроса с n -отношениями фрагменты $n-1$ отношений предстоит переместить в узел, где находится оставшееся отношение, и реплицировать. Для параллельного выполнения можно разбить отношения на k фрагментов. На выбор нужных фрагментов и узлов влияет еще и топология сети. В ширококвещательных сетях репликация выполняется легче, чем в сетях с двухточечным соединением. Количество промежуточных узлов тоже необходимо учитывать, так как при увеличении количества узлов уменьшается время ответа из-за параллельной обработки, но возрастает полное время из-за увеличения затрат на передачу данных.

Таким образом, для минимизации времени передачи данных и времени обработки необходимо учитывать местоположение фрагментов, их размеры и тип сети.

Рассмотрим правила минимизации времени передачи данных. Допустим, в сети M узлов и в запросе участвует N отношений. R_i^j обозначает фрагмент i отношения R , хранящийся в узле j . Время передачи b байтов на k ($1 \leq k \leq m$) узлов обозначена $T(b)$. На ширококвещательных сетях:

$$T_k(b) = T_1(b)$$

Тогда правило можно сформулировать в виде:

ЕСЛИ $\max_{j=1,m} (\sum_{i=1}^n size(R_i^j)) > \max_{i=1,n} (size(R_i))$ **ТОГДА**

обрабатывающим будет узел j с наибольшим объемом данных

ИНАЧЕ

R_p наибольшее отношение **and** узел R_p является обрабатывающим

Листинг 2. Правило определение узла-процессора

Если в одном узле данных, необходимых для запроса, больше, чем размер максимального отношения, тогда этот узел должен быть обрабатывающим. В обратном случае размер одного отношения больше, чем суммарный объем данных

для запроса в одном узле. Тогда такое отношение должно быть выбрано в качестве R_p , а узлы содержащие его фрагменты, будут обрабатывающими.

Допустим, что узлы упорядочены по убыванию данных для запроса:

$$\sum_{i=1}^n \text{size}(R_i^j) > \sum_{i=1}^n \text{size}(R_i^{j+1}),$$

тогда количество обрабатывающих узлов k определяется так:

ЕСЛИ $\sum_{i \neq p} (\text{size}(R_i) - \text{size}(R_i^1)) > \text{size}(R_p^1)$ **ТОГДА**

$$k = 1$$

ИНАЧЕ

$$k - \text{наибольшее } j \text{ такое, что } \sum_{i \neq p} (\text{size}(R_i) - \text{size}(R_i^j)) \leq \text{size}(R_p^j)$$

Листинг 3. Правило определение количество обрабатывающих узлов

Если объем данных, который должен получить узел в качестве процессора, меньше чем объем данных, который он должен отправить без обработки, тогда такой узел выбирается в качестве процессора запроса. В части ИНАЧЕ предполагается, что в узле 1 хранится фрагмент R_p .

Данный динамический алгоритм оптимизации запроса характеризуется ограниченным поиском в пространстве решений – решение об оптимизации принимается на каждом шаге без оглядки на его последствия для глобальной оптимизации. Однако алгоритм способен исправить локальное решение, оказавшееся неправильным.

В данной статье рассмотрен динамический подход оптимизации запросов в распределенных СУБД. Сначала сформулирована задача распределенной обработки запросов. Основное предположение состоит в том, что входной запрос выражен на языке реляционной алгебры. Сложность задачи пропорциональна выразительной способности языка запросов и его способности к абстрагированию. Проблема решается с помощью динамического подхода, когда оптимизатор запросов взаимодействует с исполняющей средой на этапе выполнения, чтобы своевременно реагировать на непредвиденные изменения условий.

Список литературы

1. Tamer M. Özsu, Patrick Valduriez. Principles of Distributed Database Systems. Springer Science+Business Media, LLC 2011.
2. Мамедли Р.Э. Системы управления базами данных. – Нижневартовск: Издво Нижневартовского государственного университета, 2021.
3. Carlos Coronel, Steven Morris. Database Systems: Design, Implementation, and Management. Cengage Learning, Inc, 2019.
4. Грофф Дж., Вайнберг П., Оппель Э. SQL: Полное руководство / Пер. с англ. 3-е изд. М.: Вильямс. 2015.
5. Fagin R. The Decomposition Versus Synthetic Approach to Relational Database Design // Proceedings of the 3rd International Conference on Very Large Data Bases. Vol. 3. VLDB Endowment, 1977. Pp. 441–446. (VLDB '77).

6. *Kossmann D., Stocker K.* Iterative Dynamic Programming: A New Class of Query Optimization Algorithms // ACM Trans. Database Syst. 2000. Vol. 25, no. 1. Pp. 43–82. DOI: <https://doi.org/10.1145/352958.352982>.

7. *Мейер М.* Теория реляционных баз данных. М.: Мир, 1987.

ОСОБЕННОСТИ АПРОБАЦИИ И ВЕРИФИКАЦИИ МОДУЛЕЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ГИБРИДНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Петров А.А.¹, Дружинина О.В.², Масина О.Н.³

^{1,2,3}Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина

*² Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук*

e-mail: ¹xeal91@yandex.ru, ²ovdruzh@mail.ru, ³olga121@inbox.ru

Аннотация. В работе рассмотрены особенности апробации и верификации специализированного программного комплекса гибридной обучающей среды. Изучены вопросы построения пространства знаний, хранения и обработки знаний, представления структуры знаний в формальной форме. Предложена структура гибридной интеллектуальной обучающей среды, рассмотрены аспекты интеграции программных модулей в единую информационную систему.

Ключевые слова: гибридная интеллектуальная обучающая среда, программный комплекс, искусственные нейронные сети.

ASPECTS OF APPROBATION AND VERIFICATION OF MODULES OF A SPECIALIZED SOFTWARE PACKAGE FOR HYBRID INTELLIGENT LEARNING ENVIRONMENT

Abstract. The paper considers the features of testing and verification of a hybrid learning environment specialized software package. The issues of building a knowledge space, storing and processing knowledge, and presenting the structure of knowledge in a formal form are studied. The structure of a hybrid intelligent learning environment is proposed, aspects of the integration of software modules into a single information system are considered.

Keywords: hybrid intelligent learning environment, software package, artificial neural networks.

***Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках
научного проекта № 19-29-14009.***

В настоящей работе изучены вопросы апробации и верификации программного комплекса в рамках создания гибридной интеллектуальной обучающей среды (ГИОС) по математическим дисциплинам в системе среднего

образования. Предложены методы компьютерного моделирования педагогического процесса. Изучены аспекты хранения, обработки и структуризации знаний для реализации систем интеллектуальной поддержки для изучения математических дисциплин. Для проведения компьютерных экспериментов предлагаются обобщенные модели «ученик – учитель – ГИОС», модель поэтапного усвоения знаний, модель обучения на основе искусственной нейронной сети. Апробированы элементы методики оценивания знаний с применением машинного обучения. Рассмотрены вопросы применения модифицированных алгоритмов стохастической оптимизации при обучении нейросетевых моделей (в частности, модифицированных алгоритмов стохастического поиска и роевой оптимизации).

Разрабатываемый специализированный программный комплекс [1, 2] для реализации гибридной интеллектуальной обучающей среды имеет обобщенную структуру, представленную на рис. 1.

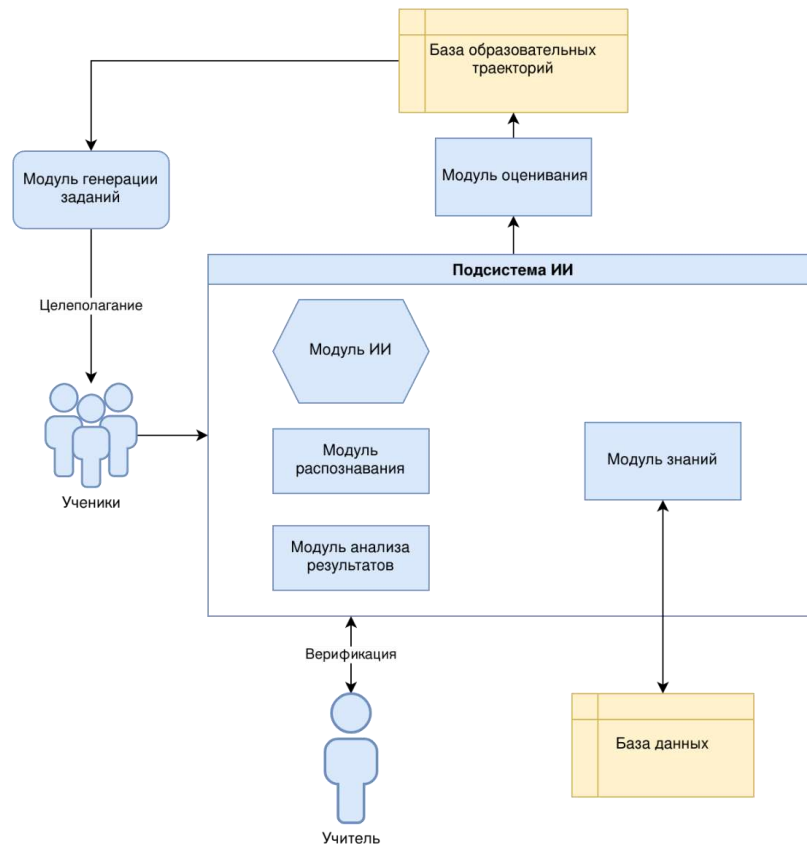


Рис. 1. Обобщенная структура ГИОС

Основу информационного обеспечения программного комплекса составляет модуль знаний, который представляет собой систему логического вывода, предназначенную для формирования особым образом структурированных учебных материалов (дидактического обеспечения, критериев оценки, заданий для

контрольных работ) на основе необработанной информации, хранящейся в базе данных.

Процесс обработки данных подразделяется на несколько процедур, каждая из которых выполняется соответствующим модулем. Модуль распознавания извлекает количественные данные о тестировании из полученных результатов первичной обработки (скан-копий результатов тестирования). Модуль анализа данных извлекает метаданные, решает задачи понижения размерности и подготовки данных к визуализации, производит нормирование и препроцессинг. Модуль искусственного интеллекта решает задачу получения новых знаний, которые используются для наполнения базы знаний для программного комплекса. Структура базы знаний имеет вид взвешенной продукционной модели, которая состоит из множества правил «ЕСЛИ – ТО».

Для разработки специализированного программного комплекса используются различные программные средства. В частности, для реализации нейросетевых алгоритмов и машинного обучения используются языки Python 3 (Scipy, matplotlib) и Julia [3–5]. Важными преимуществами применяемых программных средств является высокая скорость разработки программного обеспечения. Для обработки и анализа данных используются различные алгоритмы искусственного интеллекта, включая алгоритмы машинного обучения, алгоритмы искусственных нейронных сетей, алгоритмы оптического распознавания текстов, алгоритмы кластеризации, алгоритмы глобальной параметрической оптимизации.

Процесс сбора данных заключается в проведении контрольных работ для обучающихся с применением специального опросника. Указанный опросник содержит от 3 до 5 блоков заданий. Базовый опросник состоит из заданий трех уровней («ученический», «типовой», «эвристический»), сгруппированных в блоки вопросов [6]. Подразумевается, что существует алгоритм количественной оценки ответа по любому из блоков. В рамках работы базовый опросник может расширяться двумя типами блоков: контрольным блоком (контроль) или творческим блоком. Контрольный блок предназначен для оценки дополнительных метрик качества педагогического процесса (в частности, данный блок может применяться при реализации дистанционного обучения). Творческий блок представляет собой дополнительный блок нестандартных заданий, которые направлены на выявление исследовательского потенциала обучающихся. Следует отметить, что оценка результатов творческого блока производится учителем.

Верификация и апробация программного комплекса проводится на основе эмпирических данных о проведении контрольных работ (в соответствии с определенным методом экспертных оценок при составлении вопросов и оценивании результатов). Кроме того, возможна первичная и промежуточная верификация с применением математических моделей педагогического процесса, некоторые из которых приведены, в [7] и других работах.

Результаты работы могут найти применение при разработке систем интеллектуальной поддержки педагогического процесса по математическим дисциплинам.

Список литературы

1. Дружинина О.В., Карпачёва И.А., Масина О.Н., Петров А.А. Разработка инструментально-методического обеспечения для оценивания знаний учащихся по математике в рамках гибридной интеллектуальной обучающей среды // Психология образования в поликультурном пространстве. 2021. № 2 (54). С. 48-65.
2. Дружинина О. В., Игонина Е. В., Масина О. Н., Петров А. А. Аспекты использования технологий прототипирования и искусственного интеллекта в рамках цифровой трансформации образовательного процесса // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2020. Том 16. No 1. С. 50–63.
3. Tate B., Daoud F., Moffitt J., Dees I. Seven More Languages in Seven Weeks. Languages That Are Shaping the Future. The Pragmatic Bookshelf, 2015.
4. Storn R., Price K. Differential evolution – a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces // Journal of Global Optimization. 1997. V. 11. P. 341–359.
5. McKinney W. Python for Data Analysis, 2e: Data Wrangling with Pandas, Numpy, and Ipython. Boston: O'Reilly, 2017.
6. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989. 192 с.
7. Druzhinina O.V., Masina O.N., Petrov A.A. Shcherbatykh S. V. Application of intelligent technologies and neural network modeling methods in the development of a hybrid learning environment // Journal of Physics: Conference Series 1691. 2020. 012125.

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СОВРЕМЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Климова Т.Ф.

Российский университет транспорта

e-mail: klimova_tf@mail.ru

Аннотация. В статье представлена модель формирования компетенций современного специалиста транспортной отрасли. Указанная модель разработана для анализа обучения студентов Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта. Используемые образовательные технологии создают учебные ситуации, в которых компетенции будущего специалиста постепенно формируются, развиваются, корректируются и оцениваются.

Ключевые слова: компетенции, транспортная отрасль, физическое образование, высшее образование.

MODEL OF FORMATION OF COMPETENCES OF A MODERN SPECIALIST IN THE TRANSPORT INDUSTRY

Abstract. The article presents a model for the formation of competencies of a modern specialist in the transport industry. This model was developed to analyze the training of students of the Russian Open Academy of Transport of the Russian University of Transport. The educational technologies used create learning situations in which the competencies of the future specialist are gradually formed, developed, adjusted and evaluated.

Keywords: competencies, transport industry, physical education, higher education.

Модернизация высшего образования привела к смене образовательной парадигмы в подготовке специалистов и необходимости формирования компетенций будущих специалистов. Фундаментальная подготовка студентов к осуществлению профессиональной деятельности специалистов транспортной отрасли может быть реализована в условиях профессиональной направленности обучения. Физика представляет собой фундамент для дисциплин технического направления. Образованность в области физики становится неотъемлемой частью общекультурного личностного развития человека, при этом должно быть сформировано и образовательное пространство. Физическое познание преобразуется в диалог наук и культур через имитационную игру, стимулирующую творческое воображение. В соответствии с этим меняется методология построения курса физики. Технологии обучения должны моделировать естественные условия проникновения физики в жизненные сферы студента, изменяются и функции преподавателя. Ведущими принципами обучения физике в техническом вузе являются принципы фундаментальности, профессиональной направленности и информатизации (рис. 1). Физика в этом контексте должна способствовать выработке правильного отношения к окружающему миру и оказывает влияние на формирование активной жизненной позиции.

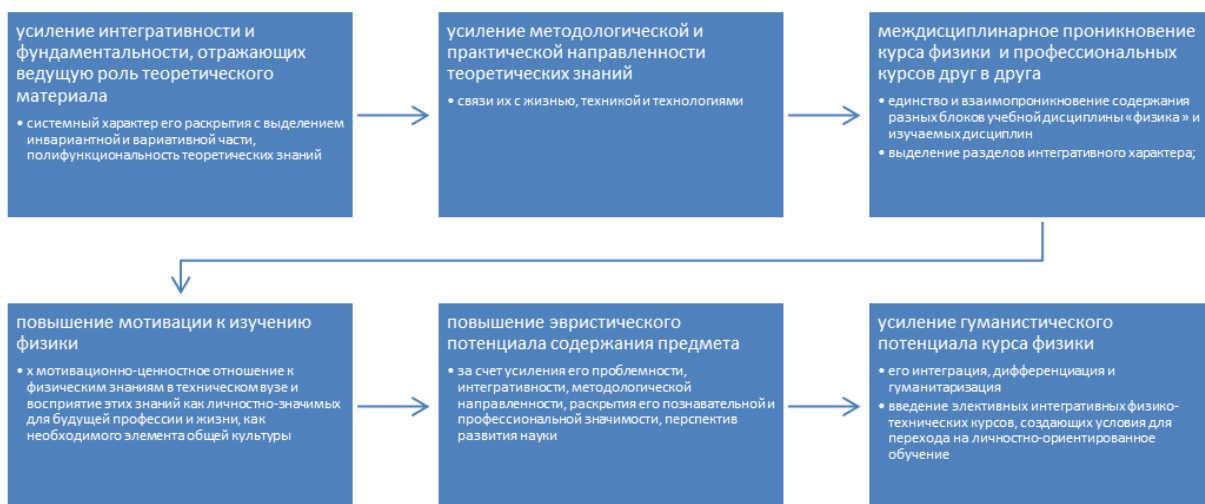


Рис. 1. Методологические подходы в курсе физики

Мы живем в период, когда объем научно-технической информации постоянно увеличивается. Наши студенты активные пользователи Интернета, в силу этого меняется поведение и образ мышления. Студенты Российской открытой академии транспорта (РОАТ) работают на предприятиях железнодорожного транспорта и в метрополитене, приезжают на сессии из разных регионов страны. При обучении студент должен приобрести умение решать реальные жизненные проблемы и самостоятельно работать с информацией.



Рис. 2. Характеристика занятий

Физика изучается на первом и втором курсе всех технических специальностей РОАТ ФГАОУ ВО Российского университета транспорта. Мы используем интегративно-модульный подход, который предполагает внутри и межпредметную интеграцию содержания. Контактная работа со студентами ориентирована на формирование компетенций, формируемым на занятиях (рис. 2). Информационно-коммуникационная среда РОАТ обеспечивает доставку студентам основного объема изучаемого материала, интерактивное взаимодействие студентов и преподавателя; предоставление возможности самостоятельной работы по усвоению изучаемого материала, оценку знаний и навыков, полученных ими в процессе обучения. Вовлекая студентов в познавательный процесс, надо развивать еще и критическое мышление. Интерактивные и активные методы обеспечивают формирование и развитие познавательных интересов и способностей, творческого мышления. Разработана система физического эксперимента, представляющая совокупность лабораторных работ, методического обеспечения их проведения, творческих индивидуальных заданий.

Роль преподавателя меняется, он выступает в роли помощника, консультанта, стимулирующего активность, инициативу и самостоятельность студента. Используемые образовательные технологии создают учебные ситуации, в которых компетенции будущего специалиста постепенно формируются, развиваются, корректируются и оцениваются.

Список литературы

1. *Климова Т. Ф., Климова Д. В.* Реализация компетентного подхода в курсе физики в техническом вузе // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта: межвузовский сборник научных трудов. – Москва: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», 2021. С. 322–331.

2. *Климова Т. Ф.* Процесс познания в естественных науках // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта: Межвузовский сборник научных трудов. М.: Российский университет транспорта, 2021. С. 390–399.

3. *Климова Т. Ф., Климова Д. В.* Активизация познавательной деятельности студентов технических специальностей при изучении физико-математических дисциплин // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития: материалы V Международной научно-методической конференции, Москва, 04–07 марта 2019 года. М.: Московский педагогический государственный университет, 2020. С. 156–161.

4. *Климова Т. Ф.* Методическая система обучения физике в техническом вузе // Современные проблемы железнодорожного транспорта: сборник трудов по результатам международной интернет-конференции, Москва, 07 апреля 2020 г. / Под общей редакцией К.А. Сергеева. М.: Российский университет транспорта, 2020. С. 322–327.

ИНТЕЛЛЕКТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ С ДИНАМИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИЕЙ КВАЛИМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Дворяткина С.Н.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: sobdvor@yelets.lipetsk.ru

Аннотация. Автоматизированная обработка функций обучения в образовательных системах требует наличие четко сформулированной модели обучаемого (МО). В статье описаны принципы построения МО и адаптивная основа для организации учебно-исследовательской деятельности в гибридной интеллектуальной среде. Показываем, как

можно сформулировать качественную оверлейную МО, чтобы она соответствовала требованиям общих диагностических механизмов. Представлен набор персонализированных параметров исследовательского потенциала обучаемых, которые динамически влияют на формирование связей взаимодействия в комплексной иерархии агрегированных моделей. Результатом является хорошо структурированная нечеткая оверлейная модель, которая позволяет диагностировать учебно-исследовательский потенциал учащегося.

Ключевые слова: модель обучаемого, управление учебно-исследовательской деятельностью, квалиметрические характеристики.

INTELLIGENT SIMULATION OF PERSONALIZED MATHEMATICS LEARNING WITH DYNAMIC CLASSIFICATION OF QUALIMETRIC CHARACTERISTICS

Abstract. Automated processing of learning functions in educational systems requires a well-defined learner model. The article describes the principles of building a student model and an adaptive basis for organizing educational and research activities in a hybrid intellectual environment. We show how it is possible to formulate a qualitative overlay model of a student so that it meets the requirements of general diagnostic mechanisms. A set of personalized parameters of the students' research potential is presented, which dynamically influence the formation of interaction links in a complex hierarchy of aggregated models. The result is a well-structured fuzzy overlay model that allows diagnosing a student's learning and research potential.

Keywords: student model, management of educational and research activities, qualimetric characteristics.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14009.

Последние несколько десятилетий технологический прогресс сыграл ключевую роль в развитии современной системы образования. Доступ к информации стал проще благодаря доступности информационной телекоммуникативной сети Интернет. Только за последние 10 лет процентная доля образовательных организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет, увеличилась с 56,7 по РФ до 86,6, в том числе, Липецкая область находится в числе его активных пользователей (в 2019 году оснащенность составляла 91%, уступая Москве, Белгородской области, Владимирской и Тамбовской областям небольшие доли процентов). Данный процесс свидетельствует об эффективном развитии цифровой инфраструктуры образования, цифровых учебно-методических материалов, разработке и распространении новых моделей и современных технологий организации учебной работы. Особенно актуальна цифровая трансформация для системы математического образования.

Современное математическое программное обеспечение, мобильные обучающие приложения, цифровые инструменты и платформы не только помогли визуализировать абстрактные математические понятия и обобщенные конструкты сложного знания, но и повысить учебную мотивацию. Существующие зарубежные электронные платформы (Google classroom, Canvas Classroom), отечественные интерактивные образовательные ресурсы (Uchi.ru; Yaklass.ru; Infourok.ru; Resh.edu.ru, МЭШ) и платформы для поддержки персонализированной организации образовательного процесса (Cortex, Buzz, Personalized Learning Platform) уже доказали свою эффективность в практике обучения математике [9].

Преимущество таких цифровых инструментов и сервисов состоит в персонализированном подходе к обучению, ориентированному на ученика с учетом их индивидуальных особенностей. Будущее образование означает индивидуальность плюс интеллект. Персонализация обучения означает создание и внедрение учебных программ с индивидуальным набором сценариев, модулей, ориентированных на конкретных учащихся в соответствии с их личными потребностями и целями обучения. В персонализированном обучении, прежде всего, должны быть реализованы интегрированные профили (модели) обучаемых, основанные, например, на стилях обучения, когнитивных особенностях и других личных характеристиках. Моделирование деятельности обучаемых является неотъемлемым компонентом интеллектуальных систем обучения (ИСО) с момента их создания. Основная цель состояла в том, чтобы проанализировать действия учащихся и предоставить индивидуальные рекомендации по их коррекции, помочь им улучшить свое обучение и решение проблем, а также персонализировать содержание обучения и последовательность учебных программ в интеллектуальных наставниках, адаптивных гипермедиа и рекомендательных системах.

В зависимости от целевых установок процесса обучения и функциональных возможностей программируемой среды обучения, моделируемые аспекты деятельности обучаемого могут различаться.

МО является ключевым элементом в программно-реализуемой гибридной интеллектуальной среде организации учебной и исследовательской деятельности обучаемых, ориентирована на представление ИОС знаний о состоянии (свойствах) обучаемого и способная моделировать происходящие изменения в результате выполнения определенного вида деятельности. Большинство ИОС основаны на моделировании и симуляции учебных сред путем отслеживания действий обучаемых в системе и влияния этих действий на свойства создаваемого решения с целью установления индивидуализированной обратной связи, адаптируемой к продемонстрированным учащимся знаниям и навыкам.

Процесс сопровождения учебно-исследовательской деятельности обучаемого строится на той или иной МО. Спецификация модели определяется типом данных (уровень знаний, психологические характеристики, стиль обучения и др.),

выбором способа формирования общего представления о результатах учебно-исследовательской деятельности, выбором стратегии обучения.

МО можно классифицировать на два типа – скалярная и оверлейная. Первый тип модели представляют определенный набор величин, характеризующих состояние знаний обучаемого с помощью интегральной характеристики. Скаляр задается одним числом по бальной шкале [1].

Оверлейная модель показывает соответствие знаний и умений обучаемого элементам знаний и умениям соответствующим компонентам предметной модели, то есть оверлейная модель представляет собой подмножеством знаний эксперта. Степень освоения знаний может быть оценена по номинативной шкале, процентными значениями, в терминах вероятностной или нечеткой логики [2]. Примером построения основы нечеткой оверлейной модели может служить модель [4], в которой каждому из уровней модели предметной области соответствует уровень модели знаний учащегося:

$$DUS = \{(du, \mu_{DUS}(due)) | due \in DUE\},$$

где DUS – нечеткое множество дидактических единиц модели знаний учащегося; DUE – множество дидактических единиц модели предметной области; due – элементы множества DUE ; $\mu_{DUS}(due)$ – функция принадлежности. Функция принадлежности может быть рассчитана по формуле: $\mu_{DUS}(due) = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{n}$, где i – номер задания (вопроса теста), соответствующего дидактической единице, q_i – результат выполнения задания по дихотомической шкале, n – число вопросов или заданий. Равенства функции принадлежности 1 свидетельствует о полной принадлежности элемента due к нечеткому множеству DUS ; при $\mu_{DUS}(due) = 0$, – отсутствие принадлежности; при $0 < \mu_{DUS}(due) < 1$ – частичная принадлежность (не полное усвоение знаний).

Вопросы дидактической адаптации учебного материала к уровню знаний обучаемого и персонализации учебного процесса связаны как с построением МО на основе имеющихся и недостающих знаний, так и посредством выявления эмоциональных и когнитивных состояний, аффективных состояний, личностных характеристик, динамики обучения и стилей обучения. Однако проектирование ИОС на основе модели стилей обучения Р. Фелдера и Л. Сильверман признано международным сообществом доминирующим для электронного обучения. Индекс стилей обучения используется для классификации обучающихся в соответствии со стилевыми параметрами в зависимости от способа получения и обработки информации:

- 1-ый уровень по типу информации – сенсорный или интуитивный;
- 2-ой уровень по сенсорному каналу восприятия информации – визуальный или Вербальный;
- 3-ий уровень по способу обработки информации – активный или рефлексивный;

– 4-ый уровень по способу пониманию информации – последовательный (аналитичность) или глобальный (синтетичность).

При адаптации к стилям обучения в ИОС возникает два основных вопроса: как будут моделироваться стили обучения? Как учащиеся будут адаптировать свое обучение на основе оценки системой индивидуальных стилей?

Существующие ИОС обычно фиксируют стили обучения с помощью предварительного анкетирования обучаемых или путем комплексного анализа поведения обучаемого. Анкеты требуют времени на разработку, проверку, сложны в администрировании, имеется определенная вероятность не достоверного внесения индивидуальных данных. Прогнозирование стиля обучения с использованием истории поведения обучаемых означает, что адаптация откладывается до тех пор, пока не будут завершены несколько учебных модулей, а также стиль обучения школьника может меняться со временем или при изучении разных разделов или тем.

Таким образом, возникает проблема динамического моделирования стиля обучения посредством интеллектуальных технологий с целью обеспечения персонализированного обучения математике, ориентированного на результат. Единого концептуального решения данной проблемы в науке нет, но можно выделить несколько подходов к ее решению:

– без внедрения интеллектуальных технологий, но с адаптивной поддержкой во время занятия (например, системы WELSA [8]; EDUCE [7], на основе вероятностной логики [3] или связанных переменных [6] и др.).

– на основе интеллектуальных технологий (OSCAR-CITS [2], нейронной сети [10], нечеткой логики [2, 3, 4] и др.).

Разрабатываемая авторами гибкая оверлейная сетевая модель обучаемого компетентно ориентирована, базируется на результатах диагностики таких квалиметрических характеристик, как личностные качества (научное мышление, научная деятельность, научное общение), исходные и целевые компетенции, стилевые параметры обучения. Диагностика проводится посредством психодиагностических веб-тестов, генерируемых на основе применения генетического алгоритма к конкретному разделу математики, в результате чего выявляются «проблемные зоны» в знаниях и умениях обучаемого и его текущие компетенции. Заметим, что МО динамична: в процессе движения по индивидуальному образовательному маршруту она пополняется новыми данными о текущем состоянии процесса взаимодействия школьника с обучающей средой, о допущенных им ошибках, скорректированных целях обучения и т.д. На основе данной информации строится прогноз успеваемости, происходит персонализация образовательных ресурсов. Предлагаемая для реализации МО в рамках разрабатываемой ИОС гибридная нейронная сеть характеризуется:

– наличием входного слоя 9-ти лингвистических переменных (например, «креативность» с термами T_1 : «низкая креативность», «средняя креативность»,

«высокая креативность») и универсума нечетких переменных, определяемого диагностикой креативности личности;

- присутствием выходного слоя и трех скрытых слоев нейронов: входной (выходной) вектор состоит из 9-ти нейронов, формализованных по 3-м уровням 9-ти параметров начального (конечного) состояния качества и успешности исследовательской деятельности школьников;

- фазификацией входных переменных и выбором сигмоидальной функции активации нейронов;

- диапазоном изменения весов, пороговых уровней на основе выбранной функции активации;

- классификацией уровней успешности и качества исследовательской деятельности школьников в контексте вариативности вектора параметров выходного слоя и дефазификация выходных переменных;

- отбором обучающей выборки и процесса обучения с учителем методом обратного распространения ошибки;

- сбором и обработкой данных обратной связи по уровням роста научного потенциала и параметрам результатов динамики научного мышления, общения и деятельности школьников [2, с. 141-142].

Наиболее достоверные стартовые данные для начальной вариации исходно широких краевых условий шаблонной МО с целью приближения цифрового образа к реальному объекту возможно получить только в процессе выполнения блока предварительных тестовых заданий. Тем самым, выделяем предварительную кратковременную стадию импринтинга. Далее следует долговременное взаимодействие обучаемого с ИСО, характеризующееся изменениями начальных индивидуальных параметров реального объекта, вызванное воздействиями системы. На этом этапе требуется как вариабельность исходной МО, так и динамическая адаптация, производящаяся посредством анализа нейросетью индуцированных откликов объекта обучения.

Список литературы

1. *Богун В.В.* Организация процесса обучения математике с применением дистанционных динамических расчетных проектов //Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2019. № 3 (15). С. 10-18

2. *Дворяткина С.Н., Смирнов Е.И., Щербатых С.В.* Интеллектуальное сопровождение проектно-исследовательской деятельности школьников в гибридной среде обучения математике: монография. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2021. 209 с.

3. *Дворяткина С.Н., Розанова С.А.* Инновационные педагогические средства автоматического контроля и оценивания математических знаний обучающихся с использованием нечеткой логики// Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2014. № 3. С. 74-80.

4. *Попов Д.И., Лазарева О.Ю.* Нечеткая оверлейная модель учащегося в интеллектуальной обучающей системе // Научный вестник МГТУ ГА. 2015. № 213, С. 141-148.

5. *Crockett K., Latham A., Whitton N.* On predicting learning styles in conversational intelligent tutoring systems using fuzzy decision trees // International Journal of Human-Computer Studies. 2017.V. 97. P. 98–115.

6. *Dorça F., Lima L., Fernandes M., Lopes C.* Comparing strategies for modeling students learning styles through reinforcement learning in adaptive and intelligent educational systems: An experimental analysis // Expert Systems with Applications. 2013. V. 40(6). P. 2092–2101.

7. *Feldman J., Monteserin A., Amandi A.* Automatic detection of learning styles: state of the art // Artificial Intelligence Review. Springer, 2013.

8. *Kelly D., Tangney N.* Adapting to intelligence profile in an adaptive educational system // Interacting with Computers. 2006. V. 18. P. 385-409.

9. *Popescu E.* Adaptation provisioning with respect to learning styles in a Web-based educational system: an experimental study // Journal of Computer Assisted Learning. 2010. V. 26. P. 243–257.

10. *Tiwari V.R.* Missing technology in modern pedagogy: Use of technology in modern teaching, learning, and evaluation of mathematics curriculum // International Journal of Pedagogical Development and Lifelong Learning. 2020. Vol. 1(1). P. 2005.

11. *Zatarain-Cabada R., Barrón-Estrada M.L., Zatarain-Cabada R., García C.A.* A Fuzzy-Neural Network for Classifying Learning Styles in a Web 2.0 and Mobile Learning Environment // Latin American Web Congress. 2009. P. 177–182.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ КОНФИГУРАЦИИ 1С:УНИВЕРСИТЕТ ПРОФ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

Корниенко Д.В.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: dmkornienko@mail.ru

Аннотация. Деятельность современного вуза носит многопрофильный характер, а управление вузом является сложной комплексной задачей, требующей решения организационных и технологических проблем с учетом экономической целесообразности. При этом лидирующие позиции любой организации, в том числе вуза, определяются, среди прочего, его возможностями по доступу, хранению и качественной обработке информации, огромную важность приобретает эффективное использование передовых достижений в сфере информационных технологий. Для процесса управления в вузе информационные технологии, в частности создание и использование комплексных

автоматизированных информационных систем, являются основным средством, которое позволяет создать преимущества в конкурентной среде.

Ключевые слова: 1С:Университет, автоматизация образования, платформа 1С:Предприятие.

USING CONFIGURATION MECHANISMS 1С: PROF UNIVERSITY IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE UNIVERSITY

Abstract. The activity of a modern university is multidisciplinary in nature, and the management of a university is a complex task that requires solving organizational and technological problems, taking into account economic feasibility. At the same time, the leading positions of any organization, including a university, are determined, among other things, by its capabilities for accessing, storing and processing information of high quality; the effective use of advanced achievements in the field of information technology is of great importance. For the management process at the university, information technology, in particular the creation and use of complex automated information systems, is the main tool that allows you to create advantages in a competitive environment.

Keywords: 1С:University, education automation, 1С:Enterprise platform.

Современный ВУЗ организационно устроен не менее сложно, чем крупное промышленное предприятие или холдинг. Задача повышения эффективности сейчас актуальна как для российских предприятий, так и для российских университетов. Автоматизация является одним из немногих способов повышения эффективности управления предприятием и организацией.

Современные тенденции в образовании, подкрепленные новыми стандартами, задают курс на цифровизацию всей инфраструктуры учебных заведений. С каждым годом объем информации, который необходимо обрабатывать учебной организации стремительно растет. Множество рутинных операций неизбежно сказывается на скорости работы специалистов образовательного учреждения.

В век компьютерных технологий используемые ранее методы хранения и обработки информации уже не удовлетворяют требованиям университета в организации учебного процесса. Поэтому проблема выбора и внедрения комплексной информационной системы рано или поздно встает перед образовательным учреждением.

Изучив различные варианты автоматизации, университеты часто останавливают свой выбор на системе «1С:Университет ПРОФ».

«1С:Университет ПРОФ» – это прежде всего автоматизация учета и грамотное планирование учебного процесса. Для студентов сформирован целый набор сервисов, позволяющий им владеть необходимой информацией: успеваемость, задолженности по различным дисциплинам, изменения в расписании занятий, кто из преподавателей читает те или иные лекции.

Учитывая, что в ВУЗах зачастую уже работает несколько систем, разработанных и функционирующих на платформе «1С:Предприятие», которые автоматизируют управленческий и финансовый учет, бухгалтерский учет, начисление и расчет заработной платы, кадровый учет, становится очевидным внедрении системы на одной платформе. Таким образом, можно рассчитывать на синергетический эффект, открывающий широкие возможности для быстрой и тесной интеграции систем. В масштабах университета выстраивается единая комплексная система, где все модули связаны друг с другом. Например, управление учебным процессом и кадровый учет. В одной системе хранится база данных преподавателей, в другой осуществляется подсчет учебной нагрузки. И все это встроено в единый контур. Вторая причина – широкий и удобный для кастомизации функционал системы «1С:Университет ПРОФ». Данное комплексное решение позволяет автоматизировать учет, хранение, обработку и анализ информации об основных образовательных процессах высшего учебного заведения: поступление в вуз, обучение, оплата за обучение, выпуск и трудоустройство выпускников, расчет и распределение нагрузки профессорско-преподавательского состава, деятельность управлений и институтов, формирование отчетности, а также управление научной работой и инновациями, дополнительным и послевузовским образованием, аттестацией научных кадров, кампусом вуза, позволяет иметь личные кабинеты абитуриентам, студентам и преподавателям. Решение «1С:Университет ПРОФ» может применяться для автоматизации рабочих мест сотрудников следующих структурных подразделений вуза:

- Приемная комиссия;
- Управление образовательной политики;
- Управление по административно-правовой и кадровой работе;
- Управление информатизации образования и информационной безопасности;
- Управление бухгалтерского учета и финансового контроля.

Приоритетными задачами перехода на решение «1С: Университет ПРОФ» становятся организация управления учебным процессом и управление приемной кампанией. Именно последняя рисует вектор дальнейшей автоматизации всего образовательного процесса.

Подсистема организации и проведения приемной кампании предназначена для хранения, учета и обработки информации об абитуриентах, вступительных экзаменах и приемной кампании. Конечным результатом работы является получение списка зачисленных абитуриентов.

Важными механизмами конфигурации «1С: Университет ПРОФ» в части автоматизации проведения приемной кампании ВУЗа является интеграция со следующими сервисами:

- ФИС ГИА и приема;

- Суперсервис «Поступление в вуз онлайн»;
- Портал ВУЗа.

В целом внедрение автоматизированной системы, построенной на основе современных информационных подходов, позволяет осуществлять качественное и эффективное управление ВУЗом.

Список литературы

1. *Сергеева Е. В., Козлова А. С., Воробьев К. А.* Комплексная автоматизация деятельности университета на базе программного продукта "1С:Университет ПРОФ" // Новые информационные технологии в образовании: сборник научных трудов 20-й международной научно-практической конференции, Москва, 04–05 февраля 2020 года / Под общей редакцией Д.В. Чистова. – М.: 1С-Пабблишинг, 2020. С. 48–50.

2. *Степанов В. А.* Анализ автоматизации учебной деятельности кафедры вуза на базе 1С // Актуальные проблемы прикладной и школьной информатики. – Чебоксары : Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, 2020. С. 406–408.

3. *Шайдулов А. А., Шайдулов А. А., Филиппов И. Е.* Современные проблемы разработки, внедрения и сопровождения информационных систем // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Пенза, 17 января 2019 года. – Пенза: Наука и Просвещение, 2019. С. 80–83.

4. 1С:Предприятие 8. Система программ. [Электронный ресурс]. URL: <https://v8.1c.ru> (дата обращения: 01.02.2022).

5. Информационная система 1С:ИТС. [Электронный ресурс]. URL: <https://its.1c.ru/> (дата обращения: 22.02.2022).

О ПРОБЛЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ КУЛЬТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ МОЛОДЕЖИ

Александрова Л.Н.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: alexandrovaludmila@rambler.ru

Аннотация. В статье актуализированы вопросы повышения уровня культуры информационной безопасности и кибербезопасности молодежи в условиях современных угроз. Автором обосновывается важность обсуждаемой проблемы, предложены варианты содержания таких основополагающих понятий как «информационная безопасность», «кибербезопасность», «культура информационной безопасности и кибербезопасности».

Ключевые слова: информационная безопасность, кибербезопасность, культура информационной безопасности и кибербезопасности.

ON THE PROBLEM OF INCREASING THE LEVEL OF INFORMATION SECURITY CULTURE AND CYBERSECURITY OF YOUNG PEOPLE

Abstract. The article actualizes the issues of increasing the level of information security culture and cybersecurity of young people in the conditions of modern threats. The author substantiates the importance of the problem under discussion, suggests options for the content of such fundamental concepts as "information security", "cybersecurity", "culture of information security and cybersecurity".

Keywords: information security, cybersecurity, culture of information security and cybersecurity.

Стремительность и уровень глобальности развития информационных технологий просто поражает. Компьютерная техника и гаджеты, сетевые технологии, Интернет и электронная почта, социальные сети, мессенджеры, цифровое телевидение и многое другое прочно заняли главное место среди интересов молодежи.

Молодое поколение в силу своих возрастных особенностей имеет склонность к появлению привязанностей, зависимостей, интереса к новому, повышенной потребности к общению со сверстниками, необходимости чувствовать себя современными и образованными. При этом вся информация воспринимается больше эмоционально, нежели рационально. Выразить свою точку зрения в Интернете или оставить какой-либо другой цифровой след для современного молодого человека стало почти ежедневной необходимостью. Поэтому, в силу своей темпераментности и большей вовлеченности во весь этот цифровой мир, чаще всего влиянию информационных угроз подвержена именно молодежь. Глобальная сеть несет основную угрозу интересам социума, охраняемых законом. Актуальность борьбы с информационными угрозами и кибератаками растет.

Правоохранительные органы РФ выявляют значительный рост числа преступных экстремистских действий в Интернете. По данным ФСБ, в Интернете представлены почти все международные террористические организации, которые публикуют свои документы более чем на 40 языках.

Таким образом, актуальность проблемы повышения культуры информационной безопасности и кибербезопасности молодежи очевидна и требует ее всестороннего исследования.

Нами был изучен определенный массив научных исследований, среди которых выделяются следующие направления в контексте изучаемой проблемы:

- единство гуманитарной и технической компонент информационной безопасности и кибербезопасности (Г.Г. Почепцов, С.П. Расторгуев, Г.Л. Смолян, Д.С. Черешкин и др.);
- технологии обеспечения информационной безопасности (В.А. Васенин, А.А. Малюк, А.В. Старовойтов и др.).
- концептуальные основы защиты личности от негативного информационного воздействия (Ю.А. Ермаков, И.Н. Панарин и др.);
- подготовка педагогических кадров в области информационной безопасности;
- вопросы правовой защиты интересов личности, общества и государства (А.А. Антопольский, И.Л. Бачило, В.Д. Попов и др.).

При этом работ, освещающих и разрешающих проблему формирования и повышения культуры информационной и кибербезопасности молодежи, нам встретилось мало. Среди них отметим публикации М. А. Гарипова [1], С. Е. Гришин [2], А. В. Калач [3], Н. Я. Сайгушева [5, 6] и других.

В данном контексте важным является осмысление базового терминологического аппарата, а именно определение таких понятий как информационная безопасность, кибербезопасность, культура информационной безопасности и кибербезопасности.

Прежде всего заметим, что зачастую термины «информационная безопасность» и «кибербезопасность» отождествляются и ошибочно считаются равнозначными, что в корне является ошибочным.

В общем случае под **информационной безопасностью** будем понимать «защиту информации и поддерживающей ее инфраструктуры с помощью совокупности программных, аппаратно-программных средств и методов, а также организационных мер, с целью недопущения причинения вреда владельцам этой информации или поддерживающей ее инфраструктуре» [4, с. 90].

В доктрине информационной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 5 декабря 2016 года No 646, информационная безопасность определена как «состояние защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних информационных угроз» [4, с. 90].

Национальный институт стандартов и технологий (NIST) определяет **кибербезопасность** как «способность защищать ... киберпространства от кибератак» [5, с. 90]. Кибербезопасность имеет непосредственное отношение ко всему, что обладает некоторой незащищенностью или подвержено несанкционированному доступу: аппаратная часть компьютера, устройств сетевой инфраструктуры, программного обеспечения. Она «... относится исключительно к защите данных, исходящих в цифровой форме – ... характерна для цифровых файлов, что является ключевым» [4, с. 90-91].

Говоря о *культуре информационной безопасности и кибербезопасности*, считаем, что ее необходимо рассматривать как компонент общей информационной культуры личности, определяя как некоторый уровень развития человека, проявляемый в информационной сфере, которая характеризуется качественной информационной средой, процессом создания условий защищенности, удовлетворенностью молодого человека в обеспечении своих информационных потребностей.

Повышение культуры информационной и кибербезопасности – это целый комплекс мероприятий, обеспечивающих формирование и развитие необходимых знаний, определенных навыков в переработке информации, опыта сетевой коммуникации, технической осведомленности, информационно-психологической зрелости и др. Необходимо понимание молодежью процессов информации и информатизации, изучение методов защиты и развитие умения самостоятельно распознать угрозу, исходящую от информационного воздействия и суметь ее нейтрализовать.

Изучение исследуемой проблемы показало, что формирование культуры информационной безопасности молодежи должно иметь непрерывный характер и осуществляться не только в процессе изучения специализированных дисциплин, но и во внеучебное время. Таким образом, исследуемая нами проблема однозначно является остро актуальной, требует всестороннего изучения и разработки методов и моделей формирования, развития и совершенствования культуры информационной безопасности и кибербезопасности молодежи.

Список литературы

1. *Гарипов М.А.* К постановке проблемы культуры кибербезопасности обучающихся // Педагогика, психология, общество: актуальные исследования: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Чебоксары, 19 марта 2021 г.). 2021. С. 11–14.

2. *Гришин С.Е.* Формирование культуры кибербезопасности в обществе – актуальная задача современности // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2011. № 4(38). С. 170–173.

3. *Калач А.В., Кравченко А.С.* Современные технологии формирования культуры кибербезопасности // Ведомости уголовно-исполнительной системы. 2019. № 11(210). С. 26–30.

4. *Козлова Н.Ш., Довгаль В.А.* Кибербезопасность и информационная безопасность: сходства и отличия // Вестник АГУ. 2021. Вып.3 (286). С. 88–97.

5. *Сайгушев Н.Я., Веденеева О.А., Гарипов М.А.* К постановке проблемы формирования культуры кибербезопасности обучающихся в процессе профессиональной подготовки // Проблемы современного педагогического образования. 2021. № 71-2. С. 322–325.

6. Сайгушев Н.Я., Веденева О.А., Гарипов М.А., Кондрашова Е.Н. Информационно-насыщенная среда как средство формирования культуры кибербезопасности обучающихся в процессе профессиональной подготовки // Наука и образование: векторы развития: материалы Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 ноября 2021 г.). Чебоксары: Негосударственное образовательное частное учреждение дополнительного профессионального образования «Экспертно-методический центр», 2021. С. 127–129.

КЛЮЧЕВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ИТ-ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Воробьев С.В.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: vorobsv@mail.ru

Аннотация. В статье выделены основные проблемы, касающиеся импортозамещения в сфере информационных технологий. При этом существенное внимание уделяется вопросу модернизации ИТ-подготовки студентов финансово-экономического профиля с учетом возможности перехода на отечественное программное обеспечение, применяемое в их профессиональной деятельности.

Ключевые слова: информационно-технологическая подготовка, импортозамещение, финансово-экономическое образование, отечественное программное обеспечение.

KEY ELEMENTS OF MODERNIZATION OF IT TRAINING OF STUDENTS OF FINANCIAL AND ECONOMIC DIRECTION IN THE CONDITIONS OF IMPORT SUBSTITUTION

Abstract. The article highlights the main problems concerning import substitution in the field of information technology. At the same time, considerable attention is paid to the issue of modernization of IT training of students of financial and economic profile, taking into account the possibility of switching to domestic software used in their professional activities.

Keywords: information technology training, import substitution, financial and economic education, domestic software.

Современная ситуация в мировой экономике, наряду с введенными санкциями, оказывает существенное влияние на развитие процессов импортозамещения в Российской Федерации. Особую нишу здесь занимают

разработки отечественного программного обеспечения (ПО), используемого в различных отраслях народного хозяйства. При этом сегодня резко увеличилось количество проблем и потребностей, связанных с заменой иностранного финансово-экономического ПО отечественными аналогами, на что повлиял уход с российского рынка некоторых поставщиков программного обеспечения, таких как Oracle, Microsoft и SAP. Услугами данных компаний активно пользовались крупнейшие российские частные и государственные компании, например, «Ростелеком», Сбербанк, «Россельхозбанк», ФНС, ЦБ, «Росатом», «Северсталь», «Инвитро» и другие. Данные проблемы вполне решаемы российскими ИТ-специалистами и инженерами. И уже сейчас в РФ получают развитие и широко функционируют отечественные программные продукты, способные полностью или частично заменить функционал иностранных разработок, в том числе, в финансово-экономической сфере [2].

Однако возникает достаточно много проблемных вопросов, касающихся импортозамещения в сфере информационных технологий, которые требуют незамедлительного рассмотрения. Например: какие возможные направления экспортных рынков на данный момент открыты для российского ИТ-бизнеса; какие юридические аспекты нужно рассматривать и применять при обработке персональных данных; какова международная география поставок в Россию комплектующих и запасных частей для ИТ-индустрии; в каких сферах ИТ-индустрии сегодня невозможно добиться эффективного импортозамещения; какие конкурентные решения имеются на данный момент у российских поставщиков для защиты информационной инфраструктуры; как обеспечить защиту облачных сервисов в различных отечественных отраслях народного хозяйства и т.п. Среди всех перечисленных особое место занимает проблема подготовки квалифицированных кадров, способных реализовать успешную цифровую трансформацию экономики страны. Именно поэтому возникает потребность в модернизации ИТ-подготовки студентов финансово-экономического направления [1].

С целью успешного проведения такой модернизации информационно-технологической подготовки студентов финансово-экономического профиля необходимо учитывать следующие ключевые элементы. Во-первых, нужен переход к изучению цифровых продуктов российских разработчиков, так или иначе применяемых в финансово-экономической деятельности. Во-вторых, формирование высокого уровня информационной культуры студентов, достаточного для эффективного решения профессиональных задач. В-третьих, обязательное участие в учебном процессе потенциальных работодателей, отвечающих за ИТ-инфраструктуру в организации, для соответствия их требованиям и тенденциям развития ИТ-отрасли. В-четвертых, усиление инновационных методик обучения, основанных на применении современных информационных технологий. В-пятых, постоянное обновление изучаемого

материала, связанного с профессиональным использованием информационных технологий, т.к. знания в этой области достаточно быстро устаревают. В-шестых, учет региональной специфики рынка труда и потребностей работодателей в ИТ-компетенциях будущих специалистов. В-седьмых, формирование у студентов ценностного отношения к будущей профессиональной ИТ-деятельности и стремления к постоянному повышению уровня ИТ-компетенций.

Список литературы

1. *Моисеев В.В.* Импортозамещение в экономике России. 2-е изд., испр. и доп. М.: Директ-Медиа, 2022. 304 с.

2. *Попова С.А.* Цифровая образовательная среда: исходные понятия и концептуальное проектирование. Институт мировых цивилизаций. М.: Издательский дом «ИМЦ», 2021. 252 с.

УЧЕТ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В КОНФИГУРАЦИИ 1С:ЗАРПЛАТА И КАДРЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ 8

Мишина С.В.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: svmishina2017@mail.ru

Аннотация. Программный продукт «1С: Зарплата и кадры государственного учреждения» рассчитан на проведение автоматических расчетов по начислению зарплаты и учета кадров в муниципальных заведениях, а также для государственных учреждений. Он полностью соответствует всем требованиям государственных нормативов. Представленная конфигурация имеет свойства легкой настройки, чтобы обеспечить потребности по процедуре автоматизации самых различных госучреждений, предприятий местного масштаба, органов правопорядка, военных подразделений, а также образовательных и медицинских организаций.

Ключевые слова: 1С, автоматизация кадрового учета, платформа 1С:Предприятие.

ACCOUNT OF PERSONAL DATA IN CONFIGURATION 1C: SALARY AND STAFF OF STATE INSTITUTION 8

Abstract. The software product "1C: Salary and Personnel of a State Institution" is designed to carry out automatic calculations for payroll and personnel records in municipal institutions, as well as for state institutions. It fully complies with all the requirements of state regulations. The presented configuration has the properties of easy customization to meet the automation needs of a wide variety of government agencies, local enterprises, law enforcement agencies, military units, as well as educational and medical organizations.

Keywords: 1C, automation of personnel records, platform 1C: Enterprise.

Конфигурация "Зарплата и кадры государственного учреждения", редакция 3.0 является развитием конфигурации "Зарплата и кадры бюджетного учреждения", разработана на платформе "1С:Предприятие 8.3" и использует ее новые возможности:

- поддержка работы в режиме тонкого клиента и веб-клиента;
- новые возможности управления интерфейсом программы и отдельных форм;
- перенос основной "вычислительной" нагрузки на сервер и экономное использование ресурсов клиента.

Конфигурация предназначена для автоматизации кадрового учета и расчета заработной платы в государственных учреждениях в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Кадровая служба с помощью программы может автоматизировать процессы работы с персоналом, сохраняя в единой базе все учетные данные о работниках предприятия. Конфигурация позволяет специалистам вести регламентированный документооборот, анализировать потребность в кадрах, осуществлять их своевременных подбор, регистрировать все необходимые данные о сотрудниках, включая их графики работы и отпусков. В версии КОРП удобно отслеживать изменение и окончание испытательного срока и соблюдение условий ученических договоров.

В программе поддерживается работа с электронными трудовыми книжками в соответствии требованиями ТК РФ и автоматически формируются: заявления сотрудников, отчет в ПФР по форме СЗВ-ТД, и сведения о трудовой деятельности сотрудника СТД-Р.

Продукт предоставляет кадровой службе возможность формировать срочные и бессрочные трудовые договоры, в том числе при дистанционной работе, а также гражданско-правовые договора на выполнение работ и авторские заказы. В программе предусмотрены регистрации приема на работу, перевода сотрудника на другое место работы, смены вида занятости (внутреннее и внешнее совместительство и основное место работы), изменение условий договора, увольнений работников и восстановления на работу по решению суда. В программе формируются все необходимые унифицированные приказы, и предоставляется возможность на их основе создавать свои документы, отредактировав макеты печатных форм. Регистрация кадровых приказов в зависимости от настроек может осуществляться как в строгом соответствии со штатным расписанием, так и независимо.

По данным учета движения сотрудников можно получать актуальные списки работников на конкретную дату с произвольным настраиваемым набором реквизитов, данные о движении работников за выбранный период, статистическую информацию о количестве работников различных категорий (количество работающих по основному месту, по внутреннему и/или внешнему

совместительству), среднюю и среднесписочную численность работников и другие отчеты.

«1С:Зарплата и кадры государственного учреждения 8» хранит информацию о сотрудниках, кандидатах и соискателях (в версии КОРП) в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных».

Помимо предусмотренных в программе необходимых сведений о сотруднике, кадровик может создавать дополнительные реквизиты и сведения (например, рост, вес, размер одежды и прочее), а также прилагать фотографию сотрудника и сохранять сканированные копии любых документов.

«1С:Зарплата и кадры государственного учреждения 8» обеспечивает учет рабочего времени сотрудника в соответствии с намеченным графиком работы. В программе автоматизировано формирование произвольных графиков работы с поддержкой общероссийского и региональных производственных календарей. Ведется посменный учет времени (в версии КОРП).

Кадровая служба может регистрировать отсутствие сотрудника по различным основаниям и учитывать работы за пределами установленного графика, при этом автоматически формируются необходимые документы. Программа позволяет анализировать причины потерь рабочего времени, получать информацию о количестве работников, отсутствовавших по различным причинам за определенный период. Ведется учет остатков отпусков и отгулов. Учитываются работы в выходные и праздничные дни, ночные и сверхурочные работы и прочие переработки.

График отпусков в программе обеспечивает не только регламентированную печатную формы, но и предоставляет рабочее место по своевременному направлению сотрудников в отпуск и переносу отпусков по инициативе работника или работодателя. Механизм учета отгулов, заработанных при сверхурочной работе или при работе в выходной, позволяет накапливать дополнительное время отдыха в часах, переводить в дни, предоставлять отгулы отдельно, прибавлять их к отпуску, напоминать остаток при увольнении.

Список литературы

1. *Калабина К. А., Мещерякова Е. В.* Рекомендации по совершенствованию системы кадрового администрирования в образовательной организации // Приоритетные направления развития науки и образования: сборник статей IX Международной научно-практической конференции, Пенза, 10 ноября 2019 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. С. 57-59.

2. *Корниенко Д. В.* Организация взаимодействия информационных систем при автоматизации бизнес-процессов предприятия // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2021. № 2(56). С. 48-54.

3. *Моисеев А. В., Барчан Н. Н., Смирнов Е. В.* Комплексная методика управления карьерой преподавателя в условиях непрерывного профессионального развития с применением программы "1С:Зарплата и управление персоналом 8" // Новые информационные технологии в образовании : Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции, Москва, 02–03 февраля 2021 года / Под общей редакцией Д.В. Чистова. – М.: Общество с ограниченной ответственностью "1С-Публишинг", 2021. С. 187-190.

4. *Скитева Е. И.* Проблемы управления персоналом в современных условиях / Е. И. Скитева // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2021. № 11-1. С. 164-167.

5. *Эбзеева З. А., Лайпанова З. М.* Автоматизированный учет расчетов с персоналом по оплате труда // Экономический рост как основа устойчивого развития России: Сборник статей V-ой Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 30-летию образования налоговых органов РФ, Курск, 12–13 ноября 2020 года. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2020. С. 514-518.

6. Информационная система 1С:ИТС. [Электронный ресурс]. URL: <https://its.1c.ru/> (дата обращения: 22.02.2022).

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МЕТОДИКИ ПОТОКА ДАННЫХ

Гнездилова Н.А.

¹Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: nataelez@mail.ru

Аннотация. В статье проведен анализ функциональной методики потока данных. Функциональная методика потока данных предназначена для построения модели проектируемой информационной системы в DFD – форме, представленной диаграммами потоков данных. Модель дает адекватное представление выходов как реакцию системы с отображением данных на принудительное воздействие на вход в виде сигналов, поданных через внешние интерфейсы, при этом диаграммы потоков данных определены главным средством процесса моделирования функциональных требований в реализации проектируемой системы. Инструментами DFD (диаграммы потока данных) являются потоки, работы – процессы, преобразователи потоков входных в выходные, внешние сущности, хранилища – накопители данных. Рассмотренная функциональная методика потока данных позволяет автоматизировать процесс проектирования информационной системы, оптимизировать время на выполнение данного процесса, выверить его непротиворечивость и полноту.

Ключевые слова: анализ, функциональная методика потока данных, проектирование информационной системы.

ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL METHODOLOGY OF THE DATA

Abstract. The article analyzes the functional methodology of the data flow. The functional data flow methodology is designed to build a model of the projected information system in a DFD form represented by data flow diagrams. The model provides an adequate representation of the outputs as a reaction of the system with data display to the forced impact on the input in the form of signals sent through external interfaces, while data flow diagrams are defined as the main means of modeling functional requirements in the implementation of the designed system. The tools of DFD (Data Flow Diagrams) are flows, works, processes, input-to-output stream converters, external entities, data storages. The considered functional methodology of the data flow allows automating the process of designing an information system, optimizing the time to complete this process, verifying its consistency and completeness.

Keywords: analysis, functional methodology of data flow, information system design.

Функциональная методика потока данных предназначена для построения модели проектируемой информационной системы в DFD – форме, представленной диаграммами потоков данных. Модель дает адекватное представление выходов как реакцию системы с отображением данных на принудительное воздействие на вход в виде сигналов, поданных через внешние интерфейсы, при этом диаграммы потоков данных определены главным средством процесса моделирования функциональных требований в реализации проектируемой системы.

Инструментами DFD (диаграммы потока данных) являются потоки, работы – процессы, преобразователи потоков входных в выходные, внешние сущности, хранилища – накопители данных.

В DFD – моделировании передача информации, в том числе и физических компонент, между частями системы отображается потоком данных, являющихся абстракцией, в виде стрелок с названиями и направлением следования.

Предназначение работы – процесса определяется порождением потоков, выходных из входных, в соответствии с операционным процессом, именуемым глаголом в неопределенной форме с пояснением дальнейших действий и имеющим уникальный индекс для ссылок в структуре диаграммы и модели в целом.

Инструмент DFD – хранилище – накопитель данных, выполняет на отмеченных участках определение данных, сохраненных в памяти в межпроцессный период, это копирование пласта потоков данных во временном цикле. Данные из хранилища доступны в любое время, могут быть отобраны и применены в любом порядке.

Внешняя сущность является объектом проектируемой системы и отождествляется материальным объектом вне контекста системы как носителя системных данных, именуется существительным (к примеру, склад комплектующих) и не участвует в обработке данных.

Дополнительными составляющими DFD считаются словари и миниспецификации.

В словари представляют собой каталоги данных DFD, куда включены потоки всех видов, процессы, накопители с присущими им атрибутами [1].

В миниспецификации включается описание процессов DFD нижнего уровня детализации, которое является алгоритмом задачи в структуре выполняемого процесса. Полная спецификация системы состоит из совокупности миниспецификаций.

Реализация процесса DFD начинается с конструирования главной диаграммы, где показан моделируемый процесс и взаимодействующие с ним внешние сущности. Когда моделируемый процесс сложен (множество внешних сущностей по отношению к основному процессу), выполняется декомпозиция по перечню сопутствующих процессов.

Учет внешних сущностей осуществляется через построение таблицы событий, где указывается их взаимосвязь с основным потоком, имя, тип внешней сущности, событие и реакция на него.

Рассмотренная функциональная методика потока данных позволяет автоматизировать процесс проектирования информационной системы, оптимизировать время на выполнение данного процесса, выверить его непротиворечивость и полноту.

Список литературы

1. Федоров Н.В. Проектирование информационных систем на основе современных CASE-технологий. М.: МГИУ, 2008. 280 с.

СПЕЦИФИКА ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В РОССИЙСКИХ ШКОЛАХ

Сафронова Т.М.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: stm657@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема применения современных образовательных технологий в условиях формирования цифровой образовательной среды (ЦОС) в школах России. Раскрывается содержание понятий ЦОС, «цифровая школа». Выявляется сущность педагогических (образовательных) технологий, актуальных в условиях формирования ЦОС. Основное внимание уделяется образовательной технологии «Смешанное обучение». Выделяются ее характерные особенности, сильные и слабые стороны, трудности и преимущества применения.

Ключевые слова: цифровая образовательная среда, смешанное обучение, образовательная технология, педагогическая технология.

SPECIFICS OF MODERN PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES APPLICATION IN FORMATION OF THE DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN RUSSIAN SCHOOLS

Abstract. The article deals with the problem of applying modern pedagogical technologies in terms of formation of the digital educational environment (DEE) in Russian schools. The content of the concepts of DEE and "digital school" is disclosed as well as the essence of pedagogical (educational) technologies that are relevant in the terms of formation of the DEE. The main attention is paid to the educational technology "Blended learning". Its features, strengths and weaknesses, difficulties and advantages of application are highlighted.

Keywords: digital educational environment, blended learning, educational technology, pedagogical technology.

В настоящее время в системе российского школьного образования идет процесс глобальных преобразований, в основе которых лежит цифровизация школы – основная задача федерального проекта «Цифровая образовательная среда», действующего в рамках национального проекта «Образование». «Цифровая» модернизация образовательной среды, уже начатая в школах Российской Федерации, должна подойти к завершению в конце 2024 года в соответствии с регламентированными в проекте сроками.

Что же понимается под «цифровой образовательной средой»?

«Цифровая образовательная среда (ЦОС) – опосредованный использованием цифровых образовательных ресурсов комплекс отношений, способствующих освоению культуры, самореализации и социализации для формирования ответственного цифрового поведения гражданина современного общества (педагогический аспект)...» [1, с.299].

«ЦОС – это совокупность информационных систем, цифровых устройств, источников, инструментов и сервисов, которые создаются и развиваются для обеспечения работы учебных заведений и решения задач, возникающих в ходе подготовки и осуществления образовательного процесса» [2].

Отметим, что «цифровая школа подразумевает свободный доступ к электронному образовательному контенту и широкие возможности индивидуализации учебного процесса с учетом способностей каждого ученика» [3]. В свою очередь «электронный образовательный контент дает школьникам больше возможностей получать знания самостоятельно, ориентироваться в больших объемах информации» [3]. На современном этапе развития человечества это особенно важно, так как в нынешнем обществе производство информации является одним из основных видов деятельности. Информация, становясь

основным ресурсом развития человеческого сообщества, максимально влияет на развитие образования и науки, производства и техники, социальных сфер жизни.

На сегодняшний день для современного стремительно развивающегося информационного общества в целом и для каждого человека в отдельности приоритетными, значимыми ценностями становятся уровень образования, компетентность, квалификация, развитость и самостоятельность мышления, способность работать с большим объемом информации, умение принимать аргументированные, взвешенные решения. Именно поэтому, начиная уже со школьной скамьи, необходимо формировать у учащихся способность к критическому, креативному мышлению, развивать гибкость мышления, самостоятельность, навыки коммуникации.

Цифровизация школьного образования предполагает совершенствование функций школьного учителя в учебном процессе, расставляя акценты следующим образом: предлагается трансформировать специфическую функцию педагога – накапливать, хранить и передавать знания в функцию тьютора, помогающего школьнику выстраивать индивидуальную траекторию обучения. Подготовка учителя к деятельности в этой новой роли, совершенствование стратегии отбора технологий, методов, форм и средств обучения, создание соответствующих методических систем обучения, диагностирующих методик и методик оценки уровня знаний – одна из важнейших задач на сегодняшний день. В этой связи отметим, что в настоящее время в системе школьного образования идет активное внедрение новых педагогических технологий, актуальных в условиях формирования ЦОС, сущность которых выражается в:

- изменении характера и способа образования;
- ориентации на развитие интеллектуальной сферы учащегося;
- формировании у школьника умений и навыков в приобретении знаний – осуществлении самостоятельной информационно-учебной и исследовательской деятельности;
- создании различных видов совместной деятельности учителя и учащегося по переработке информации.

На сегодняшний день известно немало современных педагогических (образовательных) технологий, применение которых актуально в условиях формирования ЦОС. Среди них, например, такие технологии, как:

- «Смешанное обучение»,
- «Микрообучение»,
- «Перевернутый класс»,
- «Адаптивное обучение»,
- «Геймификация».

Остановимся подробнее на первой из них, выделим ее характерные особенности, покажем сильные и слабые стороны. Образовательная технология «Смешанное обучение» (СО) – технология, сочетающая два взаимосвязанных

компонента: традиционную (классно-урочную) систему обучения и онлайн-обучение. Главная цель такого совмещения – улучшение качества образования. Идея данной технологии заключается в том, что одну, определенную учителем, часть новых знаний и навыков ученик приобретает в режиме онлайн-обучения, то есть в режиме реального времени с помощью Интернета, самостоятельно определяя место и контролируя время, путь и темп своего обучения, а другую – на уроке. Каждая часть обучения взаимосвязана с другой и является ее логическим продолжением, а в целом это единый учебный процесс.

Основной акцент в технологии СО делается не на деятельности учителя, а на самостоятельной деятельности ученика. Важно отметить, что обучение в режиме онлайн не дополняет, а замещает работу педагога. Задача же учителя заключается в непосредственном руководстве учебно-познавательной деятельностью школьников на уроке, в ходе которого результаты самостоятельного обучения в режиме онлайн ложатся в основу занятия. Полученные на уроке результаты совместной деятельности учителя и учащихся, а также выявленные проблемы позволяют учителю направить дальнейшую работу обучаемых в режиме онлайн, дать им соответствующие рекомендации. Именно здесь и прослеживается функция тьютора, который постепенно без давления учит школьников самодисциплине, самоорганизации, самоконтролю.

Выделены принципы технологии СО:

- последовательность в преподавании (сначала самостоятельное изучение материала, затем теоретические знания от педагога и далее применение теории на практике);
- наглядность (наличие обучающих видеоматериалов, электронных пособий и методических материалов, тренажеров);
- обязательное практическое применение теоретических знаний; непрерывность в обучении (постоянная доступность «новой порции» учебного материала);
- постоянная поддержка учителя (возможность консультаций очных и в режиме онлайн).

В настоящее время разработаны различные модели СО:

- «смена рабочих зон» (в ходе урока предполагаются разные виды деятельности, чередующиеся не для класса в целом, а для разных групп детей в комфортном для них темпе);
- «автономная группа» (организация работы на уроке и в ходе консультаций с учащимися с особыми образовательными потребностями, например с одаренными учениками);
- «индивидуальная траектория» (работа проводится по принципу модели «автономная группа» только индивидуально с одним учеником).

Анализируя и сравнивая сильные и слабые стороны традиционной формы обучения и электронного обучения, выделим плюсы технологии СО:

– совершенствование образовательных возможностей школьников (доступность и гибкость, индивидуализация и персонализация образовательного процесса);

– развитие учащихся (критическое мышление – умение осмысливать, анализировать, оценивать; гибкость мышления - умение адаптироваться и решать различные проблемы, переключаться с решения одной задачи на другую);

– формирование внутренней мотивации учащихся (глубокие рефлексия и самоанализ), самостоятельной активности (преобладание самостоятельных видов работ);

– развитие навыков коммуникации у школьников (человеческие связи, которые образуются между учителем и учеником, между учеником и другим учеником);

– трансформирование роли учителя (от транслятора знаний к тьютору, наставнику, интерактивно взаимодействующему с учениками) – профессиональное развитие педагогов;

– наличие спонтанности на уроках («все происходит здесь и сейчас»).

Существует и ряд трудностей, связанных с внедрением и использованием технологии СО. Главные из них: отсутствие достаточной материальной базы для школьного и домашнего обучения, увеличение нагрузки на учителя. Эти вопросы требуют своего решения.

Несмотря на перечисленные трудности, актуальность внедрения технологии СО можно обосновать ее преимуществами. А именно тем, что развитие внутренней мотивации школьников к учению и возможность организации индивидуального и персонализированного обучения способствуют повышению качества образования.

В заключение отметим, что применение в школьном обучении новых педагогических технологий в условиях формирования ЦОС, как и внедрение цифровых технологий в целом, должно быть педагогически целесообразным и продуктивным, то есть должно гарантировать эффективность и качество образовательного процесса.

Список литературы

1. Педагогический словарь: Новейший этап развития терминологии / О. Б. Даутова, Н. А. Вершинина, М. Г. Ермолаева, Е. Ю. Игнатьева, О. Н. Крылова, Н. Н. Суртаева, О. Н. Шилова, С. В. Христофоров; под общ.ред. О. Б. Даутовой. СПб.: КАРО, 2020. 328 с.

2. *Стрябкова Е.А., Герасимова Н.А., Кулик А.М.* Цифровая трансформация образования: современная интерпретация и основные характеристики // Кластеризация цифровой экономики: теория и практика. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. С. 748-784.

3. Актуальная тема. Использование современных цифровых технологий как требование реализации деятельностного подхода в обучении. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.niro.nnov.ru/?id=49907> (дата обращения 15.12.2021).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СРЕДСТВАМИ МАТЕМАТИКИ

Рыманова Т.Е.¹, Черноусова Н.В.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹barkarelez@mail.ru, ²chernousovi@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена одному из актуальных вопросов - проблеме развития личности в условиях цифровой трансформации. Авторы особое внимание уделяют изучению возможностей использования математического аппарата для моделирования гносеологических процессов. Выполнен анализ подсистем процесса обучения, рассмотрен пример подсистемы учебной ситуации.

Ключевые слова: гносеологические процессы, учебные ситуации, диалектика интереса к познанию, познавательные задачи.

MODELING OF EPISTEMOLOGICAL PROCESSES BY MEANS OF MATHEMATICS

Abstract. The article is devoted to one of the topical issues - the problem of personality development in the context of digital transformation. The authors pay special attention to the study of the possibilities of using the mathematical apparatus for modeling epistemological processes. An analysis of the subsystems of the learning process is carried out, an example of a subsystem of the learning situation is considered.

Keywords: epistemological processes, educational situations, dialectics of interest in cognition, cognitive tasks.

В настоящее время российское государство столкнулось с геополитической трансформацией общекультурных ценностей, а также с международными вызовами разного характера. В связи с этим поиск путей решения проблемы развития и воспитания личности приобретает особую значимость и актуальность. Одна из важнейших задач заключается в разработке вопросов моделирования различных компонентов диалектического процесса, что дает возможность наглядного представления последнего для успешной диагностики и построения траектории индивидуального роста.

Российский психолог Н.А. Менчинская в качестве показателя развития индивидуума предложила рассматривать интерес к познанию [4]. Как свидетельствуют наблюдения и анализ социологических данных, данное личностное образование позволяет человеку не только в молодом возрасте

выстроить индивидуальную образовательную траекторию, но и в зрелые годы оставаться востребованным и конкурентно-способным в обществе. Это обусловлено тем, что познавательный интерес находится в диалектической коммуникации с мышлением, памятью, вниманием, речью, эмоциями. Таким образом, гносеологические процессы тесным образом связаны с интересом к познанию, его диалектикой. Проведенный констатирующий эксперимент позволил обнаружить противоречие между потребностью государства в интеллектуально развитых, креативно мыслящих, высоко квалифицированных молодых людях и недооценкой возможностей математики для построения моделей, позволяющих спрогнозировать гносеологические процессы. Поиск путей разрешения данного антагонизма определил цель настоящего исследования.

В российской дидактике довольно хорошо разработаны педагогические средства, способствующие диалектике гносеологических процессов школьников. Однако вопросы использования математического аппарата для их моделирования требуют детального изучения. В настоящем исследовании основополагающими стали работы Ю.М. Колягина, В.И. Крупича, В.М. Монахова, Л.М. Фридмана. Так В.М. Монахов первым предложил использовать аксиоматический подход при моделировании образовательного пространства [5]. Ю.М. Колягиным была разработана модель «Человек – задачная система» ($S \rightarrow P$). Последнее рассматривается на множестве учебных ситуаций, что является подмножеством множества «проблема», указаны его элементы, их свойства, отношения между ними. Информационная структура учебной проблемы является замкнутой системой, все компоненты которой определяются моделью «Человек – задача» [1, 2]. В.И. Крупич доказал изоморфизм множества первоначального состояния и преобразованного состояния этого множества относительно соответствующих отношений. Таким образом, задача S является моделью учебной проблемы и обратно, учебная проблема S^* есть модель задачи S [3].

Первые результаты настоящего исследования были изложены в ранее опубликованной статье [6]. Тем не менее дальнейшее изучение проблемы заставляет конкретизировать высказанные утверждения. Как было сказано выше, познавательный интерес находится в диалектической взаимосвязи с другими гносеологическими процессами [7]. В качестве математической интерпретации диалектики интереса предлагается рассматривать несобственный интеграл [6, с. 167]

$$I = \int_0^{\infty} u_n(t) dt = \lim_{b \rightarrow \infty} \int_0^b u_n(t) dt.$$

Для моделирования эволюционного развития гносеологического интереса, например, к математике, в школьном образовательном процессе, по нашему мнению, целесообразно использовать определенный интеграл

$$I = \int_a^b u_n(t) dt \quad (1),$$

где a , b – соответственно начальное и конечное состояния познавательного интереса; $u_n(t)$ – функция гносеологического процесса, t – переменная интегрирования, показывающая зависимость диалектики познавательного интереса от времени.

Заметим, что данную модель можно применять как для исследования уровня интереса конкретной личности, так и выяснения состояния гносеологического интереса, например, к математике, отдельного классного коллектива. Таким образом, a может характеризовать уровень познавательного интереса на начало изучения математики в 5 классе, b – состояние данного личностного образования на конец учебного года. Возможна ситуация, когда пределы интегрирования будут равны, тогда, как известно интеграл равен 0. Может получиться, что I принимает отрицательное значение. И первый, и второй случаи свидетельствуют, что ситуация с гносеологическими процессами катастрофическая, необходимо применять дидактические подходы к изменению ситуации.

С другой стороны, для моделирования диалектики познавательного интереса, по нашему мнению, целесообразно использовать равенство [6, с. 167]:

$$u_n(t) = \sum_{i=0}^n u_i(t) = u_1 + u_2 + u_3 + \dots + u_n \quad (2),$$

где u_1 , – уровень познавательного интереса школьника в 5 классе, u_2 - уровень познавательного интереса школьника в 6 классе, u_3 – уровень интереса в 7 классе и т. д.

Ранее было установлено, что гносеологический интерес как интегративное образование личности, развивается только в деятельности. Последнее осуществляется посредством решения учебной проблемы, центральным компонентом которой является познавательная задача [6, с. 164]. Таким образом, обнаруживаются связи: *деятельность* → *учебная проблема* → *познавательная задача*. На основе математической модели также был проведен анализ подсистем процесса обучения на примере подсистемы учебной ситуации, наглядное представление в трехмерном пространстве демонстрирует рис. 1.

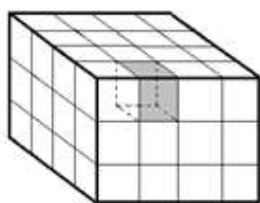


Рис. 1. Подсистемы учебной ситуации

Как показывают результаты исследования данный подход можно интерпретировать и на множестве гносеологических процессов, связующим звеном которых является интерес к познанию. Резюмируя выше сказанное, необходимо отметить, что предложенный метод позволяет с одной стороны смоделировать эволюцию гносеологических процессов личности, а с другой

минимизировать возможные риски развития негативных процессов в образовательном пространстве.

Список литературы

1. *Колягин Ю.М.* Задачи в обучении математике. Ч. I. М.: Просвещение, 1977.
2. *Колягин Ю.М.* Задачи в обучении математике. Ч. II. М.: Просвещение, 1977.
3. *Крупич В.И.* Теоретические основы обучения решению школьных математических задач. М.: Прометей, 1995.
4. *Менчинская Н.А.* Проблемы обучения, воспитания и психического развития ребенка. М.: МПСИ, Воронеж: Модэк, 2004.
5. *Монахов В.М.* Аксиоматический подход к проектированию педагогической технологии // Педагогика. 1997. № 6. С. 26-31.
6. *Рыманова Т.Е., Черноусова Н.В.* Использование математического аппарата при моделировании диалектики познавательного процесса // Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии: материалы VII Международной научно-практической конференции. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2021. С.163-169.
7. *Rymanova T. E., Savvina O. A. Safronova T. M., Chernousova N.V.* Cognitive interest as a key indicator of adolescent personality development // Laplage em Revista. 2021. V. 7. No 3. P. 645-656.

ГИБРИДНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА КАК ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРЕДМЕТНОЙ ПОДГОТОВКИ ПО МАТЕМАТИКЕ

Жук Л.В.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: krasnikovalarisa@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются преимущества диагностического инструментария интеллектуальных обучающих систем, позволяющих оценивать качество предметной подготовки школьников по математике. Оперативность и объективность оценки освоенности сложных знаний обучающимися в условиях электронного обучения обеспечивается за счет непрерывной диагностики образовательного процесса – отслеживания прогресса ученика в достижении заданных результатов, определения текущего состояния обученности, а также возможностей перспективного развития.

Ключевые слова: гибридная интеллектуальная обучающая среда, исследовательская деятельность в области математики.

HYBRID INTELLIGENT LEARNING SYSTEM AS AN EFFECTIVE MEANS OF QUALITY MANAGEMENT SUBJECT TRAINING IN MATHEMATICS

Abstract. The article discusses the advantages of the diagnostic tools of intelligent learning systems that allow assessing the quality of the subject preparation of schoolchildren in mathematics. The efficiency and objectivity of assessing the mastery of complex knowledge by students in the conditions of e-learning is ensured by continuous diagnostics of the educational process – tracking the student's progress in achieving the set results, determining the current state of learning, as well as opportunities for future development.

Keywords: hybrid intelligent learning environment, research activity in the field of mathematics.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14009.

Кризисная ситуация, вызванная пандемией COVID-19, привела к масштабным изменениям во многих социальных системах, в том числе в активно развивающейся сфере образования. Вынужденный переход к массовому дистанционному обучению в условиях распространения коронавирусной инфекции стал серьезным вызовом для образовательных систем по всем мире, потребовал существенных структурных и содержательных трансформаций дидактических моделей, появления новых механизмов коммуникации обучающихся и педагогов, новых форм проведения оценочных процедур и анализа их результатов.

Опыт массового дистанционного обучения в период пандемии COVID-19 показал несовершенство традиционной системы оценки уровня предметной подготовки школьников. Возникла необходимость в разработке нового диагностического инструментария, предоставляющего в условиях электронного обучения возможность непрерывной диагностики образовательного процесса – отслеживания прогресса ученика в достижении заданных результатов, определения текущего состояния обученности, возможностей перспективного развития. Актуальной технологией, обеспечивающей адекватную оценку качества образования, реализуемого в дистанционном формате, становятся интеллектуальные обучающие системы (Intelligent Tutoring Systems, ITS), основанные на синергетической комбинации интеллектуальных методов, таких как экспертные системы, нейросети, генетические алгоритмы, имитационные статистические модели, позволяющей охватить полный спектр когнитивных и вычислительных возможностей.

На сегодняшний день адаптивное обучение в интеллектуальных системах является одним из наиболее перспективных и динамично развивающихся направлений в сфере e-learning. Преимущество интеллектуальных обучающих систем в условиях электронного обучения обусловлено наличием двух важных функций: адаптивной поддержки обучающегося в режиме реального времени и формирующего оценивания, позволяющего оперативно корректировать образовательную стратегию.

Функция адаптивной поддержки состоит в возможности формирования персонального образовательного пространства, «подстраивающегося» под индивидуальные характеристики школьника, его способности, потребности и обеспечивается различными механизмами адаптации. Можно представить следующую типологию интеллектуальных обучающих систем в зависимости от объекта адаптации.

Интеллектуальные системы с адаптированным контентом (Smart Sparrow, MATHia, MyLab, CogBooks, Geekie, Aero, Plario, Wayang Outpost, Palearne, Education Perfect) анализируют ответы ученика и предоставляют образовательное содержание в различных редакциях изложения: вводная адаптация на основе начального уровня подготовки, промежуточная адаптация на основе текущих результативных действий, оценочно-корректирующая адаптация с учетом достигнутых учебных результатов. Как правило, адаптация процесса подачи образовательного содержания осуществляется на основе стратегии Bayesian Knowledge Tracing: принимая в качестве входных данных результаты школьника по тестовым заданиям, байесовская сеть вычисляет вероятность того, что данная часть предметной области освоена либо сформировано неверное представление.

Интеллектуальные системы с адаптированными заданиями (ALEKS, Education Perfect, LearnSmart, DreamBox Learning Math, Thinkster, Cognitive Tutor, Toppr, Century Tech) функционируют на основе теории Item Response Theory, позволяющей определить вероятность верного выполнения задания, после чего на основе анализа результатов решения каждой последующей задачи уровень подготовленности обучающегося пересчитывается.

Интеллектуальные системы с адаптированным порядком предоставления учебных материалов (Smart Sparrow, Knewton, MyLab, ALEKS, CogBooks, LearnSmart, ActiveMath, Plario, Yixue Education) непрерывно собирают данные об учебном процессе и подбирают на основе их анализа наиболее релевантный контент, модифицируя образовательный курс в форме индивидуально спланированной последовательности информационных блоков и учебных заданий для более вероятного успешного прохождения.

Функция формирующего оценивания в ITS в противовес традиционным методам оценки знаний, таким, как строгая последовательность заданий, общая для всех школьников, или случайная выборка из базы тестовых заданий, генерируемая без учета их трудности, позволяет применять адаптивные методы

мониторинга знаний, обеспечивающие прирост эффективности измерений благодаря оптимизации подбора характеристик заданий, их количества, последовательности, скорости предъявления применительно к особенностям подготовки тестируемых.

Интеллектуальная система оценивания знаний на основе модели предметной области обеспечивает формирование набора контрольных заданий на основе когнитивной карты учебного курса, представляющей собой ориентированный граф, в котором вершины соответствуют понятиям предметной области, а ребра – связям между парами понятий. После получения решения обучающегося система сравнивает его карту понятий с эталоном, хранящимся в системе, и генерирует обратную связь, предоставляя информацию об ошибках и неточностях по отношению к эталону, а также количественный анализ индивидуальных показателей качества знаний (степень трудности задач, количество набранных баллов, максимальное количество баллов за решение каждой задачи, время, затраченное на решение, среднее количество баллов, полученное другими учениками при выполнении задач той же стадии оценивания знаний).

Интеллектуальная система оценивания знаний на основе ответов обучающегося применяется для выявления глубины знаний. В ходе компьютерного тестирования школьнику предъявляется конечное множество цепочек вопросов, близких по тематике, и формулируемых для уточнения меры освоенности дидактического модуля. Каждому j -му вопросу в i -й цепочке присваивается весовой коэффициент K_{ij} , характеризующий его относительную важность, при этом значения всех коэффициентов автоматически нормируются так, чтобы их сумма внутри каждой цепочки была равна 1. Процедура количественного оценивания знаний состоит из трех этапов. На первом этапе рассчитываются баллы, набранные за правильные ответы в рамках каждой отдельной тематической последовательности: $S_i = \sum_{j=1}^{L_i} K_{ij} Z_{ij}$, где S_i – балл, выставляемый за ответы на i -ю тематическую последовательность; K_{ij} – весовой коэффициент j -го вопроса в i -й цепочке; $Z_{ij} = 1$, если на j -й вопрос в i -й цепочке получен правильный ответ и $Z_{ij} = 0$ – в противном случае; L_i – количество вопросов в i -й цепочке. На втором этапе рассчитывается суммарный балл S_{Σ} за ответы на все вопросы теста с учетом количества цепочек вопросов, на которые экзаменуемый успел ответить за отведенное время: $S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N S_i * K_t / N$, где N – объем теста; K_t – количество цепочек вопросов, на которые экзаменуемый успел ответить за отведенное время t . На третьем этапе определяется итоговая оценка знаний экзаменуемого, для чего набранный суммарный балл S_{Σ} проецируется на оценочную шкалу, имеющую вид $[0; I_1; I_2; I_3; 1]$, где $0 < I_1 < I_2 < I_3 < 1$ – границы интервальных диапазонов оценок, соответствующие уровням знаний «низкий», «средний», «выше среднего», «высокий». В зависимости от стратегии тестирования, очередной вопрос в

цепочке может предъявляться до первой ошибки, либо ученику предоставляется возможность продемонстрировать максимум знаний, отвечая на все вопросы данной тематической последовательности.

Изучение практики передовых стран в условиях вызванного пандемией кризиса, сыгравшего для образовательной сферы трансформирующую роль, позволило выявить актуальные тренды, определяющие основные направления развития образования в ближайшей и среднесрочной перспективе. Стало очевидно, что интеграция в образовательный процесс обучающихся систем, базирующихся на интеллектуальных технологиях, будет способствовать повышению эффективности и рентабельности дистанционного обучения, обеспечивая отсутствие перерывов в обучении без снижения его качества.

Список литературы

1. *Дворяткина С.Н., Жук Л.В.* Многоэтапные комплексы исследовательских задач по математике в гибридной интеллектуальной образовательной среде школы // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2021. Т. 24. № 4. С. 8-21.
2. *Dvoryatkina S., Khizhnyak A., Smirnov E., Shcherbatykh S., Zhuk L.V.* Open Innovation Model of Student's Research Activities (Running title: Open Innovation Model) // Journal of Teacher Education for Sustainability. 2021. V. 23. No 2. P. 82-95.
3. *Druzhinina O. V., Masina O. N., Petrov A. A., Shcherbatykh S. V.* Application of intelligent technologies and neural network modeling methods in the development of a hybrid learning environment // Journal of Physics: Conference Series. 2020. V. 1691. doi:10.1088/1742-6596/1691/1/012125.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Симоновская Г.А.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: simonovskaj_g@mail.ru

Аннотация. В статье представлены возможности использования электронных образовательных ресурсов при подборе математических задач прикладной направленности. Рассмотрен один из аспектов реализации прикладной направленности обучения математике при решении задач предложенного типа.

Ключевые слова: прикладная математическая задача, цифровая образовательная среда.

THE USE OF DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN SOLVING PROBLEMS OF APPLIED ORIENTATION

Abstract. The article presents the possibilities of using electronic educational resources in the selection of mathematical problems of applied orientation. One of the aspects of the implementation of the applied orientation of teaching mathematics in solving problems of the proposed type is considered.

Keywords: applied mathematical problem, digital educational environment.

Математика, являясь одним из основных школьных предметов, включает в себя весьма разносторонние знания, на основе которых можно описывать существующие процессы, рассматривать абстрактные математические модели, находить существенные характеристики систем, то есть использовать математический аппарат при решении практических задач.

В ходе обучения математике согласно Федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС) должны быть достигнуты одни из следующих результатов обучения:

- сформированность системы математических знаний;
- развитие умений применять изученные понятия, результаты, методы для решения задач практического характера и задач из смежных дисциплин с использованием при необходимости справочных материалов, компьютера, пользоваться оценкой и прикидкой при практических расчетах.

Модернизация современного математического образования позволила усилить прикладную направленность в процессе обучения предмету. Прикладная направленность школьного курса математики осуществляется с целью повышения качества математического образования учащихся, применения математических знаний к решению задач повседневной практики и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся (Programme for International Student Assessment, PISA) осуществляет исследование, направленное на оценку функциональной грамотности школьников в разных странах мира. В программе участвуют школьники, у которых посредством тестирования определяют уровень умений применять полученные при обучении предмета знания на практике. Последние исследования показывают, что российские школьники владеют предметными знаниями на достаточно высоком уровне. Это подтверждает успешное участие российских команд в предметных международных олимпиадах. Но исследование по применению полученных знаний в практической сфере оставляет желать лучшего.

В обучении математике задачи выступают как цель и средство обучения. Этим определяется их место в процессе обучения математике.

Одной из проблем использования прикладных задач является грамотный их подбор по содержанию, методам решения, проекции описываемых ситуаций на реальные сферы. Подобрать задачи, которые позволяют формировать и развивать элементарные навыки приложения математики, довольно сложное дело. Часто задачи из школьных учебников можно охарактеризовать неестественностью с точки зрения прикладных аспектов.

В этом процессе неоценимую помощь может оказать цифровая образовательная среда.

С одной стороны, это цифровые образовательные ресурсы для школы ЯКласс, Сберкласс, Московская электронная школа и другие. С другой стороны, это всевозможные образовательные порталы, на которых представлены задания прикладного характера. Как правило, это задания основаны на реальном материале, подкреплены ярким визуальным контентом и характеризуются высоким уровнем познавательной направленности.

Например, ученик может воспользоваться картой звездного неба (рис. 1) и определить на нем треугольники, вершинами которых являются звезды, найти длины сторон, определить вершины и величины внутренних углов.



Рис. 1. Карта звездного неба

Далее ученику предлагается начертить в тетради «Звездные треугольники» (рис. 2). При этом нужно отметить, что карта соответствует дате обращения.

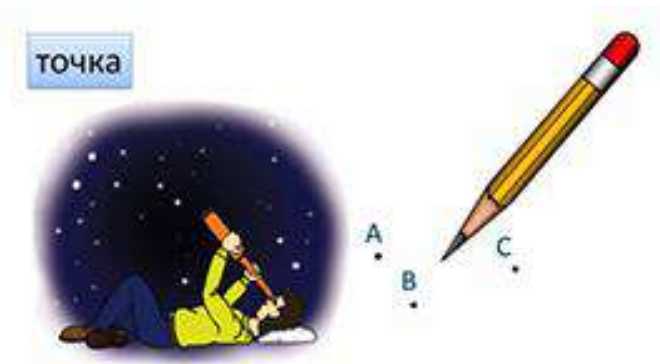


Рис. 2. Звездные треугольники

При выполнении другого задания ученик использует динамическую карту своего региона (рис. 3).

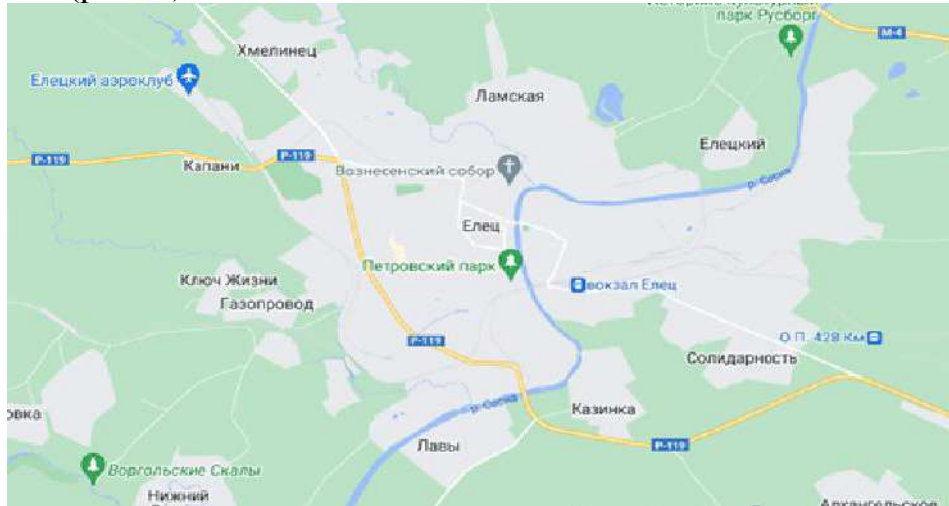


Рис. 3. Динамическая карта региона

Использование цифровой образовательной среды позволяет активизировать познавательный интерес ученика. Подобранные прикладные задания помогут продемонстрировать прикладные аспекты дисциплины математика.

Список литературы

1. Аликina Ю.Д., Блинова Т.Л. Активизация познавательного интереса у обучающихся в процессе обучения математике при помощи электронных образовательных ресурсов // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2019.

2. Информационные и коммуникационные технологии в образовании// Google <https://scholar.google.ru/citations?user=Q9yjVcUAAAAJ&hl=ru> (дата обращения: 10.04.2021).

ПРОЦЕССЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Лыкова К. Г. ¹

Научный руководитель: д. пед. н., профессор Щербатых С. В.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹ksli1024@mail.ru, ²SHCHERSV@ELSU.RU

Аннотация. Цифровая трансформация в системе общего образования обуславливает ряд социально-экономических преобразований, предполагающих массовое внедрение

цифровых технологий для оперативного доступа к ресурсам любой отрасли знаний без ограничений. В системе математического образования основой информационного обеспечения является ориентация на эффективное применение цифровых технологий и работу в цифровой образовательной среде. Цифровая среда оказывает влияние на развитие интеллектуального потенциала учащихся, способностей к самообразованию, расширение предметных знаний. Как результат, цифровая образовательная среда вызывает интерес как эффективный инструмент для познания явлений окружающей действительности, а также решения задач различной природы.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровая образовательная среда, среднее общее образование, математическое образование.

DIGITAL TRANSFORMATION PROCESSES IN MATHEMATICS EDUCATION

Abstract. Digital transformation in the system of general education stipulates a number of socio-economic transformations, involving the massive introduction of digital technology for operational access to the resources of any branch of knowledge without restriction. In the system of mathematics education, the basis of information support is the orientation on effective use of digital technologies and work in a digital educational environment. The digital environment has an impact on the development of intellectual potential of students, abilities for self-education, expansion of subject knowledge. As a result, the digital educational environment cause interest as an effective tool for learning phenomena of the surrounding reality, as well as solving problems of different nature.

Keywords: digital transformation, digital educational environment, secondary general education, mathematics education.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-313-90019).

Цифровая трансформация образования в первую очередь связана со сменой технологического уклада и модели экономического роста. Запущенная четвертая промышленная революция есть эпоха больших данных и технологий, реализуемых на их основе.

Процессы цифровой трансформации в российском образовании способствуют переходу к новой модели системы образования. Согласно распоряжению Правительства РФ № 3427-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации образования» важно обеспечить «предоставление доступа к проактивным сервисам подборки верифицированного цифрового образовательного контента, обеспечивающего высокое качество подготовки по общеобразовательным программам и развитие в соответствии с интересами и способностями» [1].

Цифровая трансформация в системе среднего общего образования реализует процесс интеграции цифровой образовательной среды в традиционное обучение путем создания электронных учебных материалов, платформ с сервисами в

цифровом формате для обеспечения доступа к массиву информации любой формы (визуальной, звуковой и т.д.).

Разнообразие используемых при обучении математике (в частности, стохастике) визуальных средств, электронных тренажеров, интерактивных моделей, позволяющих достичь эффективности учебного процесса, обуславливает их в виде отдельных сред. Поэтому исследование многофункциональной цифровой среды, выступающей в роли целостной модифицированной «образовательной конструкции», является актуальным.

В педагогической литературе понятие «среда» стало активно применяться в начале XX века в исследованиях П. П. Блонского (общественная среда), С. Т. Шацкого (педагогика среды), В. А. Сухомлинского (образовательная среда). Образовательная среда школы – это образовательное пространство, в рамках которого осуществляется взаимодействие субъектов образовательного процесса с внешней средой для раскрытия личностных, творческих характеристик и качеств учащихся.

По мнению В. И. Слободчикова, образовательная среда – «не есть нечто однозначно и наперед заданное; среда начинается там, где происходит встреча (сретенье) образующего и образуемого; где они совместно начинают ее проектировать и строить – и как предмет, и как ресурс своей совместной деятельности; и где между отдельными программами, субъектами образования, образовательными деятельностями начинают выстраиваться определенные связи и отношения» [2, с. 178]. Таким образом, образовательная среда есть целостная совершенствующаяся структура, единство которой воплощается в субъектных и содержательных элементах, развивающихся за счет внутренних потенциалов и увеличения числа внешних связей.

Рассмотрим основные подходы к исследованию особенностей функционирования информационной образовательной среды (ИОС), а в последствии и цифровой образовательной среды (ЦОС).

По мнению А. А. Андреева, ИОС следует рассматривать в качестве единого информационного пространства, содержащего информацию традиционных и электронных носителей, в частности включая компьютерно-телекоммуникационные учебно-методические комплексы и технологии взаимодействия, педагогические системы нового уровня, опирающиеся на материально-техническое-финансово-экономическое и нормативно-правовое обеспечение.

С. В. Зенкина, стремясь определить качественное своеобразие ИОС, указывает совокупность субъектов (преподаватель, обучаемый) и объектов образовательного процесса (содержание, средства обучения, информационно-коммуникационные технологии), обуславливающих эффективное выполнение современных образовательных технологий, направленных на повышение качества

образовательных результатов, и являющихся средством построения личностно-ориентированной педагогической системы.

М. В. Лапенко предложил ИОС определять, как совокупность средств, осуществляющих интерактивное взаимодействие между обучающим, обучаемым и электронно-образовательным ресурсом.

Подводя итог, получаем, что ИОС позволяет реализовать педагогическую систему нового уровня, качественные изменения которой обуславливаются цифровым форматом учебной информации.

Согласно «ГОСТ Р 52292-2004» цифровая среда – это «среда логических объектов, используемая для описания и моделирования других сред (электронной, социальной) на основе математических законов» [3].

По мнению А. В. Морозова под цифровой образовательной средой следует понимать «совокупность цифровых образовательных ресурсов, средств и технологий, обеспечивающих образовательный процесс в условиях цифровизации» [4].

Группа французских ученых в структуре цифровой среды выделяет пространство с различными технологическими инструментами, направленными на получение доступа пользователю к ресурсам и сервисам в режиме online или offline.

В других источниках, цифровая образовательная среда (ЦОС) определяется как открытая совокупность информационных систем, разработанных для выполнения разного рода задач образовательного процесса. Принципиальным отличием среды от системы является то, что в составе среды могут находиться как согласованные между собой элементы, так и конкурирующие или дублирующиеся, при чем их взаимодействие и обеспечивает динамичный характер развития среды.

Таким образом, ЦОС реализует цифровое пространство, включающее совокупность информационных систем, призванных объединять всех субъектов образовательного процесса.

Многомерность цифровой среды и многообразие ее аспектов проявляется и в наличии базовых инструментов, необходимых для ее нормальной работы, и в информационно-коммуникационных технологиях и интерактивных составляющих.

В рамках национального проекта «Образование» на территории Липецкой области идет активное создание цифровой образовательной среды для ее внедрения в школы, гимназии, лицеи. В регионе осуществляется подготовка к подключению федеральной цифровой платформы с доступом к современной и безопасной цифровой образовательной среде. Цифровым оборудованием и специализированным программным обеспечением, интернетом со скоростью 100 Мбит/с и 50 Мбит/с подлежат оснащению городские и школы сельской местности.

Планируется, что к 2024 году в 95% школ, гимназий, лицеев Липецкой области вся учебная деятельность будет проводиться с использованием федеральной цифровой платформы.

Таким образом, цифровая трансформация образования реализует процесс обновления содержания, методов, средств, организационных форм учебной деятельности в информационной среде с целью качественного улучшения планируемых образовательных результатов.

Цифровая образовательная среда предоставляет новые возможности для проявления креативности учащихся, многократно повышает их самостоятельность, способствует реализации нестандартных форм и методов организации учебной деятельности, реализации индивидуальных образовательных траекторий.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 02.12.2021 N 3427-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации образования, относящейся к сфере деятельности Министерства просвещения Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/403175723/> (дата обращения: 09.03.2022)

2. Слободчиков В.И. Психология человека: введение в психологию субъективности. М.: ПСТГУ, 2013.

3. ГОСТ Р 52292-2004 «Информационная технология» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200038309> (дата обращения: 09.12.2021)

4. Морозов А.В. Профессиональная подготовка руководителей системы образования с использованием современных цифровых технологий // Человек и образование. 2018. № 4 (57). С. 105-110.

ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ REDIS

Щучка Т.А.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: tasiaelez@mail.ru

Аннотация. В статье отмечено, что развитие систем обработки больших объемов данных происходит в настоящее время в мире достаточно успешно. Это касается и систем реляционных баз данных, и документо-ориентированных систем. Одним из современных программных решений универсального типа является система Redis, которая реализует работу с данными в специфическом сегменте задач вплоть до построения целого приложения. Отдельные вопросы администрирования системы Redis требуют внимания в

аспекте конфигурирования, авторизации, ограничения размеров, репликации, резервного копирования данных. Акцентируется внимание на наличие недоработок системы Redis в областях безопасности и доступности. Отмечено, что система Redis является инструментом практического применения с доступным уровнем освоения, убирая большой объем сложности и абстракций во взаимодействии с данными.

Ключевые слова: администрирование, большие объемы данных, система Redis, приложения.

SEPARATE ISSUES OF ADMINISTRATION OF THE REDIS SYSTEM

Abstract. The article notes that the development of systems for processing large amounts of data is currently quite successful in the world. This applies to both relational database systems and document-oriented systems. One of the modern software solutions of a universal type is the Redis system, which implements work with data in a specific segment of tasks up to the construction of an entire application. Certain issues of administration of the Redis system require attention in terms of configuration, authorization, size limitation, replication, data backup. Attention is focused on the presence of shortcomings of the Redis system in the areas of security and accessibility. It is noted that the Redis system is a practical application tool with an affordable level of development, removing a large amount of complexity and abstractions in interaction with data.

Keywords: administration, large amounts of data, Redis system, applications.

Развитие систем обработки больших объемов данных происходит в настоящее время в мире достаточно успешно. Это касается и систем реляционных баз данных, и документо-ориентированных систем.

Одним из современных программных решений универсального типа является система Redis, которая реализует работу с данными в специфическом сегменте задач вплоть до построения целого приложения [1].

Отдельные вопросы администрирования системы Redis требуют внимания в аспекте конфигурирования, авторизации, ограничения размеров, репликации, резервного копирования данных.

При первом запуске сервера Redis для настройки параметров системы используется файл `redis.conf` и `config.set`. Выполнение команды `config.get` позволит увидеть установленные параметры конфигурирования.

Настройка авторизации осуществляется опцией `requirepass` установлением пароля, вследствие чего пользователи при обращении к серверу Redis выполняют команду `auth password`. После прохождения авторизации ему предоставляется возможность выполнять команды в базе данных.

Существуют ограничительные параметры размеров количества полей в хешах, ключей, элементов во множествах и списках.

Поддержка репликации в системе Redis означает размещение данных одновременно на несколько узлов (`master`, `slave`), выполняя две функции: обеспечивает их защиту копированием на другой сервер и увеличивает

производительность системы. Недостатком репликационного механизма в данной системе является отсутствие автоматической отказоустойчивости, устойчивость к сбоям настраивается вручную.

Функцию резервного копирования Redis реализует в файле dump.rdb. Файл доступен для копирования в любое место файловой системы.

Следует отметить, что существуют недоработки системы Redis в областях безопасности и доступности.

В то же время система Redis является инструментом практического применения с доступным уровнем освоения, убирая большой объем сложности и абстракций во взаимодействии с данными.

Список литературы

1. Redis [Электронный ресурс]: Официальный сайт / Дата обращения: 21.03.2022. – Режим доступа: <http://redis.io>

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ ПРОГРАММИСТОВ КОЛЛЕКТИВНОЙ РАЗРАБОТКЕ И ТЕСТИРОВАНИЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Попов С.Е.¹

¹Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина

e-mail: 1spopoff@elsu.ru

Аннотация. В статье изложены теоретические подходы и методические аспекты обучения будущих программистов коллективной разработке и тестированию программного обеспечения в системе среднего профессионального образования. Произведено обоснование целесообразности обучения коллективной разработке и тестированию, обозначена методика обучения данным навыкам, предоставлены результаты опытно-экспериментальной работы по апробации методики, сделаны выводы о проделанной работе.

Ключевые слова: коллективная разработка, программное обеспечение, тестирование программного обеспечения, TDD, среднее профессиональное образование.

METHODOLOGY FOR TRAINING FUTURE PROGRAMMERS IN COLLECTIVE SOFTWARE DEVELOPMENT AND TESTING IN SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION SYSTEM

Abstract. The article outlines the theoretical foundations and methodological aspects of training future programmers in the collective development and testing of software in the secondary vocational education system. The feasibility of training in collective development and testing was

substantiated, organizational and methodological conditions for training were identified, the methodology for training these skills was announced, the results of experimental work on testing the methodology were provided, conclusions were made about the work done.

Keywords: collective development, software, testing of the software, TDD, secondary professional education.

Мировая методическая система обучения коллективной разработке и тестированию программного обеспечения складывалась поэтапно под влиянием сложного комплекса внутренних и внешних факторов. Реализация идеи объединения в образовательных стандартах современных подходов к групповому созданию кода и одновременно базовых подходов к разработке на основе тестов (TDD – Test Driven Development) приводит к равновесию практической и теоретической составляющих процесса обучения программированию.

В Елецком государственном университете им. И.А.Бунина с 2021 года производится подготовка специалистов среднего звена по специальности среднего профессионального образования «Информационные системы и программирование», квалификация «Разработчик веб и мультимедийных приложений». В сформированном учебном плане в разделе профессионального цикла введены профессиональные модули ПМ.05.03 Тестирование информационных систем и ПМ.05.04 Продуктовая и проектная деятельность в сфере информационных технологий. Для данных модулей сформированы рабочие программы углубленного содержания для формирования у будущих программистов инженерной культуры и навыков работы в команде разработчиков.

Обоснованием образовательной и практической значимости формирования углубленного курса по тестированию и разработке ПО для будущих программистов в системе среднего профессионального образования, необходимости его изучения, являются повышенные требования отрасли к современному разработчику программного обеспечения [2].

Обучение программистов в системе среднего профессионального образования направлено на расширение практического содержания образовательных программ, как правило, интегрирующих изучение двух и более направлений. Обучение должно быть актуальным для будущей профессии, должно использовать проекты прикладной направленности, с привлечением независимых экспертов для оценки реальных знаний, навыков и умений обучающихся. Это происходит сейчас в процессе обучения студентов по специальностям, входящим в «ТОР-50», с выпускным демонстрационным экзаменом по правилам международной некоммерческой ассоциации «WorldSkills», целью которой является повышение статуса и стандартов профессиональной подготовки и квалификации по всему миру.

Для решения заявленной актуальной задачи было проведено исследование методических подходов обучения будущих программистов коллективной разработке и тестированию программного обеспечения в системе среднего

профессионального образования, выполнен теоретический анализ и обобщение научно-технической и методической литературы по проблеме исследования; проанализированы образовательные стандарты разных уровней образования, учебных программ для среднего образования, учебников, учебных пособий, задачников и методических материалов по разработке и тестированию программного обеспечения и методике его освоения; а также реализуемые учебные программы для подготовки специалистов среднего звена.

При конкретизации компетенций в основной образовательной программе структура и содержание предметных компетенций по разработке и тестированию программного обеспечения являются целями изучения предмета и обеспечивают модульность изучения коллективной разработки и тестирования программного обеспечения при расширении профильного обучения в условиях ведения профессионального обучения.

Ведение курсов, связанных с программированием, в Институте СПО ЕГУ им. И.А. Бунина, тестирование обучающихся, обобщение собственного педагогического опыта обучения будущих программистов в области разработки и тестирования программного обеспечения позволило разработать авторскую методику углубленного обучения коллективной разработке и тестированию программного обеспечения, реализованной в учебно-методическом комплекте по курсу «Технология разработки программного обеспечения», читаемого автором на протяжении трех лет студентам Института СПО ЕГУ им. И.А. Бунина. Результатами исследования явились рабочие программы углубленного содержания по профессиональным модулям ПМ.05.03 Тестирование информационных систем и ПМ.05.04 Продуктовая и проектная деятельность в сфере информационных технологий; фонды оценочных средств для тестирования усвоения обучающимися учебных материалов; результаты тестирования контрольной и экспериментальной групп обучающихся усвоению материала.

Вывод. Созданная методика способствует развитию у будущих программистов инженерной культуры и навыков работы в команде разработчиков.

Список литературы

1. *Спольски Дж.* И снова о программировании. М.: Символ-Плюс, 2019.
2. *Кравченко А.В., Кайгородцев Г.И.* Методика оценки эффективности информационных систем. М.: Синергия, 2020.
3. *Рассел Д. Арчибальд.* Управление высокотехнологичными программами и проектами / пер. с англ. Мамонтова Е. В.; под ред. Баженова А. Д., Арефьева А. О. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2020.

К ВОПРОСУ ПРЕИМУЩЕСТВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ ПЛАТФОРМ ПЕРЕД ON-PREMISES РЕШЕНИЯМИ

Лаухин В.В.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: viktor747@yandex.ru

Аннотация. В данной статье проводится сравнение on-premises решений и облачных систем. Благодаря использованию систем облачных вычислений разработчики и сотрудники ИТ-отделов могут сконцентрироваться на выполнении важных задач и не тратить усилия на работу по обслуживанию и планированию мощности вычислительных ресурсов. По мере роста популярности облачных систем возникли различные модели и стратегии развертывания, позволяющие удовлетворить потребности различных категорий пользователей. Каждый тип облачных услуг и каждый способ развертывания обеспечивает свой уровень контроля, гибкости и управляемости.

Ключевые слова: on-premises, private cloud, hybrid cloud, IaaS, PaaS, SaaS.

TO THE QUESTION OF THE ADVANTAGES OF USING CLOUD PLATFORMS OVER ON-PREMISES SOLUTIONS

Abstract. This article compares on-premises solutions and cloud systems. Thanks to the use of cloud computing systems, developers and IT department employees can concentrate on performing important tasks and not waste efforts on maintenance and planning the power of computing resources. As the popularity of cloud systems has grown, various deployment models and strategies have emerged to meet the needs of different categories of users. Each type of cloud service and each deployment method provides a different level of control, flexibility and manageability.

Keywords: on-premises, private cloud, hybrid cloud, IaaS, PaaS, SaaS.

В настоящее время многие организации переходят от on-premises решений к облачной инфраструктуре, поскольку, для многих рабочих нагрузок облачные решения можно считать оптимальным выбором по многим критериям. Существует три модели развертывания систем облачных вычислений: локальная инфраструктура, гибридная архитектура, облако.

При использовании On-Premises решения, сервер компании размещается в инфраструктуре организации. Его контроль, администрирование, обслуживание, закупка оборудования и прочее лежит на организации, владеющей им. Данные и другие сведения передаются между компьютерами через вашу локальную сеть.

При использовании облачного хранилища данные размещаются у стороннего поставщика услуг, например, Майкрософт или AWS [1]. Поставщик облачных услуг закупает, устанавливает и обслуживает все аппаратное и

программное обеспечение, а также другую вспомогательную инфраструктуру в своих ЦОД. Доступ к инфраструктуре и управление своей учетной записью осуществляется через Интернет.

Рассмотрим следующие важнейшие моменты, на которые нужно обратить внимание при выборе между облаком и локальным хранилищем.

1. Цены и обслуживание. В развертывание локальной инфраструктуры придется вложить много средств в оборудование, оплату лицензий на ПО, резервное копирование, дополнительные услуги, поддержку. Будет необходимо платить за работу команд поддержки, обслуживания и безопасности, а также оплачивать используемые ресурсы.

При выходе из строя аппаратного обеспечения потребуются замена. При этом не нужно оплачивать подписку на облачные службы, а также локальная инфраструктура не требует высокой пропускной способности для хранения файлов, как облачные службы.

Основное преимущество облака – отсутствие начальных затрат – необходимо оплачивать только ежемесячную подписку, куда входит обслуживание, поддержка ПО и обеспечение безопасности. Обычно траты на облако получаются меньше суммы, которую можно потратить на локальное хранение, серверы, охлаждение, ЦОД, электроэнергию и т. д.

2. Безопасность и защита от угроз. Независимо от места размещения ЦОД, вопрос безопасности хранения данных в облаке крайне важен.

Локальное размещение ресурсов требует высокого уровня квалификации по безопасности, мониторингу и обслуживанию физических активов и сети.

Общедоступные облачные службы могут значительно снизить количество инцидентов, связанных с безопасностью, по сравнению с традиционными центрами обработки данных, что должно повлиять на выбор даже консервативных компаний.

Облачные решения поддерживает команда экспертов, которые всегда помогут защитить ресурсы и данные клиента.

3. Соответствие требованиям. Многие компании подчиняются и должны соответствовать требованиям таких документов, как HIPAA, регламент GDPR, CCPA и т. д. [2].

Сотрудники должны быть осведомлены нормативных актах, соответствие которым нужно обеспечить, и проводить постоянный мониторинг систем и входов. При инциденте вся ответственность ляжет на организацию, владеющую серверами и хранилищами.

4. Масштабируемость. Возможности локальных и облачных решений в вопросах масштабирования значительно различаются.

Если on-premises инфраструктура перестанет справляться с рабочей нагрузкой, потребуется масштабирование. Это потребует вложения финансов, труда, а также закупки аппаратного и программного обеспечения и систем

мониторинга. И если такой резкий рост нагрузки будет временным, расходы на его покрытие окажутся неразумными.

При использовании облака масштабирование рабочих нагрузок происходит по мере необходимости. Эластичность позволяет масштабировать нагрузки, отзываться и даже организовать его автоматизацию. Она значительно снижает расходы.

5. Надежность. Доступ к серверам должен быть быстрым и стабильным, и предоставлять простые способы взаимодействия пользователей и ресурсов.

Некоторые организации размещают ресурсы локально, так как сотрудникам не требуется доступ в сеть, чтобы получить к ним доступ. При этом облачное хранилище требует быстрое и надежное подключение к сети. При его отсутствии доступ к файлам будет потерян, а при медленном подключении работать будет просто невозможно. Перед переходом в облако, необходимо проверить возможности своего подключения к Интернету.

6. Резервное копирование данных. CSP для хранения предлагают различные возможности для защиты от потери данных, в том числе встроенную обработку отказа, включение резерва, резервное копирование, автоматическое создание журнала, мониторинг и многие другие функции, позволяющие восстановить данные за более короткое время, по сравнению с локальным размещением.

7. Свобода доступа (мобильное приложение, браузер, ПК). Если большинство сотрудников работают в офисе, а не удаленно, локальный сервер будет логичным выбором. При использовании VPN, следует помнить о непредвиденных ситуациях: стихийные бедствия или COVID-19, когда сотрудники могут перейти на работу из дома, что может перегрузить VPN.

Облако предлагает эквивалент виртуального рабочего стола. Сотрудники получают доступ к своим рабочим документам через облако. Это делает облако отличным выбором для сотрудников, часто работающих из дома или в дороге, без необходимости использования VPN.

8. Интеграция приложений и устаревших систем. При наличии устаревших приложений (LOB), напрямую обращающихся к локальному серверу, и их работоспособность необходимо сохранить, эти устаревшие системы временно необходимо сохранить локальными, по крайней мере, частично [3].

При готовности модернизировать свою инфраструктуру стоит обратить внимание на облачные приложения, а не только хранилища. При этом CSP отвечает за обслуживание, интеграцию и поддержку ПО клиента, а организация получает масштабируемое, мобильное и в целом более рациональное использование ресурсов.

9. Гибридное решение. При одновременном использовании облачного и on-premises решений можно добиться гибкости и повысить эффективность работы. В гибридном решении приложения имеют наибольшую гибкость и вариативность методов развертывания. То есть, можно хранить файлы для устаревшего ПО

локально, а остальные данные в облаке. Другими преимуществами гибридного развертывания являются:

- **Контроль.** Организация поддерживает on-premises инфраструктуру для закрытых ресурсов.
- **Гибкость.** Возможность использования дополнительных ресурсов в облаке по мере необходимости.
- **Рентабельность.** Благодаря эластичности платить за вычислительную мощность потребуется только при необходимости.
- **Простота.** Переход в облако может быть поэтапным.

Учитывая вышесказанное, трудно игнорировать преимущества полного перехода в облако для малого и среднего бизнеса с перегруженными ИТ отделами, в которых не хватает людей.

Список литературы

1. AWS Documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.aws.amazon.com> (дата обращения: 12.04.2022)
2. Azure Documentation / Microsoft Docs [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/> (дата обращения: 12.04.2022)
3. Technical documentation / Microsoft Docs [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/documentation/> (дата обращения: 12.04.2022)

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭМУЛЯТОРОВ И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВАХ

Смолин К.В.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: anotherposhta@yandex.ru

Аннотация. Охарактеризованы основные особенности компьютерных программ эмуляции. Приведены примеры и показаны преимущества использования эмуляторов при обучении решению задач логического программирования. Кроме того, рассмотрено применение эмуляторов при запуске приложения, разработанного для игровой консоли.

Ключевые слова: эмуляция, программа, приложение, эмулятор.

ABOUT THE ADVANTAGES OF USING EMULATORS

Abstract. The main features of computer emulation programs are characterized. Examples are given and the advantages of using emulators in learning to solve logic programming problems are shown. In addition, the use of emulators when launching an application developed for a game console is considered.

Keywords: emulation, application, emulator, program.

В настоящее время с учетом технологического развития появляются новые компьютеры, мобильные телефоны, игровые консоли. Для удовлетворения потребностей пользователей и разработчиков производители могут менять характеристики устройства, но с появлением новых продуктов пользователи теряют возможность запустить на новых устройствах программы, разработанные для выпущенных ранее машин. Разработчики могут прекратить поддержку своих приложений, они могут отказаться от адаптации программы для работы на новых устройствах. Однако существует способ использовать программы для старых устройств на новых устройствах. На новом устройстве можно эмулировать выполнение программы. В данной статье рассмотрены случаи, в которых использование эмуляторов дает некоторые преимущества как разработчикам, так и пользователям.

Приведем определения терминов «эмуляция» и «эмулятор». Эмуляция – точное выполнение на некоторой ЭВМ программы, написанной для другой ЭВМ. В обоих случаях используются одинаковые входные данные, и на выходе получаются одинаковые результаты. Согласно формальному определению, эмуляция осуществляется на аппаратном уровне, обычно при помощи микропрограмм. Эмулятор – система, как правило, программа или микропрограмма, позволяющая осуществить эмуляцию [1].

Приведем конкретные примеры использования эмуляторов. Например: эмулятор ОС DOS DOSBox используется для обучения студентов основам логического программирования [2]. Данную программу можно запустить на любой аппаратной платформе, на любой операционной системе (ОС), при этом не нужно загружать и устанавливать дистрибутив ОС, драйвера и прочее дополнительное ПО. DOSBox эмулирует персональный компьютер с центральным процессором на архитектуре x86, DOS-подобной ОС, графическим адаптером и собственной файловой системой, а также процесс ввода информации с клавиатуры и мыши [3].

С помощью этого приложения можно запустить программы на компьютерах, не имеющих поддержки DOS. К таким программам относится и Turbo Prolog ver. 2.0. Эта программа позволяет исполнять код, написанный для решения логических задач. Она была разработана для DOS и не предназначена для современных ОС без использования эмулятора. Код, написанный для других приложений, использующих язык программирования Prolog, может нуждаться в исправлениях при запуске в Turbo Prolog ver. 2.0.

Для запуска программы Turbo Prolog ver. 2.0 необходимо выполнить следующие действия, описанные в [2], а именно:

- 1 шаг. Установка эмулятора DOSBox v. 0-74-3.
- 2 шаг. Настройка эмулятора для запуска приложения.
- 3 шаг. Запуск приложения Turbo Prolog ver. 2.0.

В приложении, указанном в шаге 3, осуществляем запуск программы, написанной на языке Prolog. На рис. 1 изображен процесс решения задачи об определении имени спортсмена из предложенного списка студентов. В блоке Dialog выдан результат запроса.

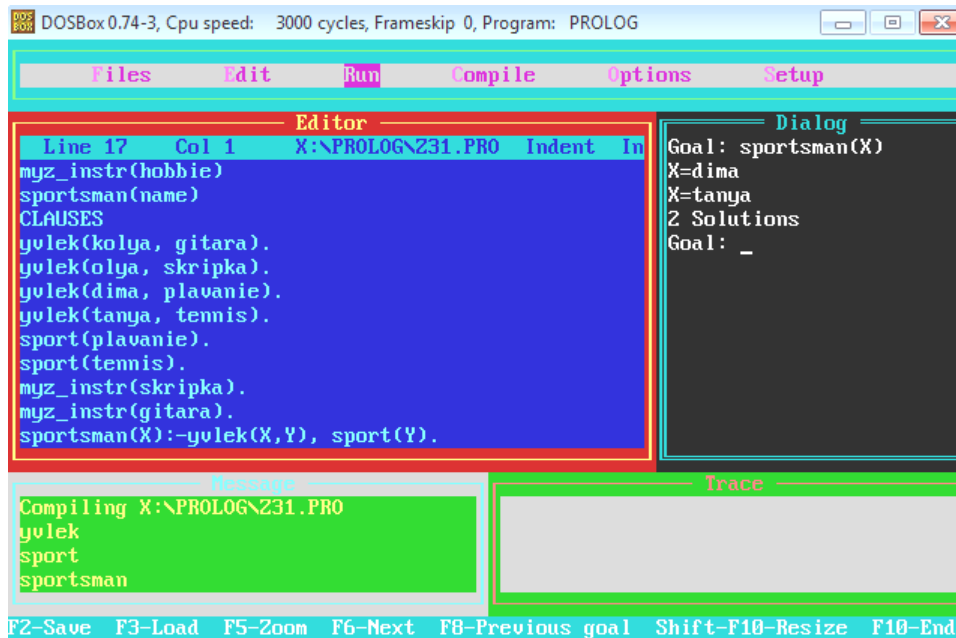


Рис. 1. Запуск приложения для ОС DOS на эмуляторе DOSBox

Другим примером использования эмуляции может послужить программа PPSSPP. Данный эмулятор позволяет запускать приложения, разработанные для игровой консоли PlayStation Portable. Согласно информации с официального сайта эмулятора, PPSSPP – программный продукт с открытым исходным кодом, он распространяется под лицензией GNL 2.0 (или более поздней) [4]. Каждый разработчик может вносить изменения в код эмулятора. Эта программа доступна как на персональных компьютерах, так и на мобильных устройствах.

На этом эмуляторе можно запустить большую часть программ, предназначенных для PSP. Разработчики эмулятора стремятся к полной совместимости с библиотекой проектов для PlayStation Portable на максимально возможном количестве устройств.

Разработчики приложений могут использовать эмулятор PPSSPP для проверки своих продуктов на работоспособность, прежде чем запустить их на реальном устройстве. Потребители же могут запустить на эмуляторе приложения, которые не были выпущены на других устройствах.

На рис. 2 и рис. 3 приведены результаты изображений 3D графики, полученные с помощью эмулятора PPSSPP и на оригинальной консоли PlayStation Portable соответственно. Можно сделать вывод о том, что эмулятор довольно точно выводит 3D графику на экран монитора компьютера.

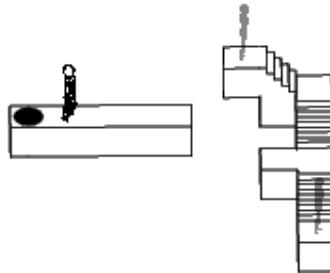
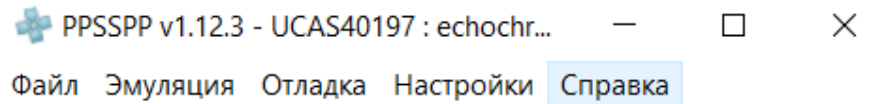
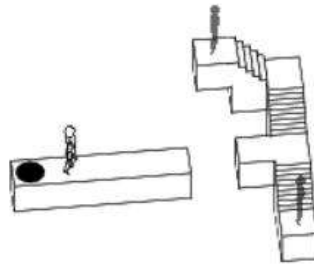


Рис. 2. Запуск приложения на эмуляторе PPSSPP



ready

Рис.3. Запуск приложения на оригинальной консоли PlayStation Portable

Таким образом, использование эмуляторов имеет ряд таких преимуществ, как:

- сокращение затрат на покупку оборудования, а также установку и разработку программ,
- проведение отладки программы без использования реального устройства,
- возможность познакомиться с устройствами прошлого и получить знания, необходимые для работы в настоящем.

Отметим также возможность использования эмуляторов при обучении созданию новых программных систем.

Список литературы

1. Толковый словарь по вычислительным машинам / под ред. В. Иллингуорта и др. М.: Машиностроение, 1990. 560 с.

2. *Иголина Е.В.* Основы логического программирования и реализации программ на языке Пролог: учебное пособие. Елец: ЕГУ им И.А. Бунина, 2018. 92 с.

3. DOSBox, an x86 emulator with DOS [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dosbox.com> (дата обращения: 2.04.2022).

4. PPSSPP – PPSSPP – PSP emulator for Android, Windows, Linux, iOS, MacOSX [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ppsspp.org> (дата обращения: 2.04.2022).

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА СОЗДАНИЯ В БАЗЕ ДАННЫХ УЧЕТНОЙ ЗАПИСИ СОТРУДНИКА ОРГАНИЗАЦИИ

Артёмов И.А.¹

Научный руководитель: старший преподаватель кафедры экономики и управления им. Н.Г. Нечаева Мишина С.В.²

*^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина
e-mail: ¹tortuga2999@mail.ru, ²svmishina2017@mail.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы оптимизации процесса создания учетной записи сотрудников организации в базе данных. Описана структура алгоритма создания пользователя с учетом полученных данных из справочника. Использован модуль формы объекта справочника «Сотрудники».

Ключевые слова: 1С: Предприятие, оптимизация, алгоритм.

OPTIMIZATION OF THE ALGORITHM FOR CREATING AN EMPLOYEE ACCOUNT IN THE DATABASE OF THE ORGANIZATION

Abstract. The article discusses the issues of optimizing the process of creating an account for employees of the organization in the database. The structure of the algorithm for creating a user is described, taking into account the data obtained from the directory. The module of the form of the object of the directory "Employees" is used.

Keywords: 1С: Enterprise, optimization, algorithm.

Пусть дана некоторая база, в которой ведется учет сотрудников организации. Используемая версия программного продукта: 1С: Предприятие 8.3, учебная версия (8.3.8.1933).

Основное внимание будет обращено на редактирование модуля объекта справочник «Сотрудники» с табличной частью «Трудовая деятельность».

Посмотреть, добавить, а также отредактировать пользователей БД можно в режиме «Конфигуратор» - Администрирование – Пользователи и в открывшемся окне «Список пользователей».

Пусть при создании нового сотрудника база данных при необходимости создает его учетную запись под тем же именем. Рассмотрим уже готовый справочник «Сотрудники» в режиме «1С. Предприятие» (рис. 1).

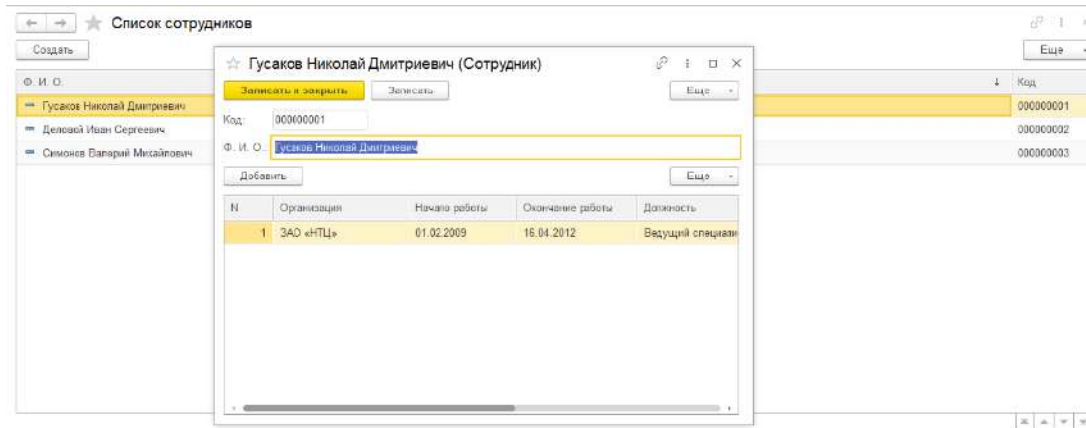


Рис. 1. Справочник «Сотрудники»

В режиме «Конфигуратор» добавим следующие реквизиты:

- ФИО (строка) – наименование работника;
- Должность (строка) – для определения в необходимости создания учетной записи;
- УчетнаяЗаписьПользователя (булево) – реквизит, отвечающий за реализацию учетной записи (истина – база создает нового пользователя, ложь – просто фиксирует данные сотрудника в справочнике)
- ПриРедактировании (булево) – реквизит, принимающий значение «Ложь» после регистрации сотрудника в справочнике и блокирующий последующее создание его учетной записи в базе данных.

Перейдем к редактированию формы справочника «Сотрудники» (рис.2).

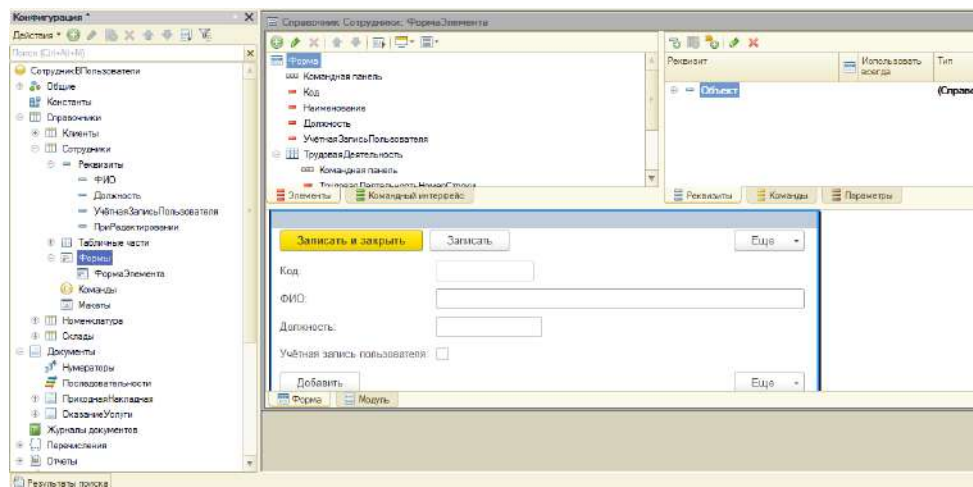


Рис. 2. Форма справочника «Сотрудники»

Укажем для окна «ФИО» путь к одноименному реквизиту, также добавим графу «Учетная запись пользователя», ссылаясь на значение реквизита «УчетнаяЗаписьПользователя», тоже самое сделаем с графой «Должность». Реквизит «ПриРедактировании» не будет отображаться на форме и изначально будет принимать значение «истина».

После чего перейдем в модуль формы, опишем следующий алгоритм (рис.3).

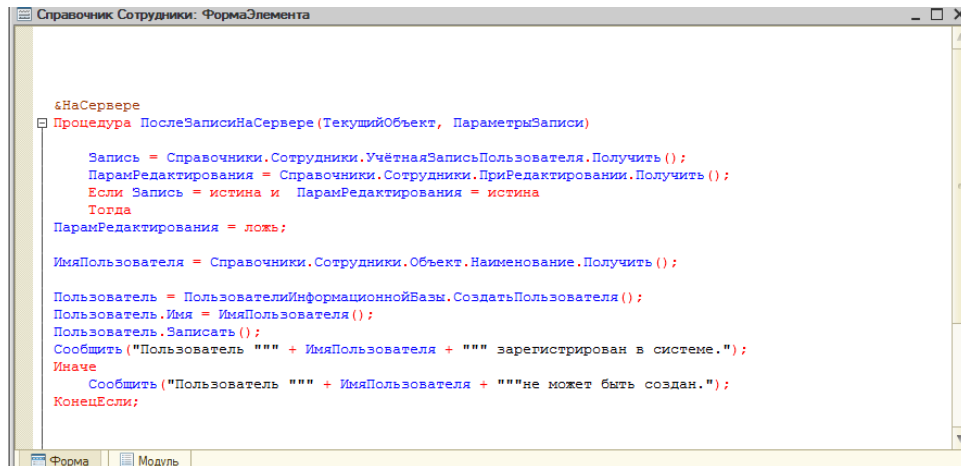


Рис. 3. Модуль формы объекта справочника «Сотрудники»

Сделав это, перейдем в режим «1С: Предприятие» и добавим в справочник двух сотрудников (рис. 4):

- Иванов, должность – сантехник;
- Артемов, должность – программист.

Как видим, галочка в поле «Учетная запись пользователя» у сантехника отсутствует, следовательно, в базе должна была создаваться учетная запись только у программиста.

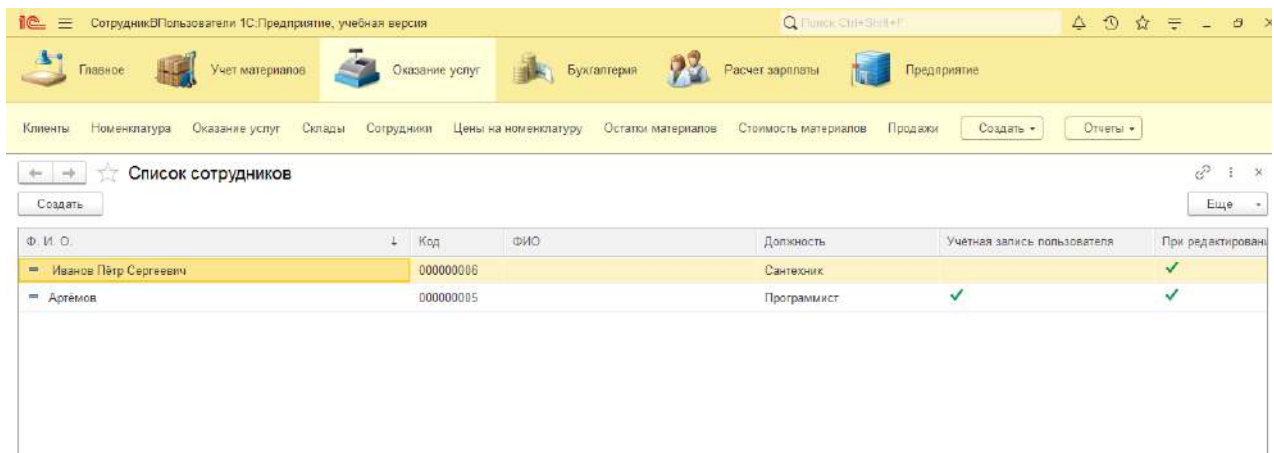


Рис. 4. Добавление в справочник сотрудников

Таким образом, мы рассмотрели структуру алгоритма создания пользователя, основываясь на полученных данных из справочника.

Список литературы

1. Радченко М.Г., Хрусталева Е.Ю. Численные методы 1С: Предприятие 8.2. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. ООО «1С-Пабблишинг», 2013. С. 413–450.

2. Корниенко Д.В. Применение запросов при разработке информационных систем // Сборник материалов III Международной научно-практической конференции «Фундаментально-прикладные проблемы безопасности, живучести, надежности, устойчивости и эффективности систем», посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.А. Пилюгина. Елец: Елецкий государственный университет, 2019. С. 343–348.

3. Курсы по 1С РФ. [Электронный ресурс]. URL: <https://курсы-по-1с.рф/> (дата обращения: 28.03.2021).

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТАБЛИЧНОГО ПРОЦЕССОРА ДЛЯ ВЕДЕНИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Ненкова Т.Д.¹

Научный руководитель: к. ф.-м. н., доцент Игонина Е.В.²

^{1, 2} Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹tanja-nenckowa@mail.ru, ²elenaigonina7@mail.ru

Аннотация. Изучены некоторые возможности табличного процессора Microsoft Excel, используемые в образовательной организации, для ведения бухгалтерского учета и формирования отчетности по сотрудникам. Представлен алгоритм создания автоматизированной системы, позволяющей рассчитывать заработную плату работников в соответствии с определенными заданными критериями.

Ключевые слова: табличный процессор Microsoft Excel, система табличного учета, расчет заработной платы, автоматизированный механизм.

ABOUT THE POSSIBILITIES OF USING THE SPREADSHEET PROCESSOR FOR ACCOUNTING IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS

Abstract. Some features of the Microsoft Excel spreadsheet processor used in an educational organization for accounting and generating income according to statistics have been studied. An algorithm for creating an automated system that allows calculating the wages of employees in accordance with certain specified criteria is presented.

Keywords: Microsoft Excel, spreadsheet system, payroll preparation, automatic mechanism.

Одним из критериев эффективного управления и ведения финансово-экономической деятельности в образовательной организации является использование специализированных программных средств. Microsoft Excel – это программа, предназначенная для представления данных в табличном, графическом виде, а также документирования информации. Рабочие книги MS Excel предоставляют возможность хранения и организации данных, проведения моделирования бухгалтерского учета.

В настоящей работе рассматриваются возможности табличного процессора Microsoft Excel для выполнения бухгалтерского учета и формирования отчетности по сотрудникам образовательной организации. Актуальность выбора Microsoft Excel обусловлена достаточно богатым функционалом для проведения бухгалтерских расчетов, простотой и гибкостью работы с уже заполненными данными таблицами, отсутствием необходимости знания языков программирования, а также возможностью открыто проследить по формулам расчетную модель [1–3]. Ценовой вопрос делает указанный программный продукт доступным для организаций с небольшим количеством сотрудников.

Приведем поэтапный алгоритм создания автоматизированной системы, которая позволит рассчитать заработную плату работников образовательной организации в соответствии с определенными заданными критериями.

1 этап. Создание листа в MS Excel «Личная информация преподавателей». В нем сформируем следующие столбцы: «ФИО», «Дата рождения», «Должность», «Кураторство», «Кафедра», «Пол», «Почта», «Номер телефона», «Номер телефона», «Адрес», «Ученая степень», «Знание языка», «Дата начала работы», «Стаж», «Дата вступления в должность», «Дата окончания должности», «Количество детей». Затем получившуюся таблицу необходимо «Форматировать как таблицу», сделав ее «умной». Данные в столбцы «ФИО», «Дата рождения», «Почта», «Адрес», «Дата начала работы», «Знание языка», «Дата вступления в должность» и «Количество детей» вводятся вручную. В столбце «Должность» создаем выпадающий список со следующими вводными: «Преподаватель», «Старший преподаватель», «Доцент», «Профессор» и «Заведующий кафедрой». Данные в столбцах «Кураторство», «Кафедра» и «Пол» также заполняются с помощью выпадающего списка. В столбце «Номер телефона» создаем маску следующего вида: +7" "(#)" "000-00-00. Благодаря этому появляется возможность вводить номера без «+7» и скобок, что способствует экономии времени. В столбце «Ученая степень» создаем выпадающий список с вводными «Кандидат наук», «Доктор наук» и «Нет». Данные в столбце «Стаж» вычисляются по формуле: =ГОД(СЕГОДНЯ())-ГОД(L2). Она позволяет получать актуальные данные исходя из настоящей даты. Столбец «Дата окончания должности» заполняется автоматически по формуле: =ЕСЛИ(ИЛИ(B2="Профессор";B2="Доцент");

(ДАТА(ГОД(N2)+5;МЕСЯЦ(N2);ДЕНЬ(N2))); "Нет"). Заметим, что указанная формула актуальна для первой ячейки, на ее основании таблица самостоятельно формирует выражения для других.

2 этап. Создание нового листа для расчета заработной платы «Расчет З\П». Добавляем столбцы: «ФИО», «Должность», «Кураторство», «Минимальный оклад», «Средняя нагрузка», «Часовая ставка», «Годовая нагрузка», «Средняя месячная З\П», «Надбавка за кураторство», «Ученая степень», «Надбавка за ученую степень», «Количество языков», «Надбавка за знание языка», «Надбавка за должность», «Стаж», «Надбавка за стаж», «Количество детей», «З\П до налогов», «НДФЛ», «Отчисления в профсоюз», «Компенсация НДФЛ», «Суммарная З\П», «Доплаты до прожиточного минимума». Данные в столбец «ФИО» будут заполняться на основании существующих данных в таблице с личной информацией. Создадим выпадающий список, вписав в графе «Источник» следующее: «Личная ин-я!»\$A\$2:\$A\$22. Данные в столбце «Должность» должны заполняться автоматически на основании выбранной фамилии. Для этого воспользуемся функцией «ВПР». Кроме того, необходимо прибегнуть к помощи функции «Еслиошибка», чтобы избежать появления ошибок в случае незаполненности ячейки в столбце «ФИО». Формула: «=ЕСЛИОШИБКА(ВПР(A2;Таблица8[[ФИО]:[Должность]];2;0);" ")».

Таким же образом данные должны автоматически заполняться в столбцах «Кураторство», «Ученая степень», «Количество языков», «Стаж» и «Количество детей».

Данные в столбце «Минимальный оклад» также заполняются автоматически исходя из указанной должности. Вписываем формулу: «=ЕСЛИМН(B3="Преподаватель";7000;B3="Старший преподаватель";8000;B3="Доцент";9000;B3="Профессор";10000;B3="Заведующий кафедрой";8500;ИСТИНА;0)».

Столбец «Средняя нагрузка» заполняется автоматически». На его основании осуществляется расчет в колонке «Годовая нагрузка» путем перемножения значения средней нагрузки на 12 месяцев. Часовая ставка рассчитывается путем деления минимального оклада на среднюю нагрузку. Умножив часовую ставку на годовую нагрузку и разделив полученное значение на 10, получим среднюю месячную зарплату.

Колонка «Надбавка за кураторство» заполняется автоматически по следующей формуле: «=ЕСЛИ(C2="Да";5000;0)». Если сотрудник является куратором, то он получает надбавку в размере 5000 рублей.

Столбец «Надбавка за ученую степень» также заполняется автоматически по формуле: «=ЕСЛИМН(J2="Доктор наук";D2*5;J2="Кандидат наук";D2*3;ИСТИНА;0)». Если сотрудник имеет ученую степень «Доктор наук», то он получает надбавку в виде 5 минимальных окладов. Имея степень «Кандидата наук» он получает надбавку в виде 3 минимальных окладов.

На рис. 1 представлен фрагмент таблицы «Расчет З\П», содержащий вышеперечисленные составляющие бухгалтерского учета.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	ФИО	Должность	Кураторст	Мин.оклад	Авг.нагрузка	Час.ставка	Год.нагр	Авг.мес.з/п	Надб.за.кур-во	Уч.степень
2	Атыбатых Василий Артемович	Доцент	Нет	9000	70	128,5714286	840	10800	0	Доктор наук
3	Воля Ляисан Юрьевна	Преподаватель	Нет	7000	72	97,22222222	864	8400	0	Нет
4	Елецких Анатолий Борисович	Преподаватель	Да	7000	72	97,22222222	864	8400	5000	Нет
5	Ерофеева Марина Сергеевна	Старший преподаватель	Да	8000	72	111,1111111	864	9600	5000	Кандидат наук
6	Ларина Татьяна Дмитриевна	Доцент	Да	9000	72	125	864	10800	5000	Нет
7	Помогаев Сергей Захарович	Заведующий кафедрой	Нет	8500	72	118,0555556	864	10200	0	Доктор наук
8	Троякина Алиса Васильевна	Профессор	Да	10000	70	142,8571429	840	12000	5000	Кандидат наук
9	Андропова Кристина Алексеевна	Преподаватель	Да	7000	72	97,22222222	864	8400	5000	Кандидат наук
10	Сидоров Валентин Олегович	Заведующий кафедрой	Нет	8500	70	121,4285714	840	10200	0	Нет
11	Крюк Ольга Сергеевна	Старший преподаватель	Да	8000	72	111,1111111	864	9600	5000	Кандидат наук
12	Харламов Павел Артемович	Профессор	Нет	10000	70	142,8571429	840	12000	0	Кандидат наук
13	Воля Ляисан Юрьевна	Преподаватель	Нет	7000	72	97,22222222	864	8400	0	Нет

Рис.1. Фрагмент таблицы «Расчет З\П»

Ячейки в столбце «Надбавка за знание языков» заполняются на основании формулы: =ЕСЛИОШИБКА(ЕСЛИМН(L2=0;0;L2=1;D2*10/100; L2=2;D2*20/100;L2>2;D2*20/100;ИСТИНА;" ");" "). За знание одного иностранного языка сотрудник получает надбавку в виде 10% от минимального оклада, за знание двух и более – в виде 20%.

Колонка «Надбавка за должность». Сотрудник получает надбавку только будучи доцентом или профессором. За «Доцента» он получает 40% от минимального оклада, за «Профессора» – 60%. Формула: =ЕСЛИМН(B3="Профессор";D3*60/100;B3="Доцент";D3*40/100;ИСТИНА;0).

Столбец «Надбавка за стаж» заполняется на основании колонки «Стаж». Формула: =ЕСЛИ(O2<3;D2*10/100; ЕСЛИ(O2>5;D2*30/100; ЕСЛИ(И(O2>3;O2<5);D2*20/100;0))).

На основании полученных данных автоматически заполняется колонка «З\П до налогов». Чтобы рассчитать НДФЛ, умножаем полученное значение зарплаты на 0,13. Отчисления в профсоюз – 1% от зарплаты. При этом по закону сотрудник может вернуть 13% от определенной суммы за каждого ребенка. Если у работника один или два ребенка, то ему возвращается 13% от суммы в 1400 рублей на каждого из них (данные на 2021 год). В случае наличия трех и более детей за каждого из них он получает по 13% от суммы в 3000 рублей. Формула: =ЕСЛИОШИБКА(ЕСЛИМН(ИЛИ(Q2=1;Q2=2); (1400*13/100)*Q2;ИЛИ(Q2=3;Q2>3);(3000*13/100)*Q2;ИСТИНА;0);" ").

Суммируя надбавки и вычитая налоговые удержания, получим «Сумму З\П». Колонка «Доплаты до минимума» необходима затем, чтобы бухгалтер видел сумму, которую необходимо доплатить сотруднику для соответствия значения зарплаты прожиточному минимуму. Например, прожиточный минимум

на 2021 год составлял 12792 рубля, тогда формула будет иметь вид: =ЕСЛИОШИБКА(ЕСЛИ(V2<12792;12792-V2;);" ")).

При изменении данных в таблице с личной информацией одновременно изменяются значения в таблице с расчетами, и пересчитывается зарплата.

Таким образом, с помощью рассмотренного примера продемонстрированы возможности MS Excel как функциональной программы, позволяющей хранить, создавать и обрабатывать информацию, необходимую для проведения бухгалтерского учета в небольших организациях.

Список литературы

1. Колокольникова А.И. Компьютерное моделирование финансовой деятельности: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2020.

2. Мухутдинов А.Р., Файзуллина М.Р. Основы моделирования и оптимизации материалов и процессов в Microsoft Excel: учебное пособие: Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017.

3. Рудяга А.А., Трегубова А.А., Федотова Э.А. Компьютерно-ориентированный практикум по применению статистических методов и моделей: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2016.

ПРИМЕНЕНИЕ «1С:БИБЛИОТЕКА СТАНДАРТНЫХ ПОДСИСТЕМ» ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА, АВТОМАТИЗИРУЮЩЕГО БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ ОРГАНИЗАЦИИ

Иванников И.С.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ivannikov.work@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена описанию конфигурации «Библиотека стандартных подсистем» - одна из немногих конфигураций от фирмы 1С, которая создана для разработчиков, а не пользователей. Сама конфигурация представляет из себя набор подсистем, которые могут использоваться в любых конфигурациях. Также в состав БСП включена целая технология разработки на базе 1С. Библиотека стандартных подсистем позволяет стандартизировать решения и добиться максимальной схожести различных решений от разных разработчиков.

Ключевые слова: библиотека стандартных подсистем, автоматизация, платформа 1С:Предприятие.

**APPLICATION OF "1C:LIBRARY OF STANDARD SUBSYSTEMS"
IN THE DEVELOPMENT OF A SOFTWARE COMPLEX THAT AUTOMATES
BUSINESS PROCESSES OF ORGANIZATION**

Abstract. The article is devoted to the description of the "Library of Standard Subsystems" configuration - one of the few configurations from 1C, which was created for developers, not users. The configuration itself is a set of subsystems that can be used in any configuration. The BSP also includes a whole development technology based on 1C. The library of standard subsystems allows you to standardize solutions and achieve maximum similarity between different solutions from different developers.

Keywords: library of standard subsystems, automation, 1C:Enterprise platform.

Зачастую конфигурации 1С пишутся для пользователей и по их «правилам», поэтому в основном все конфигурации разные, но достаточно часто в них используются одни и те же объекты, которые незначительно отличаются друг от друга. Действительно, сложно представить конфигурацию, где не фигурировали бы такие сущности как номенклатура, контрагенты, пользователи, валюта. И некоторые задачи являются типичными: возможность базового разграничения прав, работа с электронной почтой, задачи пользователям и т.д.

Есть конфигурация, которая облегчает работу разработчика, избавляя его от таких «тривиальных» работ – это «Библиотека стандартных подсистем» (БСП), которая включает в себя набор универсальных функциональных подсистем и фрагменты раздела «Администрирование», предназначенных для использования в прикладных решениях на платформе «1С:Предприятие». Библиотека не является законченным (с предметной точки зрения) прикладным решением, но при этом подсистемы библиотеки могут использоваться в конфигурации-потребителе как все вместе, так и по отдельности.

Самая актуальная версия БСП на сегодняшний день – это Версия 3.1.2.

Версия 3.1.2 является развитием инструментария «1С:Библиотека стандартных подсистем», который предназначен для разработки конфигураций на платформе «1С:Предприятие» версии 8.3.14 и выше. При этом свойство конфигурации «Режим совместимости» должно быть установлено в «Не использовать» при разработке на версии 8.3.14 или в «Версия 8.3.14» при разработке на более старших версиях.

«1С:Библиотека стандартных подсистем» (БСП) предоставляет набор универсальных функциональных подсистем, готовые разделы для пользовательской документации и технологию для разработки прикладных решений на платформе «1С:Предприятие». С применением БСП становится возможной быстрая разработка новых конфигураций с уже готовой базовой функциональностью, а также включение готовых функциональных блоков в существующие конфигурации. Использование БСП при разработке прикладных решений на платформе 1С:Предприятие позволит также достичь большей

стандартизации конфигураций, что уменьшит время на изучение и внедрение прикладных решений за счет их унификации по набору используемых стандартных подсистем.

Входящие в БСП подсистемы охватывают такие области, как:

- Администрирование пользователей и прав доступа;
- Средства администрирования и обслуживания (установка обновлений, резервное копирование, дополнительные отчеты и обработки, оценка производительности и др.);
- Сервисные подсистемы (история изменений объектов, заметки и напоминания, печать, полнотекстовый поиск, присоединенные файлы, электронная подпись и др.);
- Технологические механизмы и программные интерфейсы (процедуры и функции общего назначения, обновление версии ИБ, работа в модели сервиса и др.);
- Нормативно-справочная информация и классификаторы (адресный классификатор, банки, валюты и др.);
- Интеграция с другими программами и системами (обмен данными, работа с почтовыми сообщениями, отправка SMS, рассылка отчетов и др.);
- Прикладные подсистемы и рабочие места пользователей (анкетирование, бизнес-процессы и задачи, взаимодействия, варианты отчетов и др.).

Всего в БСП входит более 60 подсистем. Полный состав подсистем, их назначение, порядок внедрения и рекомендации по использованию приведены в документации к библиотеке (<http://its.1c.ru/db/bspdoc>).

Вместе с подсистемами БСП предлагает и отдельные методики разработки прикладных решений, которые описаны в документации к библиотеке. С использованием БСП значительно легче вести разработку конфигураций, соответствующим всем требованиям «Системы стандартов и методик разработки конфигураций для платформы «1С:Предприятие 8» (<http://its.1c.ru/db/v8std>).

Кроме того, для администраторов и специалистов по внедрению прикладных решений в составе БСП поставляются внешние обработки, которые можно использовать автономно без БСП для решения ряда административных и «ремонтных» задач: консоль запросов, групповое изменение объектов, регистрация изменений на узлах планов обмена, скрывание конфиденциальной информации и др.

Первое внедрение подсистем библиотеки в конфигурацию и обновление версии уже внедренной библиотеки заметно отличаются. В целом процесс внедрения состоит из следующих этапов:

- Перенос объектов метаданных из файла поставки библиотеки в конфигурацию.
- Настройка перенесенных объектов библиотеки.
- Использование объектов библиотеки при разработке конфигурации.

Все функциональные подсистемы, входящие в состав библиотеки, относятся к родительской подсистеме Стандартные подсистемы в дереве объектов метаданных конфигуратора. Подсистемы, предназначенные для конфигураций, рассчитанных на работу в модели сервиса, подчинены подсистеме Работа в модели сервиса.

Для задачи первоначального внедрения библиотеки в прикладных решениях в дистрибутив входит внешняя обработка ПервоеВнедрениеБСП.erf. Она позволяет выбрать подсистемы для внедрения с учетом зависимостей, а также удалить код неиспользуемых подсистем. Для проверки корректности встраивания при первом внедрении библиотеки, а также для проверок при последующих обновлениях версии библиотеки в составе дистрибутива поставляется внешний отчет ПроверкаВнедренияБСП.erf. Он позволяет выявлять различные проблемы внедрения библиотеки (проверка корректности заполнения состава типов, проверка наличия вставок кода и т. п.).

Первое внедрение.

Для выполнения переноса объектов библиотеки в конфигурацию при первом внедрении нужно выбрать в режиме Конфигуратор команду меню Конфигурация – Сравнить, объединить с конфигурацией из файла... В диалоговом окне указать файл поставки библиотеки и подтвердить запрос о постановке к ней на поддержку.

Шаг 1. В открывшемся окне сравнения и объединения конфигураций снять все флажки и отметить переносимые объекты с помощью команды Действия – Отметить по подсистемам файла. Из группы подсистем Стандартные подсистемы выбрать:

- обязательные подсистемы;
- дополнительные подсистемы, обязательные к переносу в конфигурацию для работы в модели сервиса;
- подсистемы, которые требуется внедрить в вашу конфигурацию;
- подсистемы, от которых зависят переносимые вами подсистемы
- Далее нажать кнопку Установить.

Шаг 2. Дополнительно нужно установить или снять флажки для отдельных объектов библиотеки и их свойств.

Далее выбрать режим объединения Взять из файла (Действия – Установить режим для всех...) и нажать кнопку Выполнить. В окне со списком зависимых объектов нажать кнопку Продолжить.

Шаг 3. После завершения сравнения и объединения перейти ко второму этапу – Настройка объектов библиотеки. В зависимости от числа внедряемых подсистем этот шаг может занять от одного до нескольких часов.

После завершения настройки объектов библиотеки рекомендуется проверить корректность внедрения при помощи внешнего отчета [ПроверкаВнедренияБСП.ergf](#), входящего в состав дистрибутива.

Обновление версии библиотеки.

Особенности обновления каждой конкретной версии библиотеки приведены в сопроводительном документе [updateSSL.htm](#), входящем в поставку библиотеки. Как правило, при переходе между редакциями, подредакциями и релизами библиотеки (первая, вторая и третья цифры в номере версии) требуется выполнить дополнительные действия по обновлению, а при переходе между исправительными релизами библиотеки (четвертая цифра в номере версии) никаких дополнительных действий не требуется. В редких случаях, когда дополнительные действия все же необходимы при обновлении на исправительный релиз библиотеки, соответствующие инструкции содержатся не только в [updateSSL.htm](#), но и в файле [readme.txt](#) в разделе Важно.

Для обновления версии библиотеки нужно выбрать команду меню Конфигурация – Поддержка – Обновить конфигурацию. В диалоговом окне указать вариант Выбор файла обновления, задать путь к файлу поставки библиотеки и подтвердить запрос об обновлении версии конфигурации поставщика.

Шаг 1. В новой версии поставки библиотеки могут быть удалены объекты, на которые ссылаются объекты обновляемой конфигурации. Такие ссылки должны быть очищены вручную перед обновлением, чтобы объекты библиотеки были удалены автоматически. Для выявления таких объектов в открывшемся окне сравнения и объединения конфигураций нужно снять все флажки напротив объектов метаданных, затем установить фильтр сравнения и объединения в значение Показывать присутствующие только в старой конфигурации поставщика в группе Новая конфигурация поставщика – Старая конфигурация поставщика.

Далее отметить все объекты метаданных флажками, выбрать режим объединения Взять из новой конфигурации поставщика (Действия – Установить режим для всех...) и нажать кнопку Действия – Поиск неразрешимых ссылок на удаляемые объекты.

После выполнения операции в сообщении будут выведены все объекты конфигурации, которые имеют ссылки на удаляемые объекты библиотеки. Если в списке есть объекты прикладного решения, то необходимо удалить из них ссылки на удаляемые объекты библиотеки и приступить к шагу 2.

Шаг 2. Повторно выполнить команду Конфигурация – Поддержка – Обновить конфигурацию, указав в варианте Выбор файла обновления путь к файлу поставки библиотеки.

В открывшемся окне сравнения и объединения конфигураций снять все флажки и отметить переносимые объекты с помощью команды Действия –

Отметить по подсистемам новой конфигурации поставщика. Из группы подсистем Стандартные подсистемы выбрать:

- обязательные подсистемы;
- дополнительные подсистемы, обязательные к переносу в конфигурацию для работы в модели сервиса;
- все ранее внедренные подсистемы, а также подсистемы, которые дополнительно требуется внедрить в вашу конфигурацию;
- подсистемы, от которых зависят отмеченные выше подсистемы.
- Далее нажать кнопку Установить.

Если подсистема Администрирование была внедрена ранее или планируется ее внедрение, то отметить ее флажком в окне сравнения и объединения конфигураций (объект метаданных «подсистема»).

Выбрать режим объединения Взять из новой конфигурации поставщика (Действия – Установить режим для всех...).

Дополнительно нужно установить или снять флажки для отдельных объектов библиотеки и их свойств согласно инструкциям в таблице 2.6. В зависимости от числа обновляемых и дополнительно устанавливаемых подсистем этот шаг может занять от 15 минут до одного часа.

Затем необходимо отметить к удалению из конфигурации все устаревшие объекты метаданных библиотеки. Для этого установить фильтр сравнения и объединения в значение Показывать присутствующие только в старой конфигурации поставщика в группе Новая конфигурация поставщика – Старая конфигурация поставщика.

Далее отметить все объекты метаданных флажками и нажать кнопку Выполнить. В окне со списком зависимых объектов нажать кнопку Продолжить.

При обновлении на исправительные релизы можно выполнять обновление более автоматизированным способом, что позволит существенно сэкономить время при регулярных (например, еженедельных) обновлениях. Исправительные релизы библиотеки отличаются только четвертой цифрой в полном номере версии, например: 2.3.4.1, 2.3.4.2, 2.3.4.3 и т. п.

Для этого в комплект поставки включена внешняя обработка `ОбновлениеНаИсправительнуюВерсиюБСП.epf`.

Необходимо запустить ее в информационной базе с конфигурацией, содержащей предыдущий релиз библиотеки, и нажать на кнопку Обновить на исправительную версию, указав cf-файл новой версии библиотеки из комплекта поставки. При этом выполняется автоматическое сравнение/объединение с новой конфигурацией библиотеки согласно настройкам, которые соответствуют документации: будут перенесены все поставляемые объекты библиотеки, а переопределяемые при внедрении – объединены с приоритетом конфигурации

поставщика (например, определяемые типы) или пропущены (как например, переопределяемые модули).

После сравнения/объединения конфигурация базы данных не будет обновлена автоматически, что позволяет выполнить сравнение с конфигурацией базы данных и внести правки в измененные объекты: переопределяемые модули, различные локальные исправления и доработки.

После обновления необходимо дополнительно выполнить инструкции из раздела Переход с тестовых версий или Переход с предыдущих версий файла UpdateSSL, если они есть.

Кроме того, в качестве альтернативного варианта по кнопке Сформировать файл настроек предусмотрена возможность сформировать файл настроек сравнения/объединения, который затем можно загрузить в конфигураторе для ручного сравнения/объединения.

При обновлении на новые функциональные релизы (изменение третьей цифры) расстановку флажков в окне сравнения/объединения необходимо выполнять, как и ранее, в конфигураторе, следуя инструкциям, приведенным выше.

Шаг 3. После завершения сравнения и объединения перейти ко второму этапу – Настройка объектов библиотеки.

Прежде всего, на шаге 3 следует обратить внимание на обновление переопределяемых модулей.

После завершения настройки объектов библиотеки рекомендуется проверить корректность внедрения при помощи внешнего отчета ПроверкаВнедренияБСП.erf, входящего в состав дистрибутива.

В целях обеспечения обратной совместимости во всех подсистемах библиотеки предусмотрен программный интерфейс. К нему относятся объекты метаданных библиотеки, которые предназначены для использования в прикладном коде:

- имена и состав параметров экспортных процедур и функций общих модулей, модулей объектов, менеджеров, наборов записей и т. п., которые размещены в области ПрограммныйИнтерфейс;

- имена и состав параметров всех экспортных процедур и функций переопределяемых общих модулей;

- имена объектов метаданных (включая их реквизиты, табличные части и пр.), к которым допускается непосредственное обращение из прикладного кода или из запросов.

В прикладном решении рекомендуется использовать программный интерфейс библиотеки, с тем чтобы существенно минимизировать затраты при переходе на новые версии библиотеки, так как при этом не требуется пересматривать код и адаптировать объекты метаданных прикладного решения под новые требования и возможности библиотеки. Прикладное решение может

уверенно использовать старые возможности библиотеки, не «торопясь» переходить на новые.

В исключительных случаях, когда обратная совместимость не поддерживается, в файле UpdateSSL приведена дополнительная инструкция для разработчиков по адаптации своих конфигураций к новому программному интерфейсу библиотеки. При этом не документируются изменения в служебных процедурах и функциях библиотеки (даже если они являются экспортными), которые не относятся к программному интерфейсу. При непосредственном вызове их из прикладного кода следует учитывать, что они могут быть изменены, перемещены или удалены в следующей версии библиотеки, поскольку являются ее внутренней реализацией.

Список литературы

1. *Глотова М. А.* 1С: Библиотека стандартных подсистем // Наука России: цели и задачи: Сборник научных трудов по материалам XXI международной научной конференции, Екатеринбург, 10 июня 2020 года. Екатеринбург: НИЦ «Л-Журнал», 2020. С. 17–20.

2. *Корниенко Д. В.* Организация взаимодействия информационных систем при автоматизации бизнес-процессов предприятия // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2021. № 2(56). С. 48–54.

3. *Кузнецова Р. В.* 1С: библиотека стандартных подсистем как помощник разработчика // Российская наука: тенденции и возможности: сборник научных статей / Научный ред. Ж.В. Мироненкова. М.: Издательство «Перо», 2021. С. 57–60.

4. *Мишина С. В.* Примеры реализации механизма криптографии в системе 1С:предприятие 8 // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2020. № 4(20). С. 85–93.

5. Информационная система 1С:ИТС. [Электронный ресурс]. URL: <https://its.1c.ru/> (дата обращения: 10.03.2022).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ LAZARUS ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА БУХГАЛТЕРА

Коняев Н.Г.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: nikkon24@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены основные особенности автоматизации рабочего места бухгалтера на примере компании «ИП Бунич». Для автоматизации использована компьютерная программа Lazarus. Полученные результаты направлены на совершенствование методов ведения бухгалтерского учета предприятий малого и среднего бизнеса.

Ключевые слова: автоматизированное рабочее место, программа Lazarus.

USING THE LAZARUS SOFTWARE TO AUTOMATE THE ACCOUNTANT'S WORKPLACE

Abstract. The main features of automation of the workplace of an accountant are considered on the example of the company "IP Bunich". The Lazarus software is used for automation. The results obtained are aimed at improving the methods of accounting for small and medium-sized businesses.

Keywords: workplace, the Lazarus software.

На предприятиях малого и среднего бизнеса работа с информацией происходит с использованием автоматизированного рабочего места (АРМ) и вычислительной техники [1]. В данной работе рассмотрены особенности автоматизации рабочего места бухгалтера с использованием программы Lazarus на примере компании «ИП Бунич».

Бухгалтерия является штатно-структурным подразделением хозяйствующего субъекта, предназначенным для аккумулирования данных об имуществе субъекта и обязательствах перед другими компаниями [2]. Одной из задач бухгалтера заключается в предоставлении отчета о финансово-хозяйственной деятельности компании. Для этого ведется бухгалтерский учет (БУ). В БУ описываются доходы и расходы предприятия, его активы, обязательства и многое другое. С появлением ИТ ведение БУ стало автоматизированным. АРМ бухгалтера позволяет вести обработку данных с помощью текстовых процессоров, систем обработки информации и других систем. Появляются новые программы для ведения БУ. Среди них можно выделить:

- «Мое Дело»;
- «Контур Эльба»;
- «СБИС»;
- «1С Бухгалтерия».

Данные программы позволяют вести учет товаров, разрабатывать отчеты, подготавливать различные документы. Вопросы анализа и синтеза систем автоматического управления рассмотрены в [3].

В данной работе представлен процесс автоматизации БУ компании «ИП Бунич» (г. Елец). Для проектирования БУ была использована программа Lazarus (рис. 1), представляющая собой интегрированную среду разработки программ с использованием компилятора FPC (Free Pascal Compiler), редактора кода, форм, инспектора объектов, отладчика и других инструментов [4].

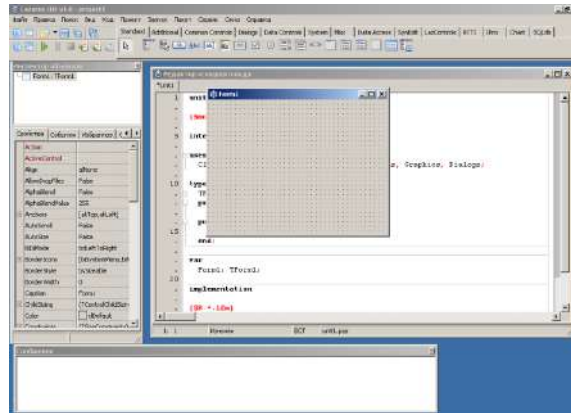


Рис 1. Окно программы «Lazarus»

На рис. 2 представлена главная страница БУ. Переход между объектами БУ осуществляется с помощью кнопок.

БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ КОМПАНИИ ИП БУНИЧ

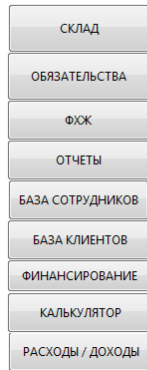


Рис. 2. Главная страница БУ компании «ИП Бунич»

Программа БУ «ИП Бунич» предоставляет необходимую информацию о деятельности компании. На рис. 3 представлен внешний вид вкладки «Склад». На рис. 4 показана вкладка «Финансирование».

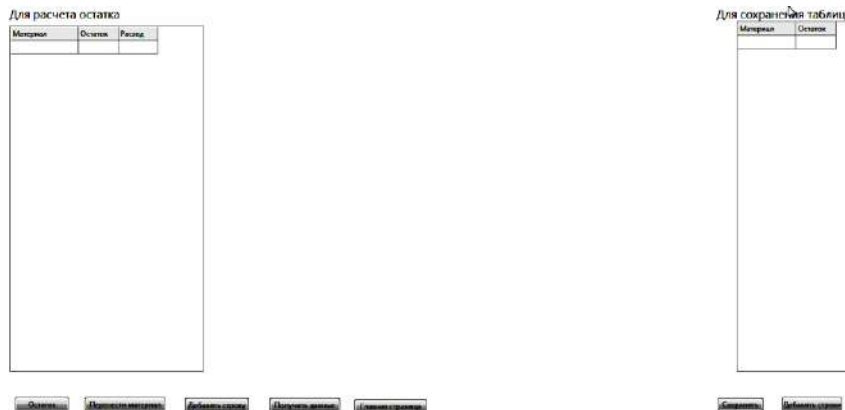


Рис. 3. Вкладка «Склад»

Источник	Сумма
Внутренние	
Банки	
Партнерство	

Сохранить Сумма Главная страница

Рис. 4. Вкладка «Финансирование»

Ввод данных осуществляется с помощью клавиатуры. На каждой вкладке присутствуют кнопки для редактирования, сохранения данных, вычисления суммы доходов. После ввода данных информация сохраняется в специальную папку.

Таким образом, в данной работе представлен процесс автоматизации БУ компании «ИП Бунич» с использованием программы Lazarus. Эта программа не уступает по своим возможностям специальным программам по созданию АРМ для сотрудника бухгалтерии. В дальнейшем планируется работа по оптимизации АРМ для указанной компании.

Список литературы

1. Сердюк В.С., Цорина О.А. Автоматизированное рабочее место инженера по охране труда: конспект лекций. Омск: ОмГТУ, 2008.
2. Ачкасов В.Ю. Программирование на Lazarus. М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016.
3. Масина О.Н., Гладких О.Б. Основы теории управления: учебное пособие. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2016.
4. Бухгалтерия: задачи, организационная структура. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.audit-it.ru/terms/accounting/bukhgalteriya.html> (дата обращения: 01.02.2022).

ВНЕДРЕНИЕ МЕХАНИЗМА РАСШИРЕНИЙ В ТИПОВУЮ КОНФИГУРАЦИЮ 1С

Важенина П.К.¹, Кострикин Р.Э.²

Научный руководитель: к. ф.-м. н., доцент Корниенко Д.В.³

^{1, 2, 3}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

E-mail: ¹p.vazhenina@list.ru, ²norbertcool2001@gmail.com,
³dmkornienko@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена изучению расширения конфигурации 1С. Этот механизм требуется, когда необходимо изменить поведение типовой конфигурации,

сохраняя ее на типовой поддержке. Благодаря расширению конфигурации появляется возможность значительно упростить адаптацию типового прикладного решения под нужды конкретной реализации, конкретного заказчика.

Ключевые слова: 1С, расширение конфигурации, механизм расширения конфигурации, адаптация типового прикладного решения.

IMPLEMENTATION OF THE MECHANISM OF EXTENSIONS INTO A TYPICAL CONFIGURATION 1С

Abstract. This article is devoted to the theoretical study of the extension of the 1С configuration. This mechanism is required when it is necessary to change the behavior of a generic configuration while keeping it on generic support. Thanks to the expansion of the configuration, it becomes possible to significantly simplify the adaptation of a typical application solution to the needs of a specific implementation, a specific customer.

Keywords: 1С, configuration extension, configuration extension mechanism, adaptation of a typical application solution.

Программные продукты «1С» можно найти практически в любой сфере деятельности. Размер организации не имеет значения, так как «1С» используют как небольшие торговые точки, так и компании с огромной сетью филиалов, и каждой из них необходимо автоматизировать свои бизнес-процессы. Бывают ситуации, когда выпущенное готовое прикладное решение дорабатывается с учетом индивидуальных особенностей клиента и его пожеланий.

До появления расширений программистам приходилось отключать конфигурацию от полной поддержки и изменять стандартную конфигурацию. Отказ от полной поддержки влечет за собой ряд неудобств:

- исчезает возможность автоматического обновления, что приводит как минимум к увеличению времени обновления конфигурации;
- требуется высокая квалификация специалиста, обслуживающего программу;
- если изменения были внесены в стандартные объекты типовой конфигурации, то при их обновлении они могут исчезнуть, то есть снова будут заменены стандартными объектами от поставщика.

Цель расширения заключается в том, что нет необходимости изменять типовую конфигурацию. Все изменения происходят в самом расширении, которое представляет собой параллельную конфигурацию, которая автоматически сливается с основной конфигурацией поставщика. Особенность расширения – наличие заимствованных предметов. Вы можете заимствовать любой объект типовой конфигурации с помощью команды «Добавить в расширение» контекстного меню. При расширении данных заимствованного объекта создается копия всех его таблиц с новыми полями, в них переносятся все данные, после чего над ним ведется работа. Обратное переключение происходит при удалении расширения. Заимствованные объекты необходимы расширению, чтобы

убедиться, что типовая конфигурация содержит все те объекты и их свойства, которые необходимы для правильной работы расширения. При каждом подключении расширение проверяет, что заимствованные объекты не изменились в основной конфигурации.

Основные преимущества использования расширения:

- Сохранена возможность обновления конфигурации пользовательского режима;
- Возможность использования нескольких расширений для первоначальной настройки;
- Не требуется высокая квалификация специалиста, посещающего программу;
- Исключена возможность потери измененных объектов и блоков при обновлении;
- Исключена возможность долговременной потери работоспособности модифицированного программного продукта при переходе на новую версию исходной конфигурации;
- Возможность включать и отключать расширения из пользовательского режима;
- Применение исправлений и изменение расширений конфигурации не влияет на текущий пользовательский интерфейс.

Таким образом, мы рассмотрели основные преимущества и возможность использования расширения конфигурации.

Список литературы

1. *Корниенко Д. В.* Механизмы доработки типового функционала конфигураций на базе 1С:предприятие 8 // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2019. № 4(16). С. 64-69.
2. Информационная система 1С:ИТС. [Электронный ресурс]. URL: <https://its.1c.ru/> (дата обращения: 22.02.2022).

ФРЕЙМВОРК DJANGO: ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Потехин Р.В.¹

Научный руководитель: к. п. н., доцент Александрова Л.Н.²

^{1,2} Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹r.poteha@mail.ru, ²alexandrovaludmila@rambler.ru

Аннотация. В статье актуализированы вопросы выбора эффективного инструментального средства, позволяющего создать Интернет-ресурсы, отвечающие

современным требованиям и потребностям. В частности, автором рассматривается применение фреймворка Django при создании веб-сайта организации. Описываются его основные возможности, анализируются достоинства и недостатки.

Ключевые слова: веб-приложение, фреймворк, Django.

DJANGO FRAMEWORK: DEVELOPMENT FEATURES WEB APPLICATION

Abstract. The article actualizes the issues of choosing an effective tool that allows you to create Internet resources that meet modern requirements and needs. In particular, the author considers the use of the Django framework when creating an organization's website. Its main features are described, advantages and disadvantages are analyzed.

Keywords: web application, framework, Django.

В современном информационном обществе специалист в любой сфере деятельности должен уметь создавать Web-сайты, которые являются основными ресурсами глобальной компьютерной сети Интернет и широко используются во всемирной паутине. Так, основным средством создания Web-сайтов является язык разметки гипертекста HTML. Однако, для создания интерактивных Web-приложений этого недостаточно. В частности, современным инструментом, позволяющим вывести качество сайта на новый уровень, является фреймворк Django.

Django – один из наиболее популярных веб-фреймворков, который используется для создания эффективных и привлекательных сайтов и веб-приложений [4].

Фреймворк Django основан на базе языка программирования Python, который также выделяется своей простотой и удобством разработки. Помимо этого, Python включает в себя множество дополнительных библиотек, которые сильно упрощают жизнь разработчику [2].

Изначально Django проектировался для работы под управлением Apache, а также с использованием СУБД PostgreSQL. Однако на сегодняшний день Django может подключать абсолютно любую СУБД и работать на базе любого сервера, что делает этот фреймворк универсальным.

Сама по себе база данных формируется в виде программного кода, что значительно упрощает генерирование схемы БД самостоятельно.

Архитектура фреймворка полностью соответствует базовому паттерну MVC (Модель-представление-контроллер) (рис. 1), который на текущий момент используют во всех веб-системах, так как он наиболее эффективно позволяет распределить нагрузку сайта и отделить важные части от представления пользователя.

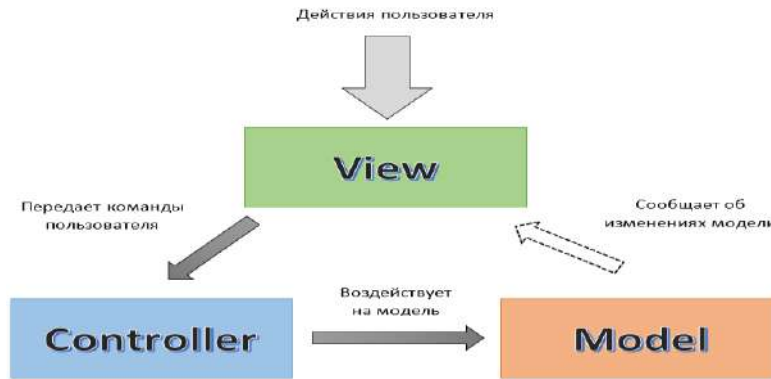


Рис. 1. Паттерн MVC

Однако в Django есть одна особенность, которая не соответствует этому паттерну. Часть «View» здесь представлена как шаблоны (Templates), поэтому иногда встречается название MTV (Модель-Шаблон-Представление) [5].

Рассмотрим основные преимущества данного фреймворка.

Простота использования. Django строился по принципу языка Python. Это сделало его простым в использовании и быстрым для создания нагруженных веб-приложений и сайтов. В этом случае создание веб-приложений и сайтов выглядит максимально доступно, а внедрение сложных технологий описывается несколькими строчками кода.

Безопасность. Фреймворк Django является одним из самых безопасных, так как он включает множество защитных методов от наиболее популярных атак: SQL-инъекция, XSS, CSRF и т.д. [3].

Администрирование. Для любого сайта необходима панель администратора. Фреймворк Django автоматически создает такую панель на основании базы данных, а добавление собственных приложений позволяет ее расширять и дополнять необходимым функционалом [1].

Масштабируемость. Данный фреймворк используется в основном для средних и крупных проектов, но он не подходит для небольших простых решений. Однако, если на протяжении всего жизненного цикла проекта его постоянно планируют дорабатывать, тогда этот фреймворк однозначно подойдет, так как он позволяет без каких-либо сложностей масштабироваться и создавать новые приложения, дополняя общую систему.

Машинное обучение и аналитика. Язык программирования Python является ведущим в области построения моделей машинного обучения и проведения аналитики, а так как Django полностью построен на Python, то на базе данного фреймворка без какого-либо труда можно строить крупные рекомендательные системы, которые используются в современных маркетплейсах (OZON, Wildberries и т.д.).

Однако, как и у любой технологии и фреймворка, у Django имеется ряд недостатков. Рассмотрим их более подробно.

Монолитный. К сожалению, архитектуру базы данных в Django необходимо строить с самого начала и учитывать множество будущих нюансов,

так как в дальнейшем будет достаточно сложно изменять структуру выстроенных таблиц и форм.

Поведение. Django практически не дает внедрять в свою экосистему что-то уникальное, выходящее за рамки фреймворка. Например, если разработчик решит внедрить динамическую статистику отображения заказов в административной панели, то у него уйдут десятки часов на изменение логики самой экосистемы.

Среди наиболее популярных сервисов, которые используют Django можно назвать следующие платформы: YouTube, Spotify, Dropbox и т.д.

Преимущества этого фреймворка значительно превышает его недостатки. Django автоматически формирует базу данных, помогает с модулями аутентификации пользователей, картами сайта и множеством других важных решений, вследствие чего его выбор для разработки Web-приложения является оптимальным решением.

Список литературы

1. Головатый А.Б., Каплан-Мосс Д. Django. Подробное руководство. 2-е изд. Санкт-Петербург: Символ-Плюс, 2010.
2. Дронов В.А. Django 2.1. Практика создания веб-сайтов на Python. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2019.
3. Дронов В.А. Django: практика создания Web-сайтов на Python. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016.
4. Насиров Э.Ф., Кириллов Д.С., Чернова М.В. Фреймворк Django // Современное образование: актуальные вопросы, достижения и инновации: материалы XXXIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 20 декабря 2019 года. Пенза: «Наука и Просвещение», 2019. С. 213–215.
5. Рябова К.М. Фреймворк Django: архитектура и возможности // Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации: материалы XIII Международной научно-практической конференции: в 2 частях, Пенза, 27 января 2018 года. Пенза: «Наука и Просвещение», 2018. С. 118–120.

АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИОТ-ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Каверин О. В.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина
e-mail: kaverin@outlook.com

Аннотация. В статье рассмотрены особенности интернета вещей как современного уровня развития устройств, которые могут объединяться в сеть через интернет или с помощью беспроводных технологий с учетом различных режимов обмена данными. Охарактеризованы аспекты использования IoT-технологий на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: интернет вещей, IoT, сеть, технология, архитектура, приложения.

ASPECTS OF USING IOT TECHNOLOGIES AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

Abstract. The article discusses the features of the Internet of things as the current level of development of devices that can be networked via the Internet or using wireless technologies, taking into account various modes of data exchange. The aspects of the use of IoT technologies in industrial enterprises are characterized.

Keywords: internet of things, IoT, network, technology, architecture, applications.

«Интернет вещей», широко известный как IoT или «Интернет всего» (IoE), представляет собой сеть соединенных физических объектов, которые обмениваются данными с другими устройствами и системами без участия человека. К таким объектам относятся датчики и исполнительные механизмы, умные устройства и преобразователи, микропроцессоры и микроконтроллеры, а также многие другие устройства.

На основе таких устройств построены системы безопасности жилища, системы видеонаблюдения, автономные сельскохозяйственные системы, носимые «мониторы здоровья», «умное» заводское оборудование, биометрические сканеры, логистическое оборудование, различные трекеры активности. «Вещью» можно считать человека со смарт-часами или вживленным кардиомонитором, автомобиль со встроенной системой автоматического оповещения о ДТП, систему автоматической вентиляции или полива в теплице или любой другой объект с уникальным адресом, способный передавать данные по сети.

Устройства экосистемы IoT собирают данные с датчиков, сенсоров и контроллеров и отправляют их на пограничное устройство – шлюз – для дальнейшей передачи в облако или для локального анализа. Устройства внутри экосистемы могут напрямую взаимодействовать друг с другом. Например, основываясь на показаниях датчиков температуры и влажности, исполнительные механизмы управляют вентиляцией, обогревом и поливом в теплице. Система отопления, подчиняясь заданной человеком программе, в ваше отсутствие снизит температуру в помещении до минимально установленной и прогреет воздух до комфортной температуры.

Большую часть работы устройства IoT выполняют без вмешательства человека. Наше с вами присутствие необходимо лишь на этапе настройки системы и для реагирования на сообщения системы о возможных неисправностях ее компонентов. Для связи датчиков и устройств внутри экосистемы IoT используется несколько протоколов, которые отличаются энергопотреблением, средой передачи, дальностью связи и объемом передаваемых данных. Самые известные из них – Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth, сотовая связь, RFID и NFC.

Для IoT устройств, которым важно низкое энергопотребление и длительная автономность, разработаны специальные протоколы связи. Такие, как Zigbee и Z-Wave. Они предназначены для создания локальной инфраструктуры IoT и основаны на маломощных цифровых радиопередатчиках и приемниках малого

радиуса действия. Батарейки от наручных часов хватит для работы такого устройства в течение полутора-двух лет.

Термин «интернет вещей» впервые использовал британский инженер Кевин Эштон (Kevin Ashton) — основатель центра автоматической идентификации в Массачусетском технологическом институте. Он использовал это словосочетание в названии презентации своего проекта, над которым он тогда работал.

Первое IoT-устройство было изобретено в 80-х годах прошлого века в университете Карнеги-Мелона. Студенты этого американского вуза придумали, как заставить вендинговый аппарат по продаже напитков сообщать им температуру внутри аппарата, а также количество оставшихся банок с напитками.

Всплеск интереса к «интернету вещей» связан с популяризацией интернета. В 1990 году, сотрудник Массачусетского технологического института Джон Ромки (John Romkey), впервые подключил к интернету тостер. Годом позже, студенты Кембриджского университета создали систему слежения за уровнем кофе в кофейнике. Они заставили прототип веб-камеры трижды в минуту делать фотографию кофемашины в лаборатории и отправлять эти снимки на компьютеры всех сотрудников. В 2000 году компания LG Electronics представила холодильник с подключением к интернету. Пользователи этого устройства могли с его помощью заказывать продукты онлайн. Позднее появились устройства для контроля за погодой и для отслеживания изменений на фондовых рынках.

Первая международная конференция по «интернету вещей» прошла в 2008 году в Швейцарии.

Сегодня «интернет вещей» широко используется в быту. Например, он стал основой «умного дома» – единая система различных датчиков (задымления, протечки, движения, открытия), источники света, сигналы тревоги, видеокамеры и микрофоны позволяют обеспечить круглосуточный контроль за безопасностью жилища. Всем этим можно управлять из любой точки мира даже со смартфона.

Носимые сенсорные устройства круглосуточно собирают и передают сведения об основных показателях здоровья человека, таких как усталость, аппетит, физическая активность, артериальное давление, содержание сахара и кислорода в крови. Такие системы контролируют соблюдение режима приема лекарств и сигнализируют о случаях падения тела.

Но применение «интернета вещей» не ограничивается лишь бытовой сферой. Он распространен в производственных, транспортных и коммунальных организациях, а также в атомной энергетике. Также «интернет вещей» помогает автоматизировать методы ведения сельского хозяйства.

Возможность мониторинга операций, связанных с инфраструктурой, также является фактором, с которым может помочь IoT. Датчики, например, можно использовать для отслеживания изменений в конструкции зданий, мостов и других сооружений. Это экономит финансы и время, а также обеспечит безбумажный рабочий процесс.

«Интернет вещей» затрагивает все отрасли, включая здравоохранение, финансы, розничную торговлю и производство.

Сегодня к «интернету вещей» подключено более 27 миллиардов устройств. Эксперты ожидают, что к 2030 году это число вырастет до более чем 100 миллиардов устройств.

Обладая множеством достоинств и преимуществ, «интернет вещей» не может не иметь недостатков. Некоторые из них приведены ниже:

1. Проблемы безопасности. Экосистемы «интернета вещей» взаимосвязаны и обмениваются данными по сетям, а значит такие системы могут быть подвержены разного рода сетевым атакам.

2. Конфиденциальность. Системы «интернета вещей» автоматически собирают и хранят огромные объемы данных о разных сферах человеческой деятельности. Разумеется, эти сведения могут представлять интерес для криминальных структур.

3. Сложность. Проектирование, разработка, обслуживание и подключение современных систем к «интернету вещей» – достаточно сложный процесс.

4. Отсутствие международных стандартов. До сих пор нет международного стандарта совместимости IoT-устройств различных производителей. Из-за этого возникают проблемы с их взаимодействием.

5. Высокая зависимость от интернета. IoT-системы сильно зависят от глобальной сети и не могут эффективно функционировать без подключения к ней.

6. Рост безработицы. Замена людей IoT-системами вытеснит с рынка труда мало- и среднеквалифицированных работников. Это может стать причиной роста безработицы.

«Интернет вещей» (IoT) быстро меняет нашу повседневную жизнь и то, как мы ведем бизнес. Сенсорные технологии, а также сбор и анализ данных в режиме реального времени позволяют отслеживать практически любой аспект нашей деятельности. При правильном использовании «интернета вещей» мы можем оптимизировать бизнес-процессы, повысить их эффективность, улучшить здоровье людей, обеспечить безопасность, автоматизировать различные задачи.

Список литературы

1. Connected Device Forecast: Federal Regulations and the Future of IoT. [Электронный ресурс]. URL: <https://iot-today.com/connected-device-forecast-federal-regulations-and-the-future-of-iot> (дата обращения 31.03.2022 г.).

2. Internet of Things (IoT). What it is and why it matters. [Электронный ресурс]. URL: https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/internet-of-things.html (дата обращения 3.04.2022 г.).

3. Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. [Электронный ресурс]. URL:

<https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-019-0268-2> (дата обращения 4.04.2022 г.).

4. Top Internet of Things (IoT) Trends for 2022: The Future of IoT. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.datamation.com/trends/internet-of-things-trends> (дата обращения 4.04.2022 г.).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ TCP/IP

Самсонова К.В.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: alexandrovaludmila@rambler.ru

Аннотация. В статье актуализированы вопросы проектирования и реализации на предприятиях функциональных, надежных и отказоустойчивых корпоративных сетей. Автором предпринята попытка на основе смоделированной производственной ситуации спроектировать такую отказоустойчивую сеть. Были выделены основные помещения, сформулированы требования и необходимые характеристики, выбраны и обоснованы используемые протоколы. Более подробно рассмотрена реализация протокола RIP версии 2.

Ключевые слова: корпоративная сеть, отказоустойчивая сеть, протокол RIP, протокол VLAN, протокол NAT.

DESIGNING FAULT-TOLERANT CORPORATE TCP/IP NETWORKS

Abstract. The article actualizes the issues of designing and implementing functional, reliable and fault-tolerant corporate networks at enterprises. The author has made an attempt to design such a fault-tolerant network based on a simulated production situation. The main premises were allocated, the requirements and necessary characteristics were formulated, the protocols used were selected and justified. The implementation of the RIP protocol version 2 is considered in more detail.

Keywords: corporate network, fault-tolerant network, RIP protocol, VLAN protocol, NAT protocol.

Современные условия ведения хозяйственной деятельности на предприятиях любой формы собственности требуют не только наличия квалифицированного персонала и производственных мощностей, но и передачи огромных информационных ресурсов внутри предприятия и за его пределы. В связи с этим любое производство имеет потребность в наличии сетевой инфраструктуры, характеризующейся не только функциональностью,

надежностью, но и отказоустойчивостью корпоративных систем. Такая сеть должна обеспечивать возможность доступа к разделяемым ресурсам на любом компьютере или сервере в сети. А следовательно, обладать такими качествами как надежность, производительность, расширяемость, масштабируемость, безопасность, управляемость [1, 2].

Таким образом, перед нами стояла задача спроектировать отказоустойчивую сеть некоторого предприятия, имеющего разные помещения, которые можно разделить на две обособленные группы: центральный офис и производство.

Центральный офис находится в отдельном многоэтажном здании, где имеются следующие подразделения: дирекция, бухгалтерия, отдел маркетинга, управление кадрами, отдел информационных технологий. Производство - в промышленной зоне, занимает большую площадь и располагается в разных помещениях.

В соответствии с поставленными задачами по проектированию отказоустойчивой сетевой инфраструктуры нами были проведены следующие мероприятия: разработка и обоснование структуры сети, адресация узлов сети, выбор и обоснование используемых протоколов, обоснование решений по техническому обеспечению сети, контрольный пример реализации сети и его описание.

Более подробно рассмотрим выбор используемых протоколов и обоснование решений по техническому обеспечению сети. Для реализации проекта был выбран протокол RIP версии 2. Выделим примененные в сети протоколы VLAN и NAT.

Протокол виртуальных локальных сетей (Virtual LAN, VLAN) на коммутаторах позволяет локализовать весь трафик, в том числе и широковещательный внутри виртуальной локальной сети. При использовании технологии виртуальных сетей в коммутаторах одновременно решаются задачи повышения производительности в каждой из виртуальных сетей, так как коммутатор передает кадры только назначенным портам в конкретной VLAN. Протокол виртуальных локальных сетей осуществляет изоляцию сетей друг от друга для управления правами доступа пользователей. Для связи виртуальных сетей в общую сеть требуется использование маршрутизаторов уровня распределения.

При создании виртуальных сетей на основе одного коммутатора, используется механизм группирования портов коммутатора. При этом каждый порт приписывается той или иной виртуальной сети. Кадр, пришедший от порта, принадлежащего, например, виртуальной сети с номером 20, никогда не будет передан порту, который не принадлежит этой виртуальной сети. Если к одному порту VLAN с номером 20 подключен сегмент сети, то все узлы такого сегмента будут так же входить в данную VLAN с номером 20. Для построения виртуальной сети на нескольких коммутаторах, коммутаторы соединяют между собой. Коммутаторы могут находиться на удаленном расстоянии друг от друга. На каждом коммутаторе назначаются порты, которые принадлежат одной и той же VLAN. (Например, VLAN 20). Для передачи пакетов между коммутаторами внутри одной VLAN, ис-

пользуют специально разработанный для таких целей протокол стандарта IEEE 802.1Q.

В разрабатываемой сети доступ в Internet от всех рабочих мест происходит через пограничный маршрутизатор автономной системы RouterISP, на котором настроен NAT и который подключен к сервис провайдеру и от него имеет глобальные адреса 85.89.127.1 - 85.89.127.1.5. Адрес 85.89.127.1/29 назначен интерфейсу Gig0/0 маршрутизатора RouterISP. Адрес 85.89.127.6/29 назначен на маршрутизаторе провайдера. Остальные адреса 85.89.127.2-5/29 зарезервированы за предприятием и могут в дальнейшем использоваться.

IP адреса в трехуровневых сетях NET1 и NET2 используются из так называемых частных адресов. Диапазон адресов 172.16.0.0/16 для сети NET1, 172.17.0.0/16 для сети NET2. Адреса 10.1.1.0/24 и 10.1.2.0/24 применяются для организации связи между трехуровневыми сетями NET1 и NET2.

Данные адреса исключены из диапазона централизованно назначаемых адресов. Таким образом, если пакеты с адресами источниками или адресами приемника будут содержать адрес из частного диапазона, то такие пакеты будут отброшены ближайшими маршрутизаторами в сети Internet (маршрутизаторами провайдера).

Для дальнейшего моделирования разрабатываемой сети используем маршрутизаторы Cisco серии 2900. Характеристика: поддерживают встроенные средства аппаратного ускорения шифрования, слоты цифровых сигнальных процессоров (DSP) для обработки голоса и видео, дополнительный межсетевой экран, систему предотвращения вторжений, систему обработки вызовов, поддерживают широчайший спектр проводных и беспроводных интерфейсов, таких как T1/E1, T3/E3, xDSL, медный и оптоволоконный GE.

Протоколы: IPv4, IPv6, статическая маршрутизация, RIP, OSPF, EIGRP, BGP, BGP Router Reflector, IS-IS, IGMPv3, PIM SM, PIM SSM, DVMRP, IPsec, GRE, BVD, механизмы групповой адресации IPv4-IPv6, MPLS, L2TPv3, 802.1ag, 802.3ah, L2 и L3 VPN

Инкапсуляции: Ethernet, 802.1q VLAN, соединение "точка-точка" (PPP), MLPPP, Frame Relay, MLFR (FR.15 и FR.16), HDLC, последовательные интерфейсы (RS-232, RS-449, X.21, V.35, и EIA-530), PPPoE и ATM

Управление трафиком: QoS, CBWFQ, WRED, средства иерархического обеспечения качества обслуживания, PBR, PfR и NBAR.

Контрольный пример реализации проектируемой сети выполнен в программе Cisco Packet Tracer.

Вывод. Таким образом, нами был разработан проект отказоустойчивой сети предприятия с конкретными потребностями. Рабочая модель была выполнена в программе Cisco Packet Tracer и прошла соответствующую проверку, которая продемонстрировала работоспособность спроектированной сетевой инфраструктуры.

Список литературы

1. Бождай А.С., Финогеев А.Г. Сетевые технологии. Ч.1: учебное пособие. Пенза: Изд-во ПГУ, 2005. 107 с.
2. Бройдо В.Л. Ильина О.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: учебник для вузов. 4-е изд. СПб: Изд-во Питер, 2010. 702 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА

Мишукова Ю.Л.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: Mishukova1990@inbox.ru

Аннотация. В настоящей работе рассматриваются актуальные вопросы организации электронного документооборота на предприятии и выбора для этой цели оптимального программного обеспечения. В частности, приведен сравнительный анализ систем электронного документооборота по таким ключевым параметрам как дороговизна решения, поддержка пользователей, удобство использования, наличие функций визуализации и возможности обмена документами с государственными структурами. Автором расставлены акценты на преимущества и недостатки рассматриваемых продуктов, сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: электронный документооборот, система электронного документооборота, SAP R/3, 1C, Microsoft Dynamics Nav, система «Парус».

COMPARATIVE ANALYSIS OF TOOLS FOR THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF AUTOMATED ACCOUNTING TOOL

Abstract. In this paper, topical issues of the organization of electronic document management at the enterprise and the choice of optimal software for this purpose are considered. In particular, a comparative analysis of electronic document management systems is given for such key parameters as the high cost of the solution, user support, ease of use, availability of visualization functions and the possibility of exchanging documents with government agencies. The author focuses on the advantages and disadvantages of the products under consideration, and the corresponding conclusions are drawn.

Keywords: electronic document management, electronic document management system, SAP R/3, 1C, Microsoft Dynamics Nav, "Parus" system.

В настоящее время практически на любом производстве, с одной стороны, происходит уменьшение человеческих ресурсов и их замена машинным трудом, что влечет за собой внедрение различных автоматизированных сред, а, следовательно, и совершенствование бизнес-процессов предприятия и снижения затрат. С другой стороны, каждое предприятие имеет свой определенный документооборот, который подчинен определенному алгоритму, как правило, регулируемому государством. Требования к ведению документации ужесточаются и усложняются с каждым годом, а эффективность ручного документооборота соответственно постоянно снижается. Таким образом, указанные нами факторы приводят к необходимости применения предприятием систем электронного документооборота.

В качестве важных составляющих документооборота выступают следующие этапы: 1) составление документа; 2) передача документов; 3) проверка принятых документов; 4) таксировка, группировка и контировка документов в бухгалтерии; 5) сдача на хранение в архив.

Данные этапы отображают полный жизненный цикл документов внутри предприятия, вне зависимости от того, какого типа является документооборот. В качестве преимуществ систем электронного документооборота можно выделить следующие:

- снижение затрат: внедрение систем позволяют снизить затраты на бумагу, сотрудников и значительно уменьшить заполненность офисного помещения;
- снижение рисков: современные системы электронного документооборота осуществляют свою деятельность согласно федеральным законам Российской Федерации, что в некоторых случаях позволяет снизить риск истечения срока согласования и заключения договоров;
- экономия времени сотрудников: физический поиск документов занимает гораздо больше времени чем электронный, а составление такого отчета может занять целый день, в то время как системы электронного документооборота позволяют сделать его менее чем за минуту.

Как правило, на начальном этапе внедрение системы электронного документооборота на предприятии занимает несколько месяцев: от 1 до 3. За это время настраиваются и заносятся все необходимые данные внутрь системы, а также выстраиваются все бизнес-процессы предприятия.

Рассмотрим существующие системы электронного документооборота и проведем сравнительный анализ по следующим признакам: дороговизна, удобство, наличие дополнительных функций визуализации, наличие подключения к государственным структурам для обмена документами, поддержка пользователей.

Среди наиболее популярных решений выделяют: SAP R/3, Microsoft Dynamics Nav, систему «Парус», «1С».

SAP R/3 (рис. 1). Данная система на рынке российского программного обеспечения появилась сравнительно недавно и наибольшее распространение имеет в странах Запада. Она является модульной, так как внутрь нее входят не только возможности документооборота, а множество различных функций от инвестиций предприятия до планирования производства. Стоимость своих продуктов SAP R/3 определяет в зависимости от количества лицензий и деятельности предприятия, однако, минимальная стоимость данного решения является высокой. Для русскоязычных пользователей данная система может показаться неудобной, так как изначально разрабатывалась под потребности европейских международных крупных компаний. Тем не менее компания постепенно совершенствует свое решение и для российских предприятий. Функции визуализации внутри данной системы имеют достаточно серьезный уровень, имеет соответствующие функциональные возможности по визуализации и документообороту.

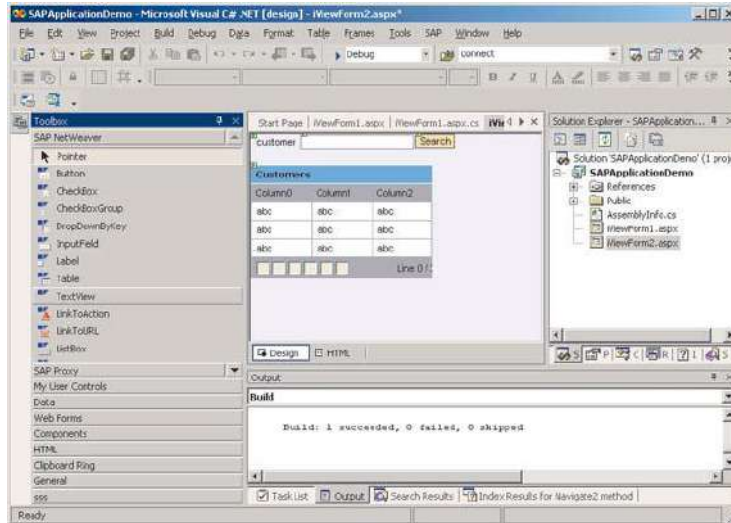


Рис. 1. Система SAP R/3

Подключение к государственным органам и обмен между ними в SAP R/3 реализован не в полном объеме, так как система только лишь взяла свой курс на рынок российского программного обеспечения. Поддержка пользователей является минимальной вследствие того, что не имеет собственных русскоговорящих специалистов, которые разбираются во всех процессах. В случае если специалисты не могут ответить на возникающие вопросы, то они отправляют запрос в головной офис компании, после чего предоставляют ответ [2].

Microsoft Dynamics Nav (рис. 2). Данная система также является зарубежной, однако она имеет сертификацию от Института профессиональных бухгалтеров, департамента методологии бухгалтерского учета и отчетности Минфина России для использования на небольших и средних предприятиях сбыта, обслуживания с любой отраслевой и бизнес-спецификой. В России данная

система распространена в основном среди международных компаний для удобства обмена данными между ними [3].

Стоимость лицензии данного продукта начинается от 400 тыс. руб., однако, если предприятию необходимы дополнительные функции, то стоимость данного продукта может достигать несколько миллионов рублей. Система имеет возможность подключения к государственным органам, правда не ко всем, что ограничивает использование данного продукта некоторыми компаниями. В рассматриваемой системе значительно развиты функции визуализации.

Система «Парус» (рис. 3). Входит в реестр российского программного обеспечения, что позволяет ее использовать не только на базе коммерческих продуктов, но и на базе государственных учреждений.

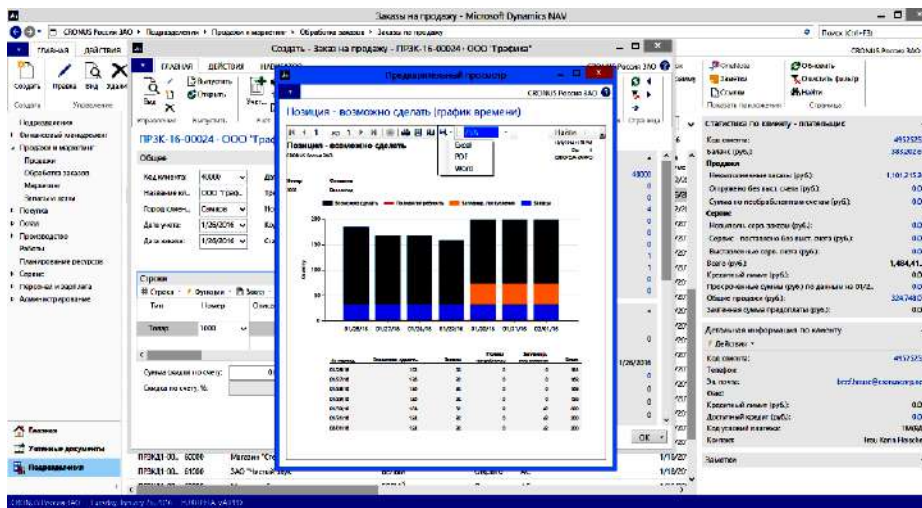


Рис. 2. Система Microsoft Dynamics Nav

Система продается по отдельным модулям, и стоимость решения зависит от их количества. «Парус» предназначен для русскоязычного населения, поэтому его использование не вызовет дискомфорта.

The screenshot shows the 'Парус' system interface. The main window displays a table titled 'Планы проведения ротаций' (Rotation Plans) and a table titled 'Позиции' (Positions). The rotation plans table has columns for 'Тип документа', 'Номер', 'Дата создания', 'Утвержден', 'Корректирование', 'Начало периода', and 'Конец периода'. The positions table has columns for 'Номер', 'Должность', 'ФИО сотрудника', 'Период ротации', 'ФИО замещающего должност', and 'Планируемая должность'. Below these tables are sections for 'Переезд родственников' and 'Расходы'.

Планы проведения ротаций						
Тип документа	Номер	Дата создания	Утвержден	Корректирование	Начало периода	Конец периода
<input type="checkbox"/>	ПР-1	19.12.2012	Нет	Руководство	01.01.2013	01.01.2018
<input type="checkbox"/>	ПР-2	19.12.2012	Да	Правовой отдел	01.01.2013	01.01.2018

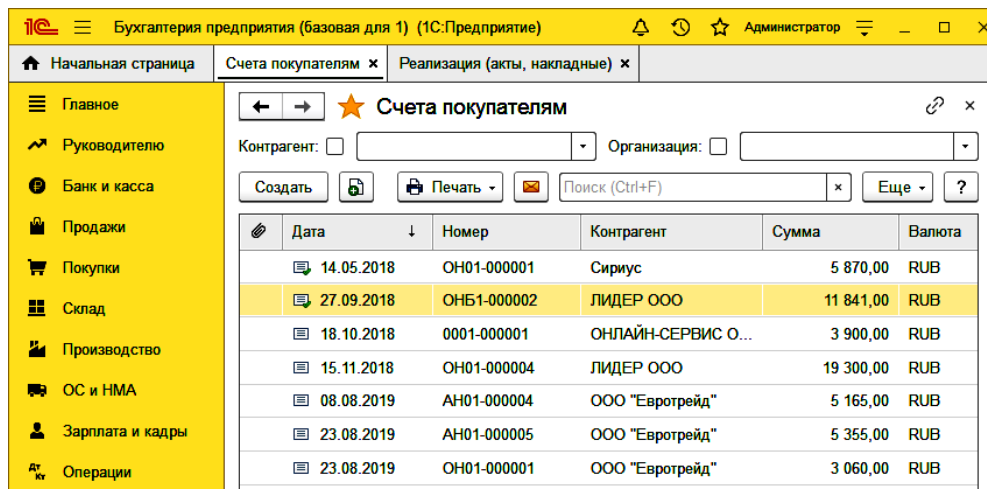
Позиции						
Номер	Должность	ФИО сотрудника	Период ротации	ФИО замещающего должност	Планируемая должность	
<input type="checkbox"/>	1	Начальник правового отдела	Штунд Яков Иванович	3	Фет Виктор Игоревич	Руководитель договорно-правового депар.
<input type="checkbox"/>	2	Зам. начальника правового отдела	Иванов Петр Сергеевич	2	Белов Борис Борисович	
<input type="checkbox"/>	3	Специалист правового отдела	Ленина Мария Яковна	3	Мулина Юлия Сергеевна	Главный специалист правового отдела

Переезд родственников			Расходы		
ФИО родственника	Дата рождения	Связь родства	ФИО родственника	Дата рождения	Связь родства
<input type="checkbox"/>	Иванова Анна Павловна	21.02.1983			Жена
<input type="checkbox"/>	Иванов Артем Петрович	02.04.2005			Сын

Рис. 3. Система «Парус»

Система имеет ограниченный набор функциональных возможностей по визуализации в стандартных модулях, а для расширения данной конфигурации потребуются дополнительные вложения. «Парус» полностью одобрен правительством Российской Федерации для использования на базе любых государственных органов, что говорит о возможности свободного документооборота между ними. Поддержка пользователей осуществляется на высоком уровне, так как компания-разработчик располагается на территории Российской Федерации.

Система «1С». Лидер цифровых решений для государственных и негосударственных компаний. Имеет множество различных конфигураций для любого типа предприятия или учреждения [1]. Систему также можно постепенно дорабатывать под конкретные потребности. Разработчиков для данной системы достаточно большое количество на рынке труда, так что найти сотрудников для ее поддержки не является проблемой.



The screenshot displays the '1С:Бухгалтерия предприятия' interface. The main window title is 'Бухгалтерия предприятия (базовая для 1) (1С:Предприятие)'. The browser tabs show 'Начальная страница', 'Счета покупателям', and 'Реализация (акты, накладные)'. The left sidebar contains a menu with items: Главное, Руководителю, Банк и касса, Продажи, Покупки, Склад, Производство, ОС и НМА, Зарплата и кадры, and Операции. The main content area is titled 'Счета покупателям' and includes search filters for 'Контрагент' and 'Организация'. Below the filters is a table of invoices.

Дата	Номер	Контрагент	Сумма	Валюта
14.05.2018	ОН01-000001	Сириус	5 870,00	RUB
27.09.2018	ОНБ1-000002	ЛИДЕР ООО	11 841,00	RUB
18.10.2018	0001-000001	ОНЛАЙН-СЕРВИС О...	3 900,00	RUB
15.11.2018	ОН01-000004	ЛИДЕР ООО	19 300,00	RUB
08.08.2019	АН01-000004	ООО "Евротрейд"	5 165,00	RUB
23.08.2019	АН01-000005	ООО "Евротрейд"	5 355,00	RUB
23.08.2019	ОН01-000001	ООО "Евротрейд"	3 060,00	RUB

Рис. 4. Система 1С:Бухгалтерия предприятия

Стоимость продукта зависит от конфигурации. Стандартный набор для небольшого предприятия и ведения электронного документооборота обойдется не дороже 25 000 руб. По сравнению с другими продуктами такая стоимость является низкой. Система имеет максимально удобный и привычный интерфейс для бухгалтеров и HR-менеджеров любого предприятия. Программное обеспечение имеет весь необходимый функционал. Конфигурации 1С по умолчанию подключаются к любым необходимым государственным структурам для ведения электронного документооборота. Поддержка пользователей осуществляется на высоком уровне, так как представительства компаний открыты почти в каждом городе Российской Федерации.

Подводя итоги анализа существующих систем для ведения электронного документооборота, можно отметить высокий уровень решений на базе системы 1С, так как они имеют наиболее низкую стоимость и значительную

эффективность в отличие от других программных продуктов, рассмотренных в данной работе.

Список литературы

1. *Волик М.В.* Корпоративные информационные системы на базе 1С:Предприятия 8: учебное пособие. М: Прометей, 2020.
2. *Маззулло Д., Уитли П.* SAP R/3 для каждого. Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2008.
3. *Studebaker D.A., Brummel M., Studebaker C.D.* Programming Microsoft Dynamics Nav. В: Packt Publishing, 2017.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ГИБКИХ ПОДХОДОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Тинькова П.И.¹

Научный руководитель: к.п.н., доцент Воробьев С.В.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹tinkovaa.p@gmail.com, ²vorobsv@mail.ru

Аннотация. В статье представлены основные положения реализации гибких подходов управления применительно к образовательному процессу. Данные подходы позволяют эффективно организовать обучение студентов, подготовить и адаптировать их к реальным задачам, имеющим место в современных постоянно изменяющихся условиях социально-экономического развития.

Ключевые слова: гибкие подходы; обучение студентов; образовательные технологии; повышение эффективности учебного процесса.

FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF FLEXIBLE APPROACHES IN THE PROCESS OF TEACHING STUDENTS

Abstract. The article presents the main provisions of the implementation of flexible management approaches in relation to the educational process. These approaches make it possible to effectively organize students' education, prepare and adapt them to real tasks taking place in modern constantly changing conditions of socio-economic development.

Keywords: flexible approaches; student training; educational technologies; improving the efficiency of the educational process.

С развитием современных технологий происходят постоянные изменения в организации процесса обучения. В таких условиях требуется достаточно быстрая адаптация к глобальным тенденциям. Появившиеся относительно недавно, но уже

получившие широкое распространение при подготовке специалистов, Agile-технологии с концепцией гибких подходов позволяют обучающимся находить новые идеи и применять знания на практике с целью расширения каналов доступа к возможной, но ранее недоступной информации. Такой подход позволяет усилить стремление студентов к повышению качества, актуальности и ценности обучения.

Сами по себе Agile-технологии в управлении представляют некую систему ценностей, которая способствует достаточно быстрой разработке новых продуктов, максимально отвечающих потребностям клиента. При переносе данных методов на процесс обучения могут применяться такие элементы гибких подходов, как командное взаимодействие, игровой подход, обсуждение и улучшение результатов, а также изменение роли преподавателя в ходе взаимодействия со студентами.

Гибкие подходы наиболее эффективны при организации работы в небольших группах, поскольку есть возможность контролировать каждого, и они нацелены на создание чего-то нового, носящего временный характер. В частности, это необходимость вовлечения студентов в процесс организации их образования путем внедрения проектных методов Agile. Они предоставляют студентам возможность для непрерывного осмысленного обучения, при котором роль и нагрузка на преподавателя существенно снижается. Циклы такого образовательного процесса должны повторяться как можно чаще и длиться от пары недель до пары месяцев, причем предпочтение отдается более коротким интервалам, так как позволяет контролировать качество освоения материала. Такие подходы могут быть направлены на разработку учебных курсов, на формирование индивидуальной образовательной программы, а также на педагогическую работу. Это основные направления применения гибких подходов в организации учебного процесса [2].

Реализация учебного контента может осуществляться в виде совместной деятельности нескольких преподавателей, экспертов и обучающихся. Но стоит учесть, что с увеличением количества задействованных в этом процессе участников, эффективность от их работы будет немного снижаться. Предполагается, что в процессе обучения качество получения информации должно зависеть от самого студента, а не от сторонних лиц. При этом технологии, которые используются, должны быть актуальны, а работа в любой момент может быть скорректирована в соответствии с изменениями внешних факторов [1].

Таким образом, гибкие подходы направлены не только на адаптацию полученных знаний к изменяющимся условиям, но и на подготовку студентов к реальным задачам, происходящим на практике, связанным с внедрением новых технологий. Учебный процесс, с точки зрения использования гибких технологий управления проектами, предполагает концентрацию внимания на специальном образом настроенном взаимодействии преподавателя и студента. Для гибкого управления проектами необходимы методы, позволяющие участникам общаться

на всех этапах достижения поставленных задач по поиску и представлению каких-то своих идей и целей. Использование гибких подходов предоставляет широкие возможности для повышения эффективности изучения материала.

Список литературы

1. *Гвоздев В.Е.* Управление программными проектами. М.: Юрайт, 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru/bcode/496651> (дата обращения: 13.04.2022)
2. *Москвин С.Н.* Управление проектами в сфере образования. М.: Юрайт, 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru/bcode/496072> (дата обращения: 13.04.2022)

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ТРИГГЕР ИЗМЕНЕНИЙ ОТНОШЕНИЙ В РОССИЙСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Демина А.Ю.¹

Научный руководитель: Степаненкова Н.М.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹nbobor@mail.ru, ²nmstepanenkova@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается формирование нового тренда развития системы образования, меняющего парадигму отношений. По результатам исследования выделены тренды трансформации отношений, перечислены основные этапы развития новых видов коммуникаций при переводе системы образования в online-формат.

Ключевые слова: система образования, цифровые технологии, online-формат, трансформация, коммуникации.

DIGITAL TECHNOLOGIES AS A TRIGGER OF CHANGES IN RELATIONS IN RUSSIAN EDUCATION

Abstract. The article considers the formation of a new trend in the development of the education system, changing the paradigm of relations. According to the results of the study, trends in the transformation of relations are highlighted, the main stages of the development of new types of interactions when transferring the education system to an online are listed.

Keywords: education system, digital technologies, online-format, transformation, communication.

В последние десятилетия происходит стремительная цифровая трансформация, обеспечивающая фундаментальные преобразования во сферах жизни и деятельности человека. Под ее влиянием возникает «умное» общество,

ориентирующееся на потребности человека, делая его более гибким и креативным.

Под влиянием цифровизации модернизируется рынок труда, исчезает ряд традиционных профессий, происходит рост спроса на неалгоритмизируемый труд. По оценкам специалистов крупнейшей консалтинговой компании Boston Consulting Group (BCG), перспективная потребность в кадрах, имеющих неограниченный доступ к информации и развитые цифровые компетенции к 2025 году достигнет 25% общей численности занятых в мире.

В online-среду переходит все большая часть трудовых отношений, увеличивается доля частичной и нестандартной занятости, требующей формирования новых компетенций и ведущей за собой перестройку всей системы образования.

Особо актуальным данный процесс стал во время глобальной пандемии Covid-19, которая захватила все государства мира и вынудила специалистов обновить свои навыки, адаптироваться к новым формам работы, изменить стратегии развития. Ситуация массового перевода системы образования в online-формат наиболее точно помогла раскрыть понимание самого феномена цифровизации образования, стала стимулом развития новых видов отношений, направленных на разнообразные форматы коммуникаций.

В процессе данной трансформации можно выделить три этапа:

1. Актуализация традиционных форм взаимодействия «ученик-учитель», «учитель – родитель» в виртуальном пространстве;
2. Появление новых форм коммуникаций, увеличение роли обратной связи;
3. Конструирование новых норм взаимодействий и возможностей в этих отношениях.

В российской системе образования взаимодействия между людьми детерминированы прежними структурными правилами, привычными ритуалами и нормами. Однако ориентация делается уже не только на профессиональные знания и опыт педагогов, но и их возможность постоянно меняться для решения новых задач, усовершенствовать процессы, персонализировано подходить к личности каждого обучающегося.

Сам процесс обучения становится гораздо эффективнее, предлагая все необходимое для благополучного усвоения знаний:

1. Использование AR/VR, представляющие высокую степень наглядности, вовлекая обучающихся во взаимодействия с моделями. Технологии позволяют приобрести и усвоить алгоритмы поведения в экстренных и рабочих ситуациях без угроз для жизни и производства.

2. Интеллектуальные экзаменационные порталы, позволяющие избегать проблем в оценке знаний, а также отслеживать подозрительные действия, такие как открытие вкладок, чат-бокс в фоновом режиме, обмен фотографиями и многое другое во время прохождения теста.

3. Улучшение результатов с помощью анализа данных.

Цифровые тенденции в российской системе образования несут в себе определенные риски и угрозу дегуманизации, однако, не использовать их уже невозможно. Технологии позволяют совершить переход в новую эру, однако нужно проделать большую работу, чтобы уровень образования не пострадал.

Список литературы

1. Глобальный управленческий консалтинг. [Электронный ресурс]. URL: [//https://www.bcg.com/en-ru](https://www.bcg.com/en-ru) (дата обращения: 21.04.2022)
2. Клочков В.П., Клочкова Н.М. Некоторые аспекты цифровизации в образовании // Актуальные вопросы полихотомического анализа. 2020. С.100–104.
3. Лазар М.Г. Цифровизация общества, ее последствия и контроль над населением // Проблемы деятельности ученого и научных коллективов. 2022. №4 (34). С. 170–181.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ SCRUM В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

Зверева К.И.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: zvrv.2002@mail.ru

Аннотация. Методика Scrum получила широкое распространение и признание у разработчиков информационных технологий, однако в настоящее время она все чаще используется и в образовании. В статье приводятся основные понятия концепции Scrum, представлены некоторые возможные инструменты использования Scrum-технологий в образовательном процессе вуза, описаны особенности взаимодействия студентов друг с другом в команде и с преподавателем в рамках реализации указанной концепции.

Ключевые слова: Scrum-технологии; особенности eduScrum; подготовка студентов; оптимизация образовательного процесса.

THE POSSIBILITIES OF USING SCRUM TECHNOLOGY ELEMENTS IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE UNIVERSITY

Abstract. The Scrum methodology has been widely adopted and recognized by information technology developers, but now it is increasingly used in education. The article presents the basic concepts of the Scrum concept, presents some possible tools for using Scrum technologies in the educational process of the university, describes the features of students' interaction with each other in a team and with a teacher within the framework of the implementation of this concept.

Keywords: Scrum technologies; features of eduScrum; preparation of students; optimization of the educational process.

В настоящее время сложилась определенная тенденция развития и совершенствования системы образования, при которой в учебный процесс стали внедрять инновационные методики с использованием цифровых и интеллектуальных технологий. С помощью таких методик образовательный процесс можно оптимизировать, повысив не только интерес и вовлеченность обучающихся к получению новых знаний, но и непосредственно качество учебного процесса. Одним из популярных нововведений, которые помогают повысить эффективность профессиональной подготовки студентов вуза, можно назвать технологию Scrum. Данная методика основывается на четкой и совместной организации рабочего процесса, который имеет некоторую аналогию с последовательной разработкой и совершенствованием продукции. В сфере управления этим занимается небольшая команда специалистов, которая координируется владельцем продукта и Scrum-мастером.

Важно заметить, что с приходом в образовательный процесс Scrum-технологий было выделено собственное направление, которое стали называть в дальнейшем eduScrum. Это совместный творческий процесс, в котором группа студентов чувствует ответственность за свою собственную работу и результат учебного процесса. Обучающиеся ставят перед собой цель и составляют план, который помогает правильно организовать их совместную деятельность. При этом лидер группы или преподаватель распределяет роли для каждого члена команды. В процессе всех манипуляций ответственность за обучение частично или полностью переходит от преподавателя к учащимся. Применяя методику eduScrum, студенты учатся перераспределять обязанности, приходить к общему мнению, работать слаженно в команде, а также они приобретают коммуникативные навыки, что необходимо для дальнейших серьезных и сложных проектов в реальной профессиональной деятельности. Данный подход продемонстрировал отличный результат, поэтому в настоящее время многие страны, в том числе и Россия, стали использовать элементы eduScrum в образовательных процессах [1].

В ходе реализации технологии eduScrum в процессе обучения обычно выделяют несколько направлений ее эффективного использования. Так, в первую очередь, данный инструментальный может быть рассмотрен как педагогическая технология, предназначенная для организации образовательного процесса в школе, вузе, а также на дополнительных занятиях. Кроме того, элементы технологии eduScrum могут составлять основу для разработки курсов повышения квалификации, предназначенных для более взрослой аудитории. В настоящее время в России, как и во всем мире, данная методика используется студентами и преподавателями только на некоторых дисциплинах очного и дистанционного

обучения. Основными инструментами для организации и управления студенческими проектами являются: Google Classroom для планов, тем, тестов, заданий и материалов по теме, а также Trello – в качестве Scrum-доски для мониторинга выполнения работ и координации действий участников.

Таким образом, методика eduScrum считается инновационной и не является очень сложной в плане реализации. Для использования eduScrum в образовательном процессе, необходимо иметь правильное представление о ее применении, учитывать методические материалы и указания, изучить соответствующие инструменты и технологии. Методика eduScrum дает учащимся свободу в действиях, развивает умения межличностной коммуникации, умения высказывать и аргументировать свою точку зрения, а в итоге – получать качественные знания, не жертвуя психологическим комфортом.

Список литературы

1. *Москвин С.Н.* Управление проектами в сфере образования. М.: Юрайт, 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru/bcode/496072> (дата обращения: 13.04.2022)

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ПОДДЕРЖКИ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ И САМООБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

Кабанов Р.В.

*Научный руководитель - к. ф-м.н., доцент Гладких О.Б.
Елецкий государственный университет им. И.А.Бунина
e-mail: kabanov.rv@outlook.com*

Аннотация. Рассматриваются основы дистанционного обучения, его методы и формы на основе спроектированной АСДО (адаптивной системы дистанционного образования) по дисциплине «Моделирование системы интеллектуального управления». Приведен пример прохождения онлайн-курса по разделам указанной дисциплины.

Ключевые слова: АСДО, методы, дистанционное обучение, ДОТ.

DEVELOPMENT OF MEANS TO SUPPORT DISTANCE LEARNING AND SELF-LEARNING METHODS BASED ON THE ANALYSIS OF INFORMATION RESOURCES

Abstract. The basics of distance learning, its methods and forms are considered on the basis of the designed ASDO (adaptive system of distance education) in the discipline "Modeling of an intelligent control system". An example of passing an online course in sections of the specified discipline is given.

Keywords: ASDO, methods, distance learning, DOT.

Дистанционное обучение – это особый вид обучения, главной особенностью которого является интерактивность взаимодействия всех участников образовательного процесса. Наличие преподавателя при этом не обязательно, так как дистанционное обучение – процесс самостоятельного изучения материала, с использованием ДОТ (дистанционных образовательных технологий).

ДОТ – информационные и телекоммуникационные технологии, которые позволяющие получать необходимую информацию вне учебного заведения.

К преимуществам ДОТ можно отнести:

- возможность обучаться практически в любое время и в любом месте;
- сокращение общих затрат на обучение;
- сокращение временных затрат на обучение;
- право самостоятельно планировать время, место и продолжительность занятий;
- возможность выбирать интенсивность обучения и уровень загруженности в конкретный момент времени;
- отсутствие ограничения даты поступления в учебное учреждение.

К недостаткам же ДОТ, по сравнению с обычными формами обучения, обычно относят:

- невозможность полноценного использования в некоторых направлениях подготовки (медицинские, технические, технологические и тому подобное); поскольку на расстоянии невозможно обучить целому ряду практических умений и навыков;
- невозможность формирования необходимого опыта работы, такой опыт формируется только во время семинарских, практических и лабораторных занятий, а также в периоды прохождения практики;
- невозможность замены воспитательной работы, направленной на формирование гражданской позиции, стремления трудиться на благо коллектива и происходящей в период обучения в вузе – этому способствует только практическая коллективная работа в учебное время;
- недостаточная аутентификация (подтверждение, установление подлинности информации) пользователя при проверке знаний, то есть невозможность определить, кто «на другом конце провода», потому эта проблема требует специальных мер и навыков у преподавателей-тьюторов (наставников);

Основное отличие ДО от заочного в том, что дистанционное обучение призвано обеспечивать максимальную интерактивность процесса образования, т. е. предполагает интерактивность между обучаемым и преподавателем и обратную связь между обучаемым и учебным материалом, наличие которой позволяет обучаемому осуществлять самоконтроль, самооценку в этом процессе [1].

Основные методы дистанционного обучения:

В зависимости от способа коммуникации преподавателей и обучающихся выделяют следующие методы дистанционного обучения:

- метод обучения с помощью взаимодействия обучаемого, консультируемого либо репетируемого с образовательными ресурсами при минимальном участии

преподавателей, репетиторов, консультантов, научных и технических руководителей;

- метод индивидуализированного преподавания и обучения: для него характерны взаимоотношения одного учащегося, консультируемого студента или школьника, клиента, нуждающегося в научно-технических услугах;

- метод проектов: предполагает комплексный процесс обучения, позволяющий обучаемому проявить самостоятельность в планировании, организации и контроле своей учебно-познавательной деятельности, результатом которой является создание какого-либо продукта или явления;

- метод проблемного обучения: основан на рассмотрении сложных познавательных задач, решение которых представляет существенный практический или теоретический интерес. Роль преподавателя сводится к наблюдению и поддержке, но не более;

- исследовательский метод обучения: характеризуется наличием четко поставленных актуальных и значимых для участников целей, продуманной и обоснованной структуры, широкого использования арсенала методов исследования, использования научных методов обработки и оформления результатов.

Автоматизированная система дистанционного обучения/образования (АСДО) – комплекс автоматизированных систем проверки знаний, обеспечивающих подготовку учащихся по наиболее актуальным для выбранной специальности, вопросам и темам, а также проведение аттестации по программам повышения квалификации в дальнейшем [2, 3].

В качестве примера простейшей АСДО в данной статье рассматривается учебный курс по дисциплине «Моделирование систем интеллектуального управления», разработанный на основе [4], полностью спроектированный на WordPress (версии 5.9.3).

Курс состоит из 6 модулей (каждый модуль – 1 большая тема) и итогового теста по всему курсу (рис. 1).

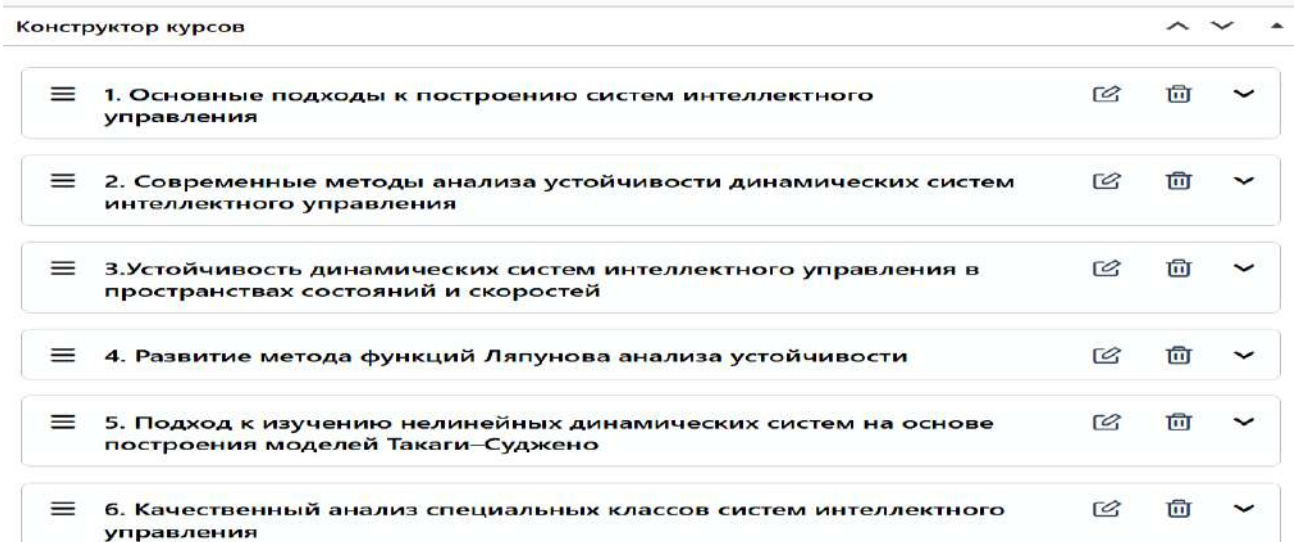


Рис.1. Модули курса

Каждый модуль, в свою очередь, состоит из нескольких небольших тем/уроков (рис. 2).

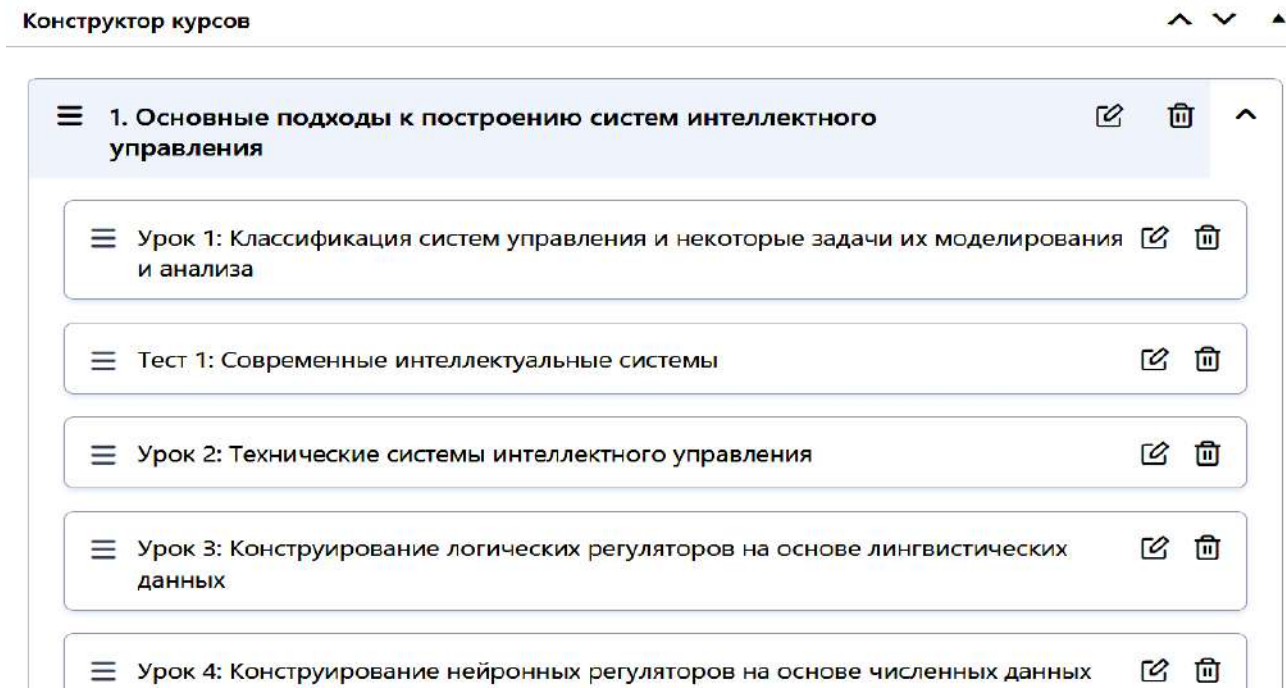


Рис.2. Темы курса

Внутри каждой темы/урока учебный материал быть представлен – как в виде текста с картинками, схемами, видео...; так и в виде небольшого теста на несколько вопросов (рис. 3). Слева на рис. 3 описан процесс прохождения онлайн-курса по главам.

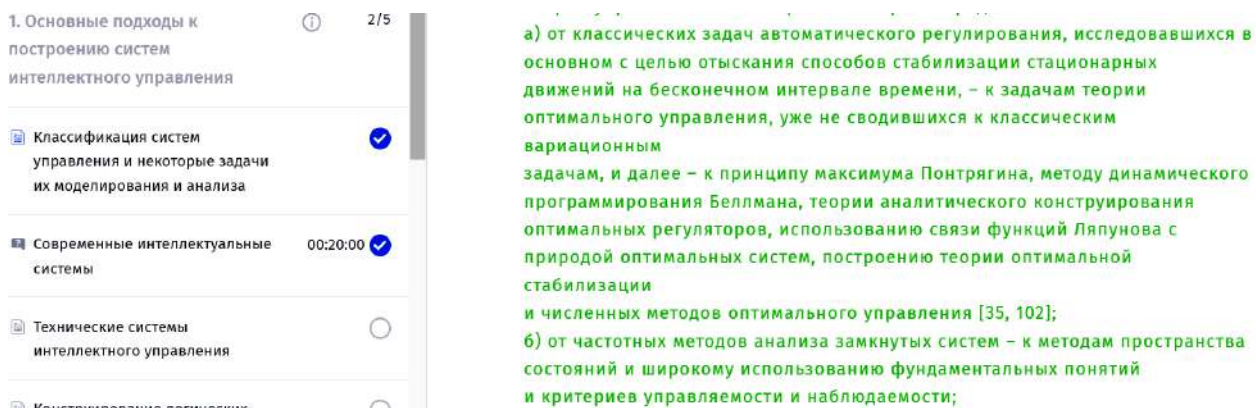


Рис.3. Материал урока

На рис. 4 представлен пример прохождения теста.

3. Аналоговая модель —

Оценки :1.00

а) используются для оценки сценариев, которые меняются во времени.

б) воспроизводит простой «снимок» (или «слепок») ситуации.

в) наименее абстрактная модель — является физической копией системы, обычно в отличном от оригинала масштабе

г) не выглядит как реальная система, но повторяет ее поведение.

Рис.4. Пример прохождения теста

Таким образом, у дистанционных технологий обучения есть свои как положительные, так и некоторые отрицательные стороны. Тем не менее дистанционные технологии являются одной из составляющих образовательного процесса, служат в комплексной организации занятий комбинированного формата, и используются как вынужденная мера при невозможности организации образовательного процесса в традиционной форме обучения.

Список литературы

1. *Щенников С.А.* Открытое дистанционное образование. М.: Эйдос, 2002. 558 с.
2. *Хапаева С.С., Заичкина О.И.* Индивидуализация образовательного процесса в условиях электронного обучения // Ученые записки ИСГЗ. Казань: Институт социальных и гуманитарных знаний, 2016. №2. С. 99–104.
3. Внедрение дистанционного обучения. [Электронный ресурс]. URL: https://crrm.ru/blog/vnedrenije_distancionnogo_obuchenija (Дата обращения 20.03.2022).
4. *Дружинина О.В., Масина О.Н.* Методы анализа устойчивости динамических систем интеллектуального управления. М.: Изд. группа URSS, 2016.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАМКАХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Свечнов В.Д.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: vlad.svechnov48rus@yandex.ru

Аннотация. В статье показаны основные возможности современных цифровых технологий применительно к специфике дистанционного обучения студентов, выявлены положительные и отрицательные стороны использования дистанционных цифровых методов, дано описание некоторых аспектов влияния данной формы обучения на современный образовательный процесс.

Ключевые слова: дистанционное образование, цифровые технологии обучения, информационно-коммуникационные технологии.

FEATURES OF THE USE OF MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE FRAMEWORK OF DISTANCE LEARNING OF STUDENTS

Abstract. The article shows the main possibilities of modern digital technologies in relation to the specifics of distance learning of students, identifies the positive and negative sides of the use of remote digital methods, describes some aspects of the impact of this form of education on the modern educational process.

Keywords: distance education, digital learning technologies, information and communication technologies.

Современная эпидемиологическая ситуация во всем мире, связанная с начавшейся еще в 2020 году пандемией коронавируса, повлекла за собой возникновение большого количества проблем абсолютно во всех сферах жизнедеятельности общества, в том числе и в сфере образования. В результате возникла потребность обратить более пристальное внимание на ранее известную и уже широко распространенную в образовании технологию, которая называется дистанционное обучение. Этот термин обычно характеризует такую форму представления образовательного контента, при которой обучающийся либо в некоторой степени самостоятельно изучает предлагаемый учебный материал, либо ему в этом помогает преподаватель с помощью современных информационно-коммуникационных технологий и средств связи, т.е. без непосредственного контакта между участниками процесса.

Одной из главных особенностей дистанционного обучения является то, что во время занятий студент сам может искать все необходимые для него знания,

пользуясь при этом различными цифровыми ресурсами, образовательными курсами, онлайн-лекциями в интернете, а также другими цифровыми учебными сервисами. Подобные ресурсы студент может использовать и для своего самостоятельного и дополнительного развития. Современные цифровые технологии позволяют это делать, даже не выходя из дома. Достаточно иметь компьютер (ноутбук, планшет или телефон), подключенный к сети интернет.

Дистанционное обучение включает в себя все наиболее эффективные методы традиционного обучения, исключая при этом многие его недостатки. С помощью современных цифровых средств информационно-коммуникационных технологий студент может поддерживать связь с преподавателем практически в любое удобное для обеих сторон время.

Дистанционное образование в текущей ситуации является самостоятельной формой организации образовательного процесса, наряду с которой используются очная, заочная и другие формы обучения. Оно позволяет существенно сократить материальные и временные затраты на процесс обучения, например, время и затрат на проезд до учебного заведения, при этом не требуется платить взносы за аренду помещений при работе с частными репетиторами и т.п. Отдельно стоит сказать о такой категории студентов, которые каким-либо образом ограничены в своих возможностях. Дорога до учебного заведения, как и сам образовательный процесс, могут даваться им очень тяжело. И поэтому дистанционное обучение позволяет им существенно облегчить как сам процесс обучения, так и всю жизнь в целом [1].

Интерес к дистанционному образованию обусловлен развитием технологий в области передачи данных. Они также содействуют развитию коммуникативных навыков людей, формируют в них мировоззрение, при котором самый обычный и банальный процесс обучения превращается в своего рода «игру», в которую студенту хочется «играть», открывают доступ ко всевозможным источникам информации, позволяя обучающемуся самостоятельно находить решение поставленных перед ним задач и, тем самым, повышая в дальнейшем эффективность этого процесса.

Однако стоит добавить, что даже у столь благоприятного процесса обучения имеются и определенные недостатки. К ним можно отнести, например, невозможность постоянного подключения студента к высокоскоростной сети интернет для извлечения образовательного контента; проблема идентификации учащегося при проверке полученных знаний; ограничение на дистанционное обучение по некоторым направлениям профессиональной подготовки; отсутствие у студента достаточно сильной мотивации к обучению и т.п. Таким образом, дистанционное образование имеет определенные положительные черты, но по сравнению с традиционным образованием оно все же пока несколько проигрывает, ведь ничто еще не в состоянии заменить прямого взаимодействия обучающегося с преподавателем.

Список литературы

1. Умаров Б. Преимущества внедрения технологий дистанционного обучения. – Экономика и социум. 2020. №2. С. 424–426.

**АНАЛИЗ СИСТЕМ ВЫЯВЛЕНИЯ УГРОЗ ВТОРЖЕНИЯ
В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ**

Голиков О.В.¹

Научный руководитель: к. п. н., доцент Гнездилова Н.А.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹o.golikov02@yandex.ru, ²nataaelez@mail.ru

Аннотация. В статье проведен анализ систем выявления угроз вторжения в беспроводных сетях. Затронут функциональный контекст деятельности IDS – систем. Отмечено, что их подразделяют по типовому признаку размещения на базе сети или узла. NIDS – системы обнаружения вторжения на базе сети выполняют функцию анализа трафика вследствие реализации совокупности правил, это системы экспертного типа. HIDS – системы обнаружения вторжения располагаются на узлах сети и выполняют функцию слежения за состоянием системных журналов, файловой системой. Использование IDS – систем в беспроводных сетях может быть эффективным при глубоком исследовании свойств такой сети в длительном периоде, наборе данных статистики о ее работе, выявлении проблем со связью, ошибок пользователей.

Ключевые слова: анализ, система, выявление и отражение угроз.

**ANALYSIS OF INTRUSION THREAT DETECTION SYSTEMS
IN WIRELESS NETWORKS**

Abstract. The article analyzes systems for detecting intrusion threats in wireless networks. The functional context of IDS –systems activity is affected. It is noted that they are divided according to the typical feature of placement on the basis of a network or node. NIDS intrusion detection systems perform the function of traffic analysis due to the implementation of a set of rules, these are expert-type systems. HIDS intrusion detection systems are located on network nodes and perform the function of monitoring the status of system logs, the file system. The use of IDS systems in wireless networks can be effective with a deep study of the properties of such a network over a long period, a set of statistics on its operation, identification of communication problems, user errors.

Keywords: analysis, system, identification and reflection of threats.

Выявление и обнаружение угроз вторжения в беспроводных сетях выполняется системами IDS. Их подразделяют по типовому признаку размещения на базе сети или узла [1].

NIDS-системы обнаружения вторжения на базе сети выполняют функцию анализа трафика вследствие реализации совокупности правил, это системы экспертного типа. Разновидностью данных систем являются IDS- системы, ролью которых становится наблюдение за единичным узлом сети.

HIDS-системы обнаружения вторжения располагаются на узлах сети и выполняют функцию слежения за состоянием системных журналов, файловой системой и ее составляющими. Эти системы типизируются по двум признакам: сигнатуры и базы знаний.

В сигнатурных IDS-системах производится анализ происходящих сетевых событий и сравнение их со свойствами, известных ранее атак (сигнатур). При этом необходимо в систематическом режиме выполнять аккумуляцию базы данных сигнатур.

IDS-системы, основанные на базе знаний, вследствие наблюдения за сетью накапливают статистические данные о ее поведенческом характере в условиях нормы и отклонений от нее, ставят метку подозрительности, это статистические системы. Эффективность такой системы определяется выявлением точки отсчета, то есть параметров стабильного поведения сети. Снижение эффективности статистической системы IDS вызывают срабатывания ложных запросов, проблемы коммуникаций скрытых каналов связи, а также искажение установления точки отсчета вследствие прохождения атак ранее этого события.

Оптимальным вариантом для беспроводной сети может и должна стать система IDS, имеющая сигнатурные и статистические функции одновременно.

Многие механизмы выполнения атак, осуществляемых в беспроводных сетях, отображают ярко представленные сигнатуры, и, если они найдены в базе данных, то следует немедленно реагировать на угрозу.

Но случаи, когда механизмы атаки не обнаруживают явных сигнатур, следует внимательным образом следить, не вызывают ли такие механизмы изменения нормального функционирования сети на нижних уровнях стека протоколов. Такими изменениями могут стать нарушение порядка поступления отдельных фреймов либо возрастание нагрузки сети, что является непростой задачей. Эти проблемы присутствуют и в проводных локальных сетях даже при отсутствии таких процессов как отражение, радиопомехи, рассеивание сигнала, рефракция.

Таким образом, использование IDS-систем в беспроводных сетях может быть эффективным при глубоком исследовании свойств такой сети в длительном периоде, наборе данных статистики о ее работе, выявлении проблем со связью, ошибок пользователей.

Список литературы

1. *Васильев В.И.* Разработка модели обнаружения сигнатур атак на основе метода опорных векторов // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Информационная безопасность-2012». Ч. 1. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. С. 192–201.

РАЗРАБОТКА ФОРМЫ АУТЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ БАЗЫ ДАННЫХ СОТРУДНИКОВ КАФЕДРЫ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

Федорин Е.А.¹

Научный руководитель: д. ф.-м. н., доцент Масина О. Н.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹zhenya32455@mail.ru, ²olga121@inbox.ru

Аннотация. Описан процесс создания формы аутентификации для базы данных сотрудников кафедры высшего учебного заведения. Для создания формы использована система управления базами данных Access. Полученная форма позволяет повысить эффективность и безопасность базы данных, а также избежать утечки данных.

Ключевые слова: база данных, Access, форма авторизации, безопасность.

DEVELOPMENT OF THE FORM OF AUTHENTICATION FOR THE DATABASE OF EMPLOYEES OF THE DEPARTMENT OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

Abstract. The process of creating an authentication form for a database of employees of a higher educational institution is described. The Access database management system is used to create the form. The resulting form improves the efficiency and security of the database, as well as avoiding data leakage.

Keywords: database, Access, authorization form, security.

В настоящее время вопросы проектирования и защиты базы данных (БД) являются актуальными при создании информационных систем [1–3]. Любой специалист независимо от сферы деятельности в той или иной мере занимается сбором и накоплением данных, их корректировкой и сортировкой, отбором необходимых данных и прочими операциями [4]. Упростить работу и систематизировать эти данные помогают базы данных, при этом возрастают угрозы нарушения конфиденциальности данных. Хранимая в БД информация требует соответствующих мер по ее защите. В связи с этим разработка средств защиты является важным шагом при проектировании БД. В настоящей работе описан процесс создания формы авторизации для БД сотрудников высшего учебного заведения с целью повышения уровня защиты данных на рабочем месте.

База данных сотрудников кафедры включает в себя следующие формы: «Гранты», «График открытых занятий», «График отпусков», «Курсы от кафедры», «Направления подготовки». Для создания формы авторизации используются следующие элементы конструктора форм (рис. 1):

- четыре элемента «Поле – Свободный»;
 - два элемента «Кнопка», имеющие названия «Авторизация» и «Заккрыть».
- Для кнопки «Заккрыть» выберем действие «Заккрыть базу данных Access».

Поле1	Свободный
Поле2	Свободный
Поле3	Свободный
Поле4	Свободный
Авторизация	Закреть

Рис. 1. Конструктор форм

Удалим элементы «Поле1» и «Поле2». Для полей «Поле3» и «Поле4» установим названия «Пользователь» и «Пароль» соответственно. Для поля «Пользователь - Свободный» введем имя «Логин» на вкладке «Свойства». Для элемента «Пароль - Свободный» дадим имя «Пароль». Для полей «Свободный», у которых были удалены «Поле1» и «Поле2», дадим имя через свойства: текЛогин и текПароль. Теперь необходимо сделать эти поля невидимыми, установив «Вывод на экран» – нет. Для основной формы установим галочку «Всплывающее окно» и «Модальное окно».

Через меню свойств запретим «Переход по записям», «Область выделения», «Полосы прокрутки», «Кнопки навигации» и «Кнопки оконного меню». Для поля «текЛогин» зададим значение по умолчанию «User», «текПароль» - «0000». Выбрав позицию «Макрос», можно просмотреть все имеющиеся в наличии макросы и при этом запустить любой из них на выполнение [5]. Для кнопки «Авторизация» на вкладке «События» введем макрос, представленный на рис. 2.

Для окна ввода пароля установим маску ввода «Пароль». С помощью этой маски при вводе пароля будут отображаться только символы «*». Форма авторизации будет иметь вид, представленный на рис. 3.

При правильном вводе логина и пароля на экран будет выведено сообщение об успешной авторизации. При нажатии «Ок» форма авторизации будет закрыта и можно будет перейти к работе с базой данных (рис. 4). Не пройдя авторизацию, пользователь не сможет перейти к работе с базой данных.

- ☐ Если [Form]![Логин]=[Form]![текЛогин] And [Form]![Пароль]=[Form]![текПароль] то
- Окно сообщения**
- Сообщение Авторизация пройдена успешно!
- Сигнал Нет
- Тип Информационное
- Заголовок Выполняется вход
- ⚠ **ЗакретьОкно**
- Тип объекта Форма
- Имя объекта Авторизация
- Сохранение Нет
- ☐ Иначе
- Окно сообщения**
- Сообщение Неверный логин или пароль!
- Сигнал Да
- Тип Предупреждающее!
- Заголовок Ошибка при авторизации

Рис. 2. Форма построения макроса для кнопки «Вход»

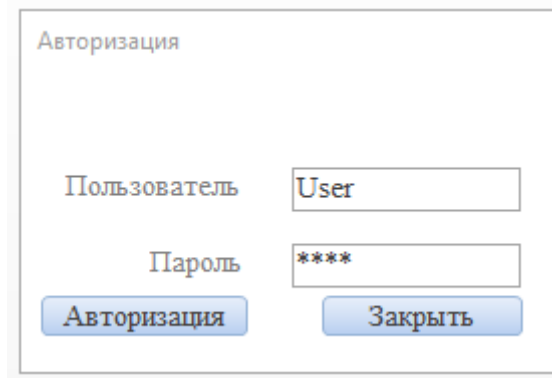


Рис. 3. Форма авторизации

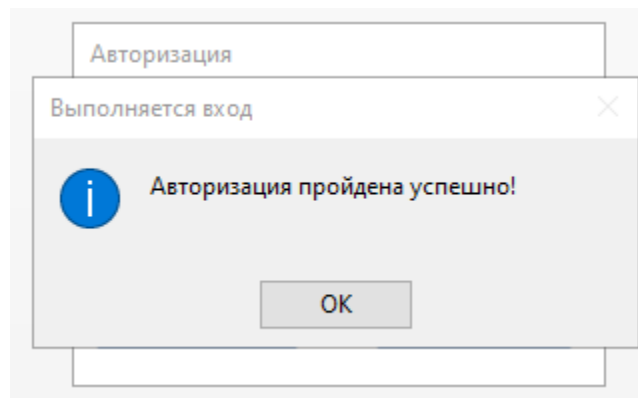


Рис. 4. Уведомление об успешной авторизации

При неправильно введенном пароле будет выведено следующее сообщение (рис. 5).

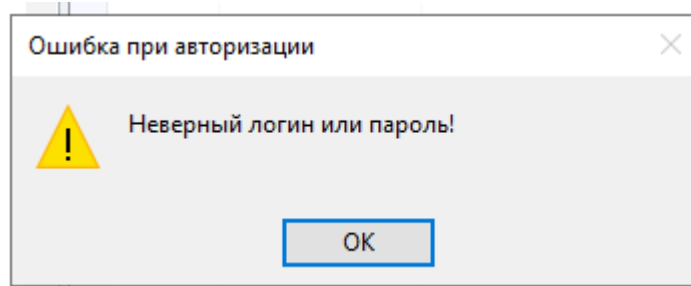


Рис. 5. Уведомление об ошибке при авторизации

Далее в базе данных необходимо отключить контекстное меню в свойствах формы и провести настройку текущей базы данных. Через меню «Настройки» установим форму просмотра «Авторизация». При следующем открытии базы данных для получения доступа к ее содержимому будет необходимо ввести логин и пароль.

Таким образом, в работе описан процесс создания формы аутентификации для базы данных сотрудников кафедры высшего учебного заведения. В случае неверного ввода верного логина и пароля пользователь не сможет закрыть или удалить форму авторизации, а также воспользоваться содержимым базы данных. Разработка подобных средств защиты позволяет сохранить конфиденциальность личных данных пользователей.

Список литературы

1. *Сидорова Н.П.* Базы данных: практикум по проектированию реляционных баз данных: учебное пособие. М.; Берлин: Директ-Медиа, 2020.
2. *Сидорова Н.П., Исаева Г.Н., Сидоров Ю.Ю.* Информационное обеспечение и базы данных: практикум по дисциплине «Информационное обеспечение, базы данных»: учебное пособие. М.; Берлин: Директ-Медиа, 2019.
3. *Масина О.Н.* Информационные технологии в профессиональной деятельности: учебное пособие. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2015.
4. *Столетова Е.А., Яковлева Л.А.* Информационные системы и технологии в экономике и управлении: практикум. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2018.
5. *Бикмухаметов И.Х., Исхаков З.Ф., Лехмус М.Ю.* Разработка учетных приложений в среде MS Office: учебное пособие. М: Прометей, 2018.

МОДЕЛЬ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ КАК ОСНОВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Назаренко И.А.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: inna_nazarenko75@bk.ru

Аннотация. В статье отмечено, что основу проектирования информационной системы составляет процесс построения структурной модели предметной области, отображающей систематизацию ее функциональных составляющих. Модель представляет собой некую систему, где структура и функциональное наполнение становится адекватной предметной области исследования. Рассмотрены требования к содержательному и организационному аспектам процесса разработки структурной модели. Обозначена необходимость построения структурной модели предметной области, что обусловлено сокращением сроков выполнения работ проекта и позволяет минимизировать количество ошибок, ведущих к перепроектированию системы и увеличению экономических затрат.

Ключевые слова: модель, предметная область, проектирование, информационная система.

THE DOMAIN MODEL AS THE BASIS FOR DESIGNING AN INFORMATION SYSTEM

Abstract. The article notes that the basis of information system design is the process of building a structural model of the subject area, reflecting the systematization of its functional components. The model is a kind of system where the structure and functional content becomes adequate to the subject area of the study. The requirements for the content and organizational aspects of the process of developing a structural model are considered. The necessity of building a structural model of the subject area is indicated, which is due to the reduction of the project work deadlines and allows minimizing the number of errors leading to the redesign of the system and an increase in economic costs.

Keywords: model, subject area, design, information system.

Основу проектирования информационной системы составляет процесс построения структурной модели предметной области, отображающей систематизацию ее функциональных составляющих [1]. Модель представляет собой некую систему, где структура и функциональное наполнение становится адекватной предметной области исследования.

Выработаны требования к содержательному и организационному аспектам процесса разработки структурной модели:

- обеспечительная формализация однозначного представления структурного каркаса предметной области;
- графическая полнота и ясность участникам процесса проектирования выполненной модели;
- физическая реализуемость предложенной модели;
- доказательная количественная оценка эффективной реализации построенной модели.

Учет требований выполняется разработчиком через построение системы моделей, где рассмотрены вопросы структуры предметной области и оценки качества выполнения проектной деятельности.

Задачи структурного построения включают рассмотрение структур:

- объектов, информационных и материальных, отображающихся во взаимодействии процессов;
- функций, представляющих взаимосвязь действий по изменению объектов в происходящих процессах;
- управленческих действий, отображающих правила и события воздействия на течение процесса;
- технического сопровождения с указанием топологического размещения и возможностей коммуникационного взаимодействия совокупности технических средств.

Вопросы оценки качества выполнения проектной деятельности рассматриваются в ракурсе:

- времени выполнения задачи;
- затрат на обработку информации;
- надежности действующих процессов;
- оценки показателей эффективности.

Таким образом, необходимость построения структурной модели предметной области обусловлено сокращением сроков выполнения работ проекта и позволяет минимизировать количество ошибок, ведущих к перепроектированию системы и, как следствие, увеличению экономических затрат.

Список литературы

1. Федоров Н.В. Проектирование информационных систем на основе современных CASE-технологий. М.: МГИУ, 2008. 280 с.

ТРИГГЕР И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ

Рожко Н.А.¹

Научный руководитель: к. ф.-м. н., доцент Елецких И.А.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹nekit3499.@tgmail.com, ²yeletsikih.irina@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены приложения триггера для описания функционирования аппаратных средств. Охарактеризованы логические функции, описывающие функционирование схем компьютера. Использование триггера направлено на применение в электронике, психологии, медицине, программировании и в других областях.

Ключевые слова: триггер, логическая функция, статистические и динамические триггеры, синхронные и асинхронные триггеры, прозрачные и непрозрачные триггеры.

TRIGGER AND ITS APPLICATIONS FOR DESCRIPTION OF HARDWARE FUNCTIONING

Abstract. The article discusses trigger applications for describing the functioning of hardware. The logical functions describing the operation of computer circuits are characterized. The use of the trigger is aimed at applications in electronics, psychology, medicine, programming and other fields.

Keywords: trigger, logic function, static and dynamic triggers, synchronous and asynchronous triggers, transparent and opaque triggers.

В широком смысле триггером называют любой импульс или событие, ставшее причиной чего-либо. Термин применяют в электронике, психологии, медицине, программировании и других областях деятельности. В создании микросхем и других устройств так называют элемент, который способен принимать одно из двух стойких состояний (0 или 1) и сохранять их в течение долгого времени. Положение триггера зависит от получаемых им сигналов на прямом и инверсном выходах. Отличительной чертой устройства является то, что его переход из одной позиции в другую обусловлен не только получением внешних инструкций, поступающих от выбранной системы управления, но и посредством обратной связи, т. е. текущее положение элемента зависит от предыстории его работы. Триггер является запоминающим элементом с двумя (или более) устойчивыми состояниями, изменение которых происходит под действием входных сигналов и предназначен для хранения одного бита информации, то есть имеет состояния логического 0 или логической 1. Триггер в психологии – это «спусковой крючок» резкой эмоциональной реакции человека. Чем мощнее воздействие, тем ярче эмоциональный всплеск. Триггером называли какой-то внешний стимул (действие, слово, событие, картинку и т.д.), который приводил к обострению болезни или запускал болезненную реакцию у людей с отклонениями в психике.

Математический аппарат алгебры логики удобен для описания того, как функционируют аппаратные средства компьютера, поскольку основной системой счисления в компьютере является двоичная, в которой используются цифры 1 и 0, а значений логических переменных тоже два: «1» и «0». Логической функцией (logic algebra function) от набора логических переменных $F(x_1, \dots, x_n)$ называется функция, которая может принимать только два значения: истина или ложь (1 или 0). Любая логическая функция может быть задана с помощью таблицы истинности (truth tables), в левой части которой записываются возможные наборы значений аргументов, а в правой – соответствующие им значения функции [1]. Приведем пример приложения триггеров для моделирования искусственных нейронных сетей [2].

Искусственные нейронные сети, аналогично биологическим структурам, перспективны для распределенной обработки информации и могут использоваться для параллельных вычислений. На рис. 1 показана электрическая цепь, которая реализует одну из моделей нейронной сети, известной как модель Хопфилда. Цепь основана на использовании сети соединенных между собой усилителей с резистивно-емкостной связью. Характеристика вход-выход усилителей задается равенством $v_i = g_i(u_i)$, где u_i и v_i – входное и выходное напряжения на i -м усилителе. Функция $g_i(\cdot): R \rightarrow (-V_M, V_M)$ – сигмоидальная функция с асимптотами $-V_M$ и V_M . Эта функция является непрерывно дифференцируемой, нечетной, монотонно возрастающей и $g_i(u_i) = 0$, если и только если $u_i = 0$. Примерами таких функций могут служить следующие:

$$g_i(u_i) = \frac{2V_M}{\pi} \arctan\left(\frac{\lambda \pi u_i}{2V_M}\right), \lambda > 0$$

$$g_i(u_i) = V_M \frac{e^{\lambda u_i} - e^{-\lambda u_i}}{e^{\lambda u_i} + e^{-\lambda u_i}} = V_M \operatorname{th}(\lambda u_i), \lambda > 0,$$

где λ определяет угол наклона $g_i(u_i)$ в $u_i = 0$. Такая сигмоидальная вход-выходная характеристика может быть реализована с использованием операционных усилителей.

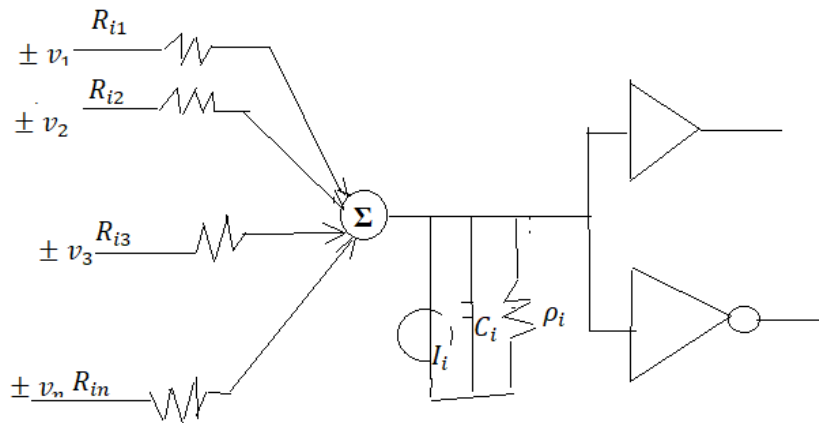


Рис. 1. Модель Хопфилда

Для каждого усилителя в сети существует инвертирующий усилитель с выходом (выходным напряжением) $-v_i$, что позволяет выбрать знак выхода усилителя, соединенного с определенной входной линией в сети. Выходы v_i и $-v_i$ обычно обеспечиваются двумя выходными терминалами той же цепи операционного усилителя. Описанную выше пару нелинейных усилителей называют «нейроном» [2]. Цепь содержит также резистивно-емкостный элемент на входе каждого усилителя. Емкость $C_i > 0$ и сопротивление $\rho_i > 0$ представляют собой функционирование цепи, состоящей из n усилителей, описывается системой из n дифференциальных уравнений первого порядка. Для того чтобы описать модель состояния такой системы, выберем в качестве переменных состояния $x_i = v_i, i = 1, 2, \dots, n$. Точками равновесия системы являются корни системы из n уравнений

$$0 = \sum_j T_{ij} x_j - \frac{1}{R_j} g_i^{-1}(x_i) + I_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Эти точки определяются сигмоидальными характеристиками, линейной резистивной связью и входными токами. Альтернативная модель состояния может быть получена, если выбрать в качестве переменных состояния $u_i, i = 1, 2, \dots, n$. Анализ свойств устойчивости такой нейронной сети существенным образом связан с выполнением условия симметрии $T_{ij} = T_{ji}$. Это условие позволяет представить правую часть уравнения состояния в виде градиента скалярной функции. Исследуем свойства устойчивости сети, рассматривая ее как взаимосвязанную систему, состоящую из подсистем, каждая из которых представляет отдельный нейрон. Предположим, что система имеет конечное число изолированных точек равновесия. Каждая точка равновесия u^* удовлетворяет уравнению

$$0 = \sum_j T_{ij} g_j(u_j^*) - \frac{1}{R_i} u_i^* + I_i,$$

где $i = 1, 2, \dots, n$ и $g_i(\cdot)$ – сигмоидальные функции, I_i – постоянная сила тока в усилителях $R_i > 0$ и $C_i > 0$. Математическая модель нейронной сети исследовалась на устойчивость с использованием принципа инвариантности Ла-Саля в условиях предположения о симметричности матрицы T . Свойства устойчивости сети можно исследовать, как взаимосвязанную систему, состоящую из подсистем, каждая из которых представляет отдельный нейрон. В случае взаимосвязанных систем упрощение достигается при разложении исходной системы на несвязанные друг с другом системы меньшего порядка. Упрощение может быть достигнуто, если в исходной системе медленно меняющиеся входы рассматриваются как постоянные параметры.

Таким образом, на этапе конструирования аппаратных средств алгебры логики позволяет значительно упростить логические функции, описывающие функционирование схем компьютера, и, следовательно, уменьшить число элементар-

ных логических элементов, из десятков тысяч, которых состоят основные узлы компьютера.

Список литературы

1. *Новожилов О.П.* Основы цифровой техники: учебное пособие. М.: «Радиософт», 2004. 528 с.
2. *Халил Х.К.* Нелинейные системы. М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2009. 832 с.

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Соломенцева Е.С.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: liza1771@yandex.ru

Аннотация. В статье отмечено, что в основу процессного подхода положено утверждение об акцентировании передачи управления структурными подразделениями к управлению сквозными бизнес-процессами, взаимосвязывающими деятельность этих подразделений. Главным принципом процессного подхода является необходимость выполнять структурирование проектируемой системы согласно выполняемой деятельности и бизнес-процессам компании. Построение процессной модели выполняется, основываясь на постулатах, что диаграмма верхнего уровня содержит информацию о взаимодействии главного процесса с внешними сущностями; декомпозиция следующего уровня отображает бизнес-процессы в тематических группах и их взаимодействие; детализация каждой деятельности выполнена с представлением ее бизнес-процессов, а детализация бизнес-процессов с представлением бизнес-функций; бизнес-операции описаны в миниспецификациях. В результате применения процессного подхода осуществляется реинжиниринг структуры как системы бизнес-процессов, удаляется фрагментарность, дублирование, разрывы в цепочках действий, снижаются затраты в финансовой сфере, нерациональность использования кадровых ресурсов.

Ключевые слова: процессный подход, бизнес-процесс, проектирование, информационная система.

PROCESS APPROACH IN THE DESIGN OF INFORMATION SYSTEMS

Abstract. The article notes that the process approach is based on the statement about the emphasis on the transfer of management of structural units to the management of end-to-end business processes that interconnect the activities of these units. The main principle of the process approach is the need to structure the designed system according to the activities performed and the business processes of the company. The process model is built based on the postulates that the top-level diagram contains information about the interaction of the main

process with external entities; the decomposition of the next level displays business processes in thematic groups and their interaction; the detailing of each activity is performed with the representation of its business processes, and the detailing of business processes with the representation of business functions; business operations are described in minispecifications. As a result of the application of the process approach, the structure is reengineered as a system of business processes, fragmentation, duplication, gaps in the chains of actions are removed, costs in the financial sphere are reduced, the irrationality of the use of human resources.

Keywords: process approach, business process, design, information system.

В основе процессного подхода находится утверждение об акцентировании передачи управления структурными подразделениями к управлению сквозными бизнес-процессами, взаимосвязывающими деятельность этих подразделений. Всякий бизнес-процесс в компании осуществляется специалистами в структурных подразделениях, и, как правило, управленческий процесс основан на руководстве подразделениями, а отдельно управление процессами отсутствует.

При этом в структурном построении компании отсутствует учет оптимизационных мер в отношении бизнес-процессов, выполняющих нужные функции.

Процессный подход позволяет в части организационной деятельности компании выполнить:

- передачу полномочий и ответственность конкретному исполнителю;
- установку акцентов на обеспечительное качество;
- снижение степеней принятия решений;
- учет фактора целевого управления с командной конфигурацией труда;
- автоматизацию бизнес-процессов.

Категория «Процессный подход» трактуется учеными следующим образом: «любая деятельность, или комплекс деятельности, в которой используются ресурсы для преобразования входов в выходы, может рассматриваться как процесс. Чтобы результативно функционировать, организации должны определять и управлять многочисленными взаимосвязанными и взаимодействующими процессами. Часто выход одного процесса образует непосредственно вход следующего. Систематическая идентификация и менеджмент применяемых организацией процессов, и особенно взаимодействия таких процессов, могут считаться процессным подходом» [1].

Главным принципом процессного подхода является необходимость выполнять структурирование проектируемой системы сообразно выполняемой деятельности и бизнес-процессам компании. Построение процессной модели выполняется, основываясь на постулатах, что диаграмма верхнего уровня содержит информацию о взаимодействии главного процесса с внешними сущностями; декомпозиция следующего уровня отображает бизнес-процессы в тематических группах и их взаимодействие; детализация каждой деятельности выполнена с представлением ее бизнес-процессов, а детализация бизнес-

процессов с представлением бизнес-функций; бизнес-операции описаны в миниспецификациях.

Процессный подход позволяет подойти к системному комплексному рассмотрению всех аспектов жизнедеятельности компании, в результате чего становится возможным построение модели с помощью Case – средств модели деятельности «Как есть», позволяющей проверить рациональность проведения процессов и выявить узкие места, тормозящие их развитие. Далее компания осуществляет реинжиниринг бизнес-процессов с целью их оптимизации, и строится модель «Как должно быть», в соответствии с которой проектируется информационная система.

В результате применения процессного подхода осуществляется реинжиниринг структуры как системы бизнес-процессов, удаляется фрагментарность, дублирование, разрывы в цепочках действий, снижаются затраты в финансовой сфере, нерациональность использования кадровых ресурсов.

Список литературы

1. Федоров Н.В. Проектирование информационных систем на основе современных CASE-технологий. М.: МГИУ, 2008. 280 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Андропов Д.В.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: Dimonx4team@gmail.com

Аннотация. Анализируются основные языки программирования, используемые для разработки мобильных приложений. Анализ проводится для каждой из платформ по ключевым параметрам: сложность разработки, удобство разработки, наличие встроенных библиотек и информации для обучения. Охарактеризованы технические возможности рассмотренных языков программирования.

Ключевые слова: Swift, Objective-C, Java, Kotlin, Xamarin, сравнительный анализ, мобильная разработка.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PROGRAMMING LANGUAGES USED FOR MOBILE APPLICATION DEVELOPMENT

Abstract. The main programming languages used for the development of mobile applications are analyzed. The analysis is carried out for each of the platforms according to key parameters: complexity of development, ease of development, availability of built-in libraries and information for training. The technical capabilities of the considered programming languages are characterized.

Keywords: Swift, Objective-C, Java, Kotlin, Xamarin, comparative analysis, mobile development.

Введение. Современный мир уже нельзя представить без мобильных телефонов. Смартфоны плотно вошли в жизнь человека, что и повлияло на стремительный рост популярности мобильных приложений. Ранее мобильные телефоны использовали только как средство связи, но на данный момент его функционал значительно расширяется не только из-за улучшения самого устройства, но и с развитием мобильной разработки.

Целью мобильной разработки является как удовлетворения определенных потребностей пользователя, так и автоматизация определенных повседневных действий. Мобильные приложения обладают высокой доступностью и удобством для пользователя. Соответственно, его наличие является оптимальным решением для организации любой области деятельности [1].

На данный момент наиболее популярные платформы мобильных телефонов – это iOS и Android. Разработка приложений для данных платформ осуществляется обычно на разных языках программирования и с использованием разных технологий, так как универсальные языки не позволяют достигнуть высокой работоспособности на двух платформах одновременно. Именно по этой же причине в карьерной сфере происходит деление разработчиков в зависимости от платформы, на которой они разрабатывают. Соответственно в данной статье данные платформы тоже будут подразделяться при проведении сравнительного анализа.

Критерии оценки. При выборе технологии программирования важно определить, какие характеристики системы являются для определенной ситуации самыми приоритетными [2]. Ведь не всегда язык программирования является универсальным средством и зачастую разработчики программного обеспечения выбирают стек технологий в зависимости от потребностей клиента.

Список критериев, по которым будет произведена оценка технологий, будет следующим:

- сложность разработки – сложность освоения языка программирования, а также базовых паттернов, используемых для реализации мобильных приложений;
- удобство разработки – развитость существующих интегрированных сред разработки и отладки;

- наличие библиотек – наличие дополнительных инструментов, упрощающих написание любых приложений;
- информация для обучения – наличие полной технической документации и дополнительной литературы по данному языку программирования.

Технологии. В качестве платформ, как уже говорилось ранее, будут рассматриваться наиболее популярные – это iOS и Android.

Среди языков программирования для платформы Android возьмем наиболее популярные, а именно: Java, Kotlin, Xamarin. А для платформы iOS будут: Objective-C, Swift, Xamarin.

Анализ. Каждый язык будет описан в соответствии с приведенными выше критериями, где будут выявлены основные плюсы и минусы, после чего будут сделаны выводы о том, какой именно язык использовать для каждой из платформ.

Рассмотрение платформ и языков программирования будет осуществляться в том же порядке, что и указан выше.

Java – наиболее востребованный язык объектно-ориентированного программирования не только на рынке мобильной разработки. Данный язык имеет высокую популярность при разработке банковских систем, так как имеет высокую надежность и защищенность программного кода. Сложность разработки на данном языке средняя, так как функциональность мобильного приложения будет напрямую зависеть от архитектуры приложения, однако сам язык позволяет увидеть множество проблем еще на этапе разработки, что значительно ее упрощает.

Java поддерживается в достаточно большом количестве интегрированных сред разработки, однако разработчики придерживаются по большей части только IntelliJ IDEA, так как она является специализированной и имеет очень широкий функционал для профессиональной разработки.

Первая версия Java вышла еще в январе 1996 года, которая распространялась бесплатно с возможностью доработок, что позволило значительно расширить базовый функционал и возможности дополнительных библиотек, которые вошли в общую документацию проекта и расширяются до сих пор. Большой период между первой и последней версией Java позволил также опередить все языки мобильной разработки в количестве реализованного функционала в виде дополнительных библиотек, а также в наличии большой документации и технической литературы.

Kotlin. Молодой язык программирования, который полностью направлен на разработку мобильных приложений. Синтаксис полностью напоминает язык программирования Java и более того является практически точным аналогом этого языка, за исключением дополнительных возможностей, которые были добавлены для еще большей простоты разработки мобильных приложений.

Kotlin является наиболее удобным языком программирования для разработки мобильных приложений под Android, так как весь его функционал направлен как раз только лишь на эту область. Среды разработки абсолютно

идентичны с языком Java, так как Kotlin является его ответвлением, однако он имеет больший набор средств для проектирования и разработки мобильных приложений, в том числе специализированных библиотек.

Несмотря на то, что Kotlin выпустили в 2011 году, он имеет достаточно хорошую документацию и техническую литературу. Поддержку документации осуществляет коммерческая фирма JetBrains, специализирующаяся на разработке интегрированных сред разработки.

Xamarin. Данный язык является разработкой компании Microsoft и работает на базе технологии .NET. Данный язык востребован среди разработчиков C# и работает как под платформу iOS, так и под платформу Android. Данный язык является менее востребованным, так как он хуже взаимодействует с архитектурами мобильных операционных систем. Сложность разработки средняя, так как язык разработки сделан полностью по подобию Java и схож с его основными концепциями. Для разработки используется только одна среда, а именно Microsoft Visual Studio, которая поддерживается фирмой Microsoft. Среда имеет достаточно большое количество инструментов как для создания, так и для тестирования и отладки приложений. Xamarin вышла в 2011 году и так как его предшественника не использовали для мобильной разработки, у него не набралось достаточное количество существующих библиотек, которые значительно бы упрощали разработку. Помимо этого, его низкая популярность не способствовала росту технической литературы, что затрудняет его изучение.

Objective-C. Объектно-ориентированный язык, разработанный компанией Apple, специально для своей платформы. Язык был сделан на базе Си, в котором сохранились все его концепции и правила. Сложность разработки высокая, так как существует множество низкоуровневых исключений, которые следует обрабатывать, иначе возможны утечки оперативной памяти или переполнение буфера и легкий взлом приложения. Практически все мобильные приложения, разрабатываемые под операционную систему iOS, разрабатываются в интегрированной среде разработки XCode. Любые другие альтернативные варианты не имеют полного набора средств для тестирования и отладки приложений.

Swift. Swift является языком программирования, созданным компанией Apple для разработки приложений только лишь под систему iOS. Swift является мультипарадигмальным языком программирования, что не привязывает его к определенному классу и к определенной архитектуре. У Swift есть множество фреймворков, позволяющих значительно упростить разработку программного обеспечения для мобильных телефонов. Также разработчики Apple сделали совместимость кодовых баз Objective-C и Swift, что позволяет переквалифицироваться с одного языка программирования на другой, без каких-либо последствий и даже использовать в одной программе два языка одновременно. На данный момент язык программирования Swift является

наиболее популярным и востребованным среди разработчиков iOS, так как он не только имеет достаточный уровень безопасности, но и поражает своей скоростью работы. Проблемы, которые были в языке программирования Objective-C исправлены и теперь нет необходимости волноваться за возможное переполнение какой-либо переменной, необработанной ошибке или утечки памяти. Документация по языкам программирования обновляется и дополняется самой компанией Apple и в данном случае язык программирования Swift уже давно опередил Objective-C по количеству библиотек и дополнительного функционала.

Заключение. Несмотря на значительный рост мультиплатформенных языков программирования, позволяющих разрабатывать программы для обеих мобильных операционных систем, специализирующиеся языки все еще остаются актуальными, так как они значительно эффективнее позволяют взаимодействовать с операционной системой и избегать множества лишних ошибок.

Среди специализированных языков программирования для Android можно выделить Java и Kotlin, однако постепенно разработка переходит в сторону Kotlin, так как его развитие заточено специально для системы Android.

В рамках мобильной операционной системы iOS можно выделить два языка программирования – Objective-C и Swift, но так как развитие Objective-C постепенно прекращается, а язык Swift уже значительно опередил своего предшественника, то соответственно выбор в данном случае падает на язык программирования Swift.

В ходе проведения сравнительного анализа можно сделать вывод, что лучшими языками для разработки мобильных приложений являются: Kotlin (Android) и Swift (iOS), так как они позволяют быстро, эффективно и безопасно разрабатывать мобильные приложения под свои платформы.

Список литературы

1. *Джабраилова Т. А., Магомаева Л. Р.* Сравнительный анализ интегрированной среды разработки для создания мобильных приложений // *Инновации. Наука. Образование.* 2020. № 21. С. 1102–1105.

2. *Кузьмин К. С.* Сравнительный анализ технологий реализации мобильных клиентов для систем электронного обучения // *Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО : XLVII научная и учебно-методическая конференция Университета ИТМО, Санкт-Петербург, 31 января – 03 февраля 2018 года.* СПб: Национальный исследовательский университет ИТМО, 2018. С. 405–408.

**ПРИЛОЖЕНИЕ ТЕОРИИ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ К ДИАГНОСТИКЕ
ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Алексеева У.И.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ulyaalekseeva.02@mail.ru

Аннотация. В качестве примера применения булевых функций в статье рассматривается анализ математической модели, которой строится на основе многолетних медицинских наблюдений. С помощью свойств булевых функций устанавливается задача диагностики: выяснить зависимость заданных функций (заболеваний) от аргументов (симптомов) и их применение к конкретному больному. Приводятся и другие задачи, для решения которых используется аналогичный процесс исследования.

Ключевые слова: булевы функции, математическая модель, теория распознавания образов.

**APPLICATION OF THE THEORY OF BOOLEAN FUNCTIONS TO
THE DIAGNOSTICS OF DISEASES**

Abstract. As an example of the use of Boolean functions in the study, an analysis of a specific situation is considered - a mathematical model, which is built on the basis of many years of medical observations. Using the properties of Boolean functions, the task of diagnostics is established: to find out the dependence of given functions (diseases) on arguments (symptoms) and their application to a particular patient. Other problems that have a similar research process are also given.

Keywords: Boolean functions, mathematical model, pattern recognition theory.

Работы английского математика и логика Джорджа Буля (XIX в.) положили начало алгебре логики, или булевой алгебре. Он создал фактически первое логическое исчисление, названное булевой алгеброй. В этом исчислении имелось два числа – единица и ноль. Используя булеву алгебру, можно описывать сложные высказывания [1]. Во второй половине XX в. выявлена сфера применения булевых функций, связанная с теорией распознавания образов.

Начнем с анализа одной конкретной ситуации. Как известно, различные заболевания сопровождаются теми или иными симптомами. Эта связь устанавливается экспериментально на основе многолетних медицинских обследований тысяч больных. С помощью математики эти связи можно определенным образом систематизировать, используя аппарат булевых функций [1].

Реальная система распознавания – это функциональная совокупность методов и технических средств, осуществляющая процесс синтеза и анализа образов. Для

мость заданных функций (заболеваний) от аргументов (симптомов) и применение их к конкретному больному. Из общего количества строк 2^{p+k} нас станут интересовать в ней только те, в которых абсолютно у всех симптомов соответствующее значение x равно 1. Пусть у исследуемого больного обнаруживаются симптомы T_1, T_2, T_3 , а количество симптомов, задействованных в нашем анализе, пять: T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 . Тогда число, подходящих нам строк, равно четырем. Для простоты возьмем три заболевания: S_1, S_2, S_3 им соответствуют три переменные: y_1, y_2, y_3 . Допустим, что подходящие нам строки таковы:

x_1	x_2	x_3	x_1	x_2	x_3	f
1	1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1	1

Во всех строках, определенным симптомам больного, есть заболевание y_3 (точнее T_3), заболевание y_1 (точнее T_1) отсутствует. Заболевание y_2 (т.е. T_2) в одних строках имеется, а в других отсутствует. Из этого можно сделать заключение, что у больного отсутствует заболеваний T_1 , но он определенно страдает заболеванием T_3 . Относительно заболевания T_2 необходимо дополнительное изучение. Из-за этого необходимо увеличить число рассматриваемых симптомов.

На практике количество столбцов и строк составленной таблицы может оказаться настолько большим, что ее исследование станет под силу лишь компьютеру. Ситуацию, рассмотренную выше, можно описать так [2]. Имеется некоторое множество скрытых причин (болезней) и множество наблюдаемых следствий (симптомов). Кроме того, имеются высказывания, связывающие причины и следствия. Требуется, опираясь на эти высказывания, по предъявляемому набору следствий (симптомов) определить возможные причины, их породившие (болезни).

Список литературы

1. Игошин В.И. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 448 с.
2. Игошин В.И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов: учеб. пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 304 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗ ЗНАНИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

Комарова А.В.

Липецкий институт кооперации (филиал) АНО ВО БУКЭП

e-mail: a.komarova2013@yandex.ru

Аннотация. В статье изучены актуальные проблемы использования баз знаний в образовании. Рассмотрены вопросы применения искусственного интеллекта, оперирующего базами знаний и экспертными системами. Охарактеризованы основные аспекты формирования базы знаний единого педагогического комплекса.

Ключевые слова: базы данных, базы знаний, экспертные системы, модели представления знаний, образовательные базы знаний, единый педагогический комплекс.

USING KNOWLEDGE BASES IN EDUCATION

Abstract. The article studies the actual problems of using knowledge bases in education. The issues of application of artificial intelligence operating with knowledge bases and expert systems are considered. The main aspects of the formation of a knowledge base of a single pedagogical complex are characterized.

Keywords: Databases, knowledge bases, expert systems, knowledge representation models, educational knowledge bases, unified pedagogical complex.

Ученые считают, что последние 50 лет количество данных увеличивается по экспоненте, то есть чем больше появляется новых данных, тем быстрее скорость появления еще более новых данных. Все чаще возникают новые предметные области, которые еще не существовали несколько лет назад. Каждая предметная область характеризуется специальными знаниями, которые доступны только экспертам в этой области. Однако оставаться экспертом очень сложно, в силу все той же быстрой смены данных и технологий. На смену людям-экспертам должен прийти искусственный интеллект, оперирующий базами знаний и экспертными системами. Необходимо отметить, что базы данных стали неотъемлемой частью любой человеческой деятельности. Каждый из нас задает интересующий его запрос: как в сети Internet, так и в любой внутренней сети организации, да и на своем собственном компьютере, и получает в ответ огромное количество ссылок на разные источники информации. Проблемой является то, что полученные данные практически не структурированы. Они появляются из разных источников, в разное время в разных форматах. Нельзя сказать, что в существующих базах данных нет возможности структурировать информацию. Например, существуют реляционные базы данных, в которых данные хранятся в виде связанных таблиц. Однако они не всегда эффективны в использовании.

Таким образом, пользователь, «заблудившись» в потоке данных, выбирает неактуальную, заведомо ложную информацию, даже если он владеет начальными знаниями в той или иной предметной области. Например, обучающиеся в настоящее время имеют обширный доступ к электронным библиотекам, форумам, образовательным сайтам, порталам и т.п. Однако в результате, научно-исследовательские работы студентов содержат множество ошибок, устаревших

сведений, использования данных других государств и т.п. Зачастую обучающиеся не могут даже отсортировать предметную область, например, отделить юридическую информацию от экономической.

Центральной проблемой сейчас становится проблема представления не данных, но знаний как взаимосвязей в конкретной предметной области. Знания – это определенные закономерности предметной области, выражающиеся в виде принципов, связей и законов, которые получены в результате профессионального опыта и практической деятельности, они позволяют решать задачи в данной предметной области.

Представление знаний – это формализация и структурирование знаний с помощью выделения их характерных признаков: внутренней интерпретируемости, структурированности, связности, семантической метрики и активности. Также базы данных отличаются от баз знаний по структуре построения.

Экспертные системы – это информационные системы, заменяющие эксперта в той или иной предметной области. История экспертных систем началась в 1965 году с разработки системы Dendral – системы, определяющей структуру химических соединений.

В течение 70-80 годов прошлого века появилось множество прототипов подобных систем, которые использовались в медицине. Возникла идея интеграции знаний экспертов в области медицины или ее отдельных разделов в некоторую электронную форму, которая позволила бы начинающему врачу иметь своеобразного электронного советника при принятии решений по тому или иному врачебному случаю. Постепенно от области медицины эта технология распространилась и на другие сферы деятельности человека.

В XXI веке множество фирм уже внедрили экспертные системы в свою деятельность. Необходимо отметить, что неотъемлемым элементом экспертной системы является база знаний.

База знаний – база данных содержащая правила вывода и информацию о человеческом опыте и знаниях в некоторой предметной области. Другими словами, это набор таких закономерностей, которые устанавливают связи между вводимой и выводимой информацией.

Модель представления знаний – это такой способ задания знаний, который позволяет хранить и взаимодействовать с ними для решения задачи в рамках экспертной системы.

Механизм логического вывода данных выполняет анализ и прodelывает работу по получению новых знаний исходя из сопоставления исходных данных из базы данных и правил из базы знаний.

Основная цель экспертной системы – научиться хранить знания таким образом, чтобы программы могли обрабатывать их и достигнуть подобия человеческого интеллекта.

Проблема представления знаний – это проблема представления взаимосвя-

зей в конкретной предметной области в форме, понятной системе искусственного интеллекта. Представление знаний – это их формализация и структурирование, с помощью которых отражаются характерные признаки знаний: внутренняя интерпретируемость, структурированность, связность, семантическая метрика и активность.

Таким образом, система базы знаний – система, дающая возможность использовать подходящим образом представленные знания с помощью компьютера [1]. Перечислим компоненты системы базы знаний: база знаний; механизм получения решений; интерфейс.

Прямое использование знаний из базы знаний для решения задач обеспечивается механизмом получения решений – процедурой поиска, планирования, решения.

Интерфейс обеспечивает работу с базой знаний и механизмом получения решений на языке высокого уровня. Для создания систем баз знаний могут использоваться:

1. Традиционные языки программирования – C++, Java, C#, Lisp и др.
2. Языки представления знаний (такие как Prolog).
3. Пустые оболочки экспертных систем – содержат реализации некоторого языка представления знаний и средства организации интерфейса пользователя.

Таким образом, необходимо:

- задать счетное множество символов и определить множество объектов языка – выражений;
- выделить подмножество таких выражений, которые будем называть формулами;
- из бесконечного множества истинных формул выделить небольшую группу так называемых аксиом;
- указать конечное множество отношений между формулами, которые называют правилами вывода. Правила вывода сопоставляют некоторым последовательностям формул новые формулы. С помощью правил вывода из аксиом получают новые теоремы [1].

Построение формальных доказательств теорем можно поручить ЭВМ. Для того, чтобы ЭВМ имела возможность манипулирования знаниями о проблемной области, они должны быть представлены в виде модели. В настоящий момент существуют четыре модели представления знаний:

- формально-логическая;
- продукционная;
- семантическая сеть;
- фреймовая.

В последнее десятилетие все больше внимания уделяется подходу, основанному на теории нечетких множеств. Использование этого подхода позволяет создать формальный аппарат для моделирования человеческого способа решения

задач.

Для хранения знаний используются разные структуры, такие как управляемые словари, тезаурусы, таксономии, онтологии и датасеты.

Итак, в настоящее время базы знаний используются во многих отраслях. Самый яркий пример это knowledge graph для поиска информации в Интернет. Приведем другие примеры использования онтологий на практике.

1. В здравоохранении используются базы знаний для постановки диагноза на основе накопленных сведений о здоровье пациента (Health Electronic Record).

2. В экономике, особенно в банковском секторе, используются базы знаний для анализа транзакций, биржевого технического надзора, кредитного скорринга, обнаружения финансового мошенничества (frauddetection).

3. В промышленности базы знаний получили широкое использование для анализа цепочек поставщиков (supply-chain management), технической диагностики, отслеживания качества продукции.

4. В консалтинге используются базы знаний на основе нормативных документов и их категоризации, что позволяет оказывать юридические консультации.

5. Во многих отраслях знаний используются чат-боты, распознавание речи, изображений, рукописного ввода.

6. Наконец, базы знаний широко применяются при прогнозировании, например, в экономике можно предсказать реакцию клиентов на действия компании, в политологии уже внедрены системы, предсказывающие начало войн и политических кризисов (I&W).

Необычным является тот факт, что в системе образования базы знаний используются не так широко, как в других областях, хотя обучающимся жизненно необходим доступ к подобным системам.

Пожалуй, самой известной на сегодняшний момент базой знаний образовательного характера можно считать Wolfram | Alfa – систему, позволяющую производить сложные математические расчеты. На основании этой базы можно осуществлять статистический анализ и прогнозирование во всех сферах жизни [3].

В системе образования необходимо создавать единый педагогический комплекс, с возможностью обмена информацией, включающий как составной элемент базы знаний [2]. Данный комплекс должен осуществлять следующие функции:

- координация процесса исследования;
- определение междисциплинарных связей и предметной области;
- доступ, резервирование и документирование информации;
- поиск, извлечение информации, формулирование выводов.

База знаний единого педагогического комплекса решает задачи:

- индивидуальный подход к каждому специалисту, комфортный доступ к информационным ресурсам;
- получение знаний на основе последних достижений педагогической науки

и практики, актуализация информации;

- формирование информационной культуры и обеспечение ответственности субъектов системы за формирование новых знаний;

- предоставление способа разрешения возникающих проблем.

Данные задачи решаются на основе следующих положений, реализуемых при структуризации:

- определение педагогических школ с указанием ученых, отношение объекта к ним;

- лингвистический анализ понятия и формулировка семантически связанных объектов;

- установление корреляционных связей объектов предметной и надпредметной областей с целью выявления латентной информации;

- категоризация объекта и кроссвидение;

- возможность использования знаний специалистов в ходе запроса;

- структуризация современных направлений развития предмета.

После разработки формальной модели базы знаний необходимо определить способы реализации базы знаний. Анализ показывает, что наиболее эффективным способом программной реализации является использование совместно языка web-онтологий (OWL) и SQL-сервера.

Таким образом, формирование базы знаний единого педагогического комплекса – сложный процесс, требующий привлечения усилий специалистов предметных областей и аналитиков-программистов. В то же время современные требования к образовательному процессу и научным исследованиям говорят о необходимости практической реализации создания баз знаний и невозможности полноценного функционирования единого педагогического комплекса без таких баз.

Список литературы

1. Абдикеев Н.М., Киселёв А.Д. Управление знаниями корпорации и реинжиниринг бизнеса: учебник / под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Н.М. Абдикеева. М.: ИНФРА-М, 2011.

2. Красильников П.В. Антропологический аспект проектирования информационного пространства единого педагогического комплекса. Ставрополь: Издательство СГПИ, 2008.

3. Wolfram|Alpha: Computational Intelligence [Электронный ресурс]: Официальный сайт/ Дата обращения: 05.04.2022. – Режим доступа: Wolphramalfa.com

КАЛЬКУЛЯТОР КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ВЫВОДА

Попов Е.С.¹

Научный руководитель: к. п. н., доцент Симоновская Г.А.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹popov.egorka123@yandex.ru, ²Simonovskaj_g@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы разработки калькулятора, реализующего операции над комплексными числами. Для создания калькулятора использован язык JavaScript с библиотекой визуализации данных ZingChart.js. Представлены результаты вычислений с помощью предложенного программного обеспечения.

Ключевые слова: комплексные числа, операции над комплексными числами, калькулятор комплексных чисел.

CALCULATOR OF COMPLEX NUMBERS WITH VARIOUS TYPES OF OUTPUT

Abstract. The article deals with the development of a calculator that implements operations on complex numbers. To create this calculator, the JavaScript language with the ZingChart.js data visualization library was used. The results of calculations using the proposed software are presented.

Keywords: complex numbers, operations on complex numbers, calculator of complex numbers.

В настоящей статье рассматриваются вопросы создания калькулятора, реализующего операции над комплексными числами. Как известно, комплексные числа – это числа вида $z = a + bi$, где a и b – вещественные числа, а i – число, для которого выполняется равенство $i^2 = -1$, называемое мнимой единицей. Множество чисел такого вида называется множеством комплексных чисел. Часть a называется вещественной, а b – мнимой. Если вещественная часть равна 0, то говорят, что дано число чисто мнимое число, то есть $z = bi$, а если мнимая часть равна 0, то говорят, что рассматривается число вещественное, то есть $z = a$.

Над множеством комплексных чисел определены такие операции, как сложение, вычитание, умножение, деление, возведение в степень, извлечение корня и другие. Сложение и вычитание комплексных чисел реализуются следующим образом: $z_1 = a + bi$, $z_2 = c + di$, $z_1 \pm z_2 = (a \pm b) + (c \pm d)i$.

Умножение комплексных чисел выполняется по формуле:

$$z_1 z_2 = (ac - bd) + (bc + ad)i.$$

Деление комплексных чисел выполняется по формуле:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{ac + bd}{c^2 + d^2} + \left(\frac{bc - ad}{c^2 + d^2} \right) i,$$

при этом z_2 не равно 0.

Комплексные числа можно представить на плоскости с прямоугольной системой координат: числу $z = a + bi$ соответствует точка плоскости с

координатами (a, b) , а также радиус-вектор, соединяющий начало координат с этой точкой. Также комплексные числа можно представить в полярной системе координат, где координатами точки будут расстояние от начала координат до этой точки r и углом φ , называемым аргументом, между положительным направлением оси Ox и радиус-вектором точки.

Комплексное число можно представить в тригонометрическом виде:

$$z = |z|(\cos \varphi + i \sin \varphi),$$

где $|z| = \sqrt{a^2 + b^2}$, $\cos \varphi = \frac{a}{|z|}$, $\sin \varphi = \frac{b}{|z|}$.

Если комплексное число $z = a + bi$, то число $z = a - bi$ называется сопряженным. На координатной прямой сопряженное число $z = a - bi$ зеркально отражается относительно оси Ox . Также есть такие сопряженные числа: $z = -a + bi$ и $z = -a - bi$, которые зеркально отражаются относительно оси Oy для чисел $z = a + bi$ и $z = a - bi$ соответственно.

Далее представим результаты разработки программы «Калькулятор комплексных чисел с различными видами вывода».

Калькулятор был написан на языке JavaScript с использованием библиотеки ZingChart.js. Комплексные числа представлены в виде класса, в котором две переменные хранят отдельно вещественную и мнимую часть. Операции и тригонометрический вид вывода реализованы с помощью функций. Графический вывод комплексного числа реализован с помощью библиотеки ZingChart.js

ZingChart.js – это библиотека, предоставляющая большой функционал для визуализации данных, например, диаграммы, столбчатые графики, линейные графики и другие.

На рис. 1–4 представлены результаты вычислений с помощью данной программы.

Реальная часть	Мнимая часть	Сообщение на этой странице тригонометрическая запись: $\sqrt{52}$ $(\cos(0.982793723247329) + i \sin(0.982793723247329))$ алгебраическая запись: $4 + 6i$
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2"/>	
<input type="button" value="+"/>		<input type="button" value="OK"/>
Реальная часть	Мнимая часть	
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="4"/>	
<input type="button" value="Посчитать"/>		

Рис. 1. Пример сложения комплексных чисел

Реальная часть	Мнимая часть	Сообщение на этой странице тригонометрическая запись: $\sqrt{8}(\cos(-0.7853981633974483) - i \sin(0.7853981633974483))$ алгебраическая запись: $2 - 2i$
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2"/>	
<input type="button" value="-"/>		<input type="button" value="OK"/>
Реальная часть	Мнимая часть	
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="4"/>	
<input type="button" value="Посчитать"/>		

Рис. 2. Пример вычитания комплексных чисел

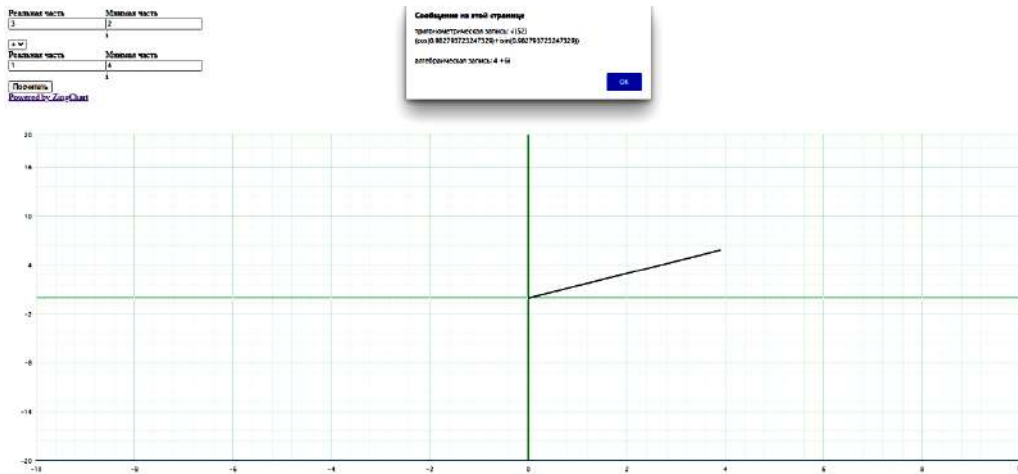


Рис. 3. Пример графического представления комплексного числа

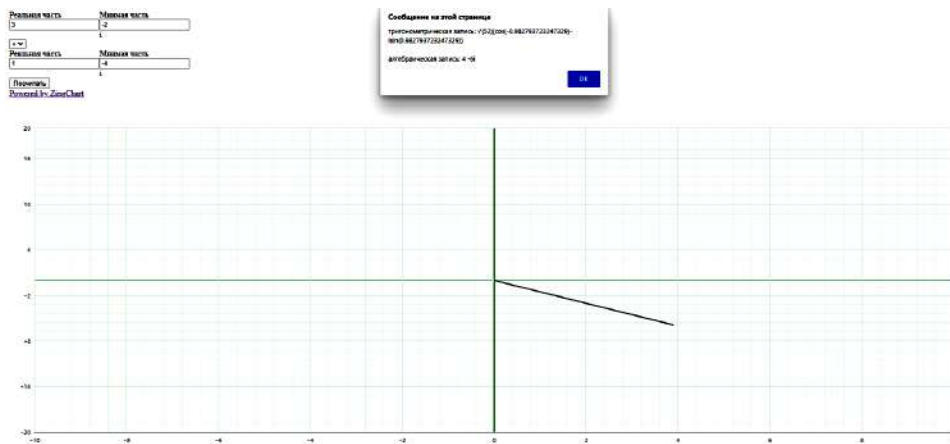


Рис. 4. Пример графического представления сопряженного комплексного числа

Представленный калькулятор может быть использован в педагогическом процессе при обучении математическим дисциплинам.

Список литературы

1. *Иванов В. И.* Комплексные числа: методические указания. Красноярск: КрасГАУ, 2016.
2. JavaScript Charts in one powerful declarative library | ZingChart. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.zingchart.com/> (дата обращения: 17.03.2022)

РАЗЛОЖЕНИЕ ФУНКЦИИ В РЯД ТЕЙЛОРА В MAPLE

Хлыстов В. В.¹Научный руководитель: к. ф.-м. н., ст. преподаватель Елецких К.С.²^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунинаe-mail: ¹vitya012003@mail.ru, ²Kostan86@yandex.ru

Аннотация. Разложение функций в ряд Тейлора или в ряд Маклорена является одной из важных задач в курсе высшей математики, находит применение в различных численных методах. При этом частичные суммы таких рядов аппроксимируют функцию в окрестности точки. В статье предложен способ сравнительного построения графика функции и графика частичных сумм с учетом удаления от центра разложения.

Ключевые слова: степенной ряд, ряд Тейлора, ряд Маклорена, частичная сумма ряда.

TAYLOR EXPANSION OF A FUNCTION IN MAPLE

Abstract. The expansion of functions in a Taylor series or in a Maclaurin series is one of the important tasks in the course of higher mathematics. Moreover, the partial sums of such series approximate the function in a neighborhood of the point. The difference between them when moving away from the decomposition center can be determined visually by plotting the function itself and the graph of partial sums.

Keywords: power series, Taylor series, Maclaurin series, partial sum of a series.

Разложение функции $f(x)$ в степенной ряд в окрестности точки a $f(x) = C_0 + C_1(x - a) + C_2(x - a)^2 + \dots + O(x^n)$ [1] в системе Maple осуществляется командой `series(f(x), x=a, n)`, где a – точка, в окрестности которой производится разложение, n – число членов ряда. Аналогичного действия команда `taylor(f(x), x=a, n)` раскладывает функции $f(x)$ в окрестности точки $x = a$ до порядка $n - 1$ по формуле Тейлора.

Команды `series` и `taylor` выдают результат, имеющий тип `series`. Для того, чтобы иметь возможность дальнейшей работы с полученным разложением, его следует преобразовать в полином с помощью команды `convert (% , polynom)`, где `%` – обозначают предыдущую строку.

Функцию многих переменных $f(x_1, \dots, x_n)$ можно разложить в ряд Тейлора по набору переменных (x_1, \dots, x_n) в окрестности точки (a_1, \dots, a_n) до порядка n с помощью команды `mtaylor(f(x), [x1, ..., xn], n)`. Эта команда находится в стандартной библиотеке, поэтому перед использованием должна быть вызвана `readlib(mtaylor)`.

Пример 1. Найти несколько членов разложения в ряд Маклорена функции $y = e^x \operatorname{arctg} x$ [2] и построить графики функции и частичных сумм S_3 и S_{10} .

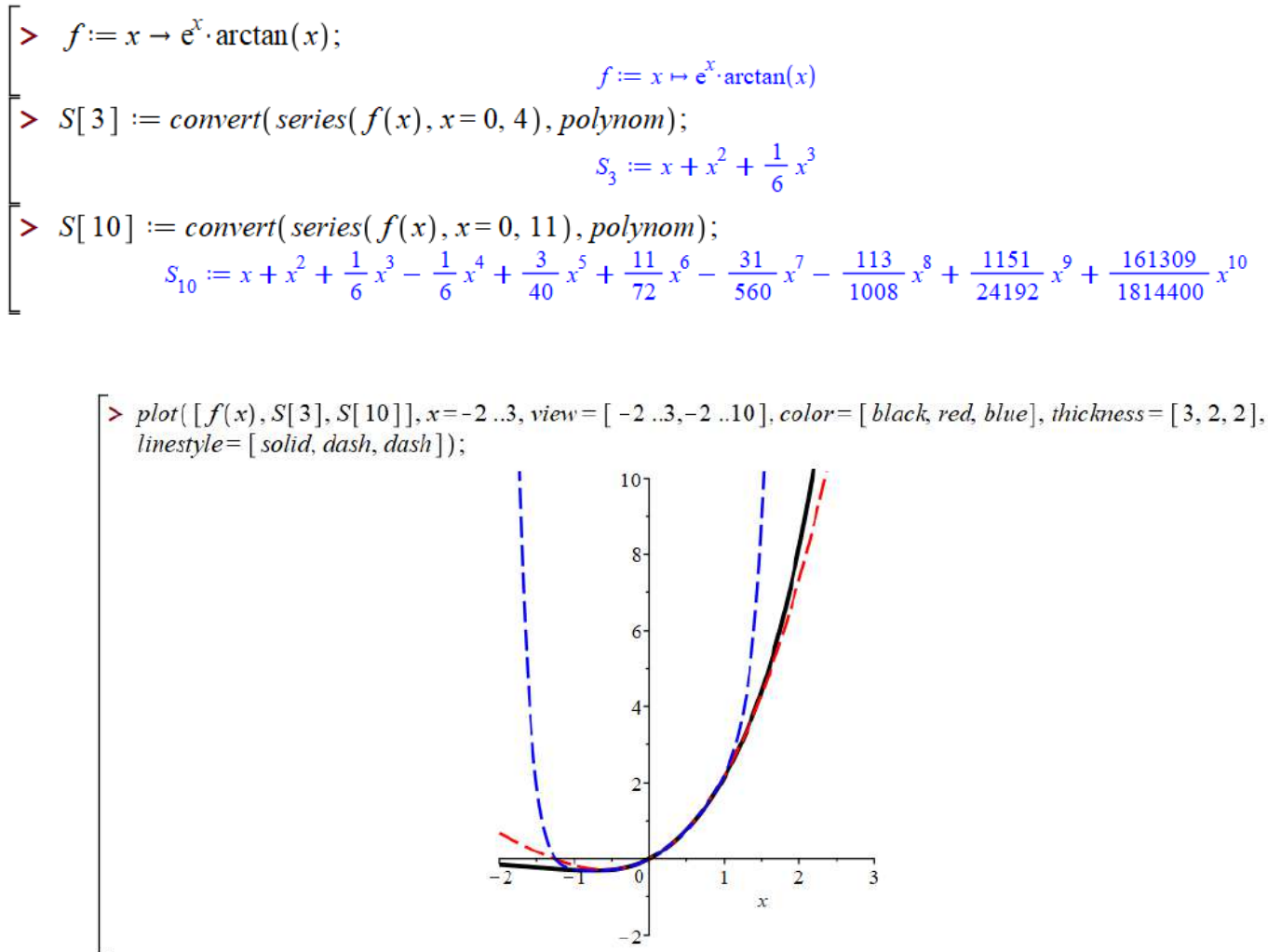


Рис. 1. Решение примера 1. График функции $y = e^x \operatorname{arctg} x$ и частичных сумм S_3 и S_{10}

Из графиков видно, что частичные суммы хорошо аппроксимируют функцию на отрезке $[-1; 1]$, а дальше уже существенно отличаются.

Пример 2. Построить на одном рисунке графики функции $f(x) = \ln \sqrt{\frac{x+1}{1-x}}$ [2] и ее разложения в ряд Тейлора в окрестности нуля.

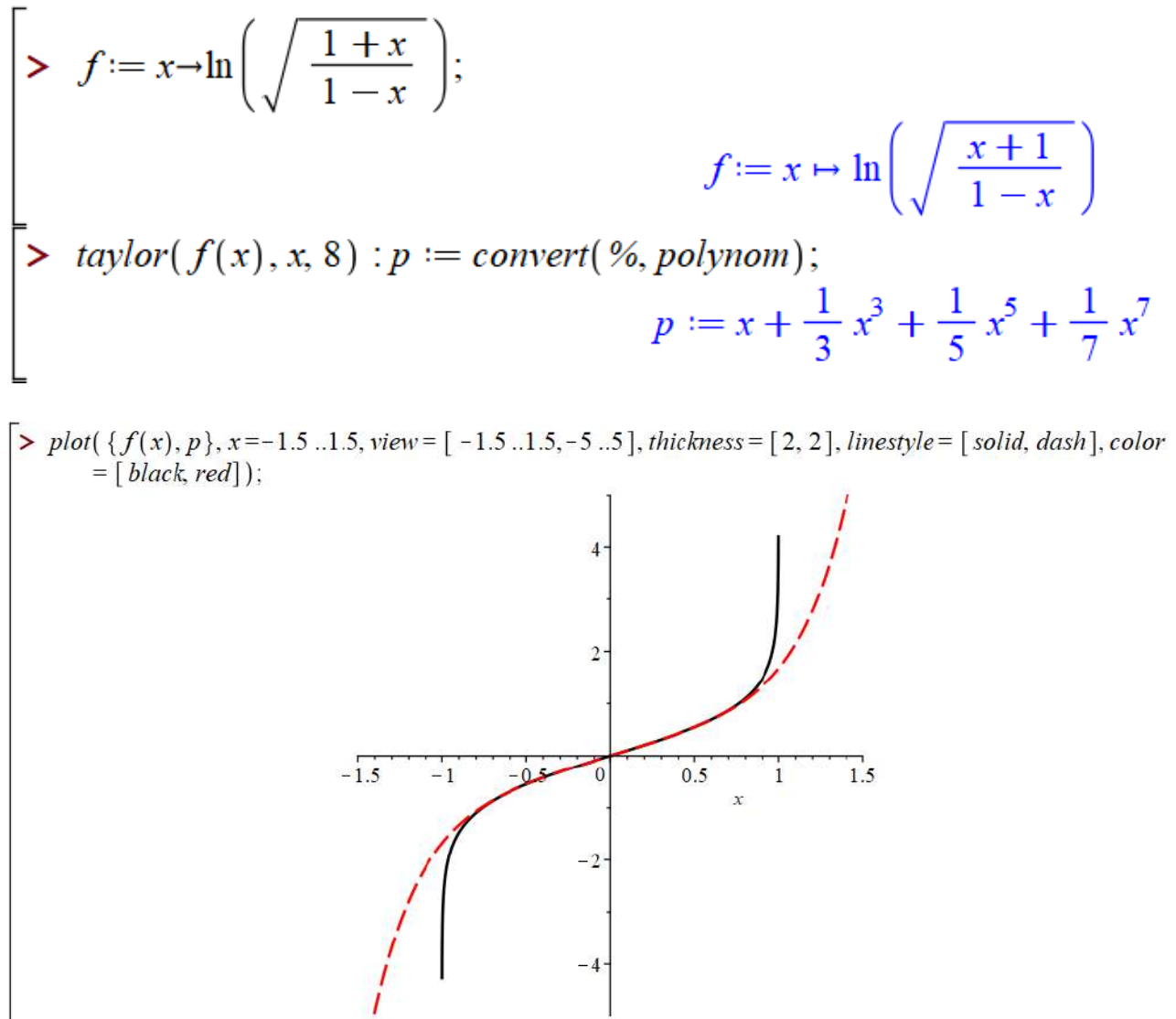


Рис. 2. Решение примера 2. Пунктирной линией изображен график ряда Тейлора, а сплошной – самой функции

Пример 3. Разложить $f(x, y) = \sin(x^2 + y^2)$ [2] в ряд Тейлора в окрестности точки $(0, 0)$ до 6-ого порядка.

```

> readlib(mtaylor) :
> f = mtaylor(sin(x^2 + y^2), [x=0, y=0], 7);
                                     f = x^2 + y^2 - 1/6 x^6 - 1/2 y^2 x^4 - 1/2 y^4 x^2 - 1/6 y^6

```

Рис. 3. Решение примера 3

Предложенный способ сравнительного построения графика функции и графика частичных сумм с учетом удаления от центра разложения можно использовать в педагогическом процессе при изучении математических дисциплин.

Список литературы

1. *Кудрявцев Л.Д.* Курс математического анализа. Т.2. М.: Издательство Юрайт, 2019.
2. *Демидович Б.П.* Сборник задач и упражнений по математическому анализу. М.: Астрель, 2004.
3. *Дьяконов В.П.* Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании. М.: СОЛОН-пресс, 2006.

УДАЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕО С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Татаринцев Г.К., Мамедова Ф.Ф.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: super.gresha2001@yandex.ru, feridemamedowa@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена описанию процедуры удаления объектов на видео с помощью искусственного интеллекта. Рассматривается функция «Content-AwareFill» компании Adobe, разработанная алгоритмами машинного обучения. Рассмотренная процедура удаления объектов позволяет упростить работу при видеомонтаже.

Ключевые слова: объект, алгоритм.

REMOVING OBJECTS ON VIDEO USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract. This article is devoted to the removal of objects on video using artificial intelligence. The "Content-AwareFill" function from Adobe, developed by "Machine Learning" algorithms, is considered. The considered procedure for deleting objects allows you to simplify the work of video editing.

Keywords: object, algorithm.

В настоящее время появляются различные программные продукты, которые помогают упростить работу в различных сферах деятельности. В этой статье мы рассмотрим функцию «Content-AwareFill» компании Adobe, которая была разработана с помощью алгоритмов машинного обучения, и ответим на следующие вопросы:

- Для чего нужен данный инструмент и где его применяют;
- Какие есть аналоги;
- Есть ли у данного продукта будущее.

Content-AwareFill – это функция продукта AdobeAfterEffects, которая с помощью искусственного интеллекта удаляет ненужные вам объекты с видео, заменяя их фоном, находящимся рядом с тем самым объектом (заливка с учетом содержимого). То есть наш алгоритм отделяет объект от фона, и на его месте плавно дорисовывает недостающий фрагмент опираясь на то, что он видит рядом или на то, что попало в кадр без того самого объекта. Для наглядности работы данной функции ниже представлен кадр из видео (рис. 1), где разработанный алгоритм удалил изображение человека со скейтбордом, при этом фон не был поврежден.



Рис. 1 Демонстрация возможностей «Content-AwareFill»

Если простому обывателю интернета показать данный обработанный видеоролик, то ничего «криминального» он в нем не заметит. Отнюдь, он будет уверен, что данное видео является оригиналом, ведь выглядит все достаточно плавно и красиво. Это и делает функцию удаления видео уникальной и многозадачной.

Изначально данная функция была направлена на удаление ненужных объектов исключительно на фотографии и была представлена в программе Photoshop. Но В 2017 году на конференции «AdobeSneakPeeks» была анонсирована и продемонстрирована данная функция, но уже работающая с видео. Тогда она называлась ProjectCloak. Доработав ее алгоритмы, компания Adobe в 2019 году полноценно интегрировала ее в продукт AfterEffects, и теперь она является одной из многочисленных функций данной программы.

Самое главное, что данный функционал доступен каждому, ведь он интуитивно понятен и прост. Отметим, что данную программу нужно купить. Однако существует аналог, который называется video-object-removal. Данное приложение выполняет ту же самую функцию – удаление объектов с видео, имеет открытый код и является бесплатным.

Стоит еще упомянуть программу DaVinciResolve с функцией «ObjectRemoval». Но работает она хуже остальных и достаточно плохо оптимизирована.

Таким образом, данная технология является перспективной, а подобные алгоритмы позволяют значительно упростить работу при видеомонтаже.

Список литературы

1. Тучкевич Е.И. Adobe Photoshop CC 2019. Мастер-класс Евгении Тучкевич. – СПб.: БХВ- Петербург, 2020. – 496 с.
2. Adobe. Новые возможности Photoshop версии CS2 (2006).
3. Adobe запустила функцию удаления движущихся объектов с видео с помощью машинного обучения. [Электронный ресурс].URL: <https://vc.ru/future/63558-adobe-zapustila-funkciyu-udaleniya-dvizhushchihsya-obektov-s-video-s-pomoshchyu-mashinnogo-obucheniya?writing=0>(дата обращения: 23.03.2022)
4. Нейросеть удаляет объекты с видео, заменяя их фоном. [Электронный ресурс].URL: <https://habr.com/ru/news/t/460919/>(дата обращения: 23.03.2022)

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В РАБОТЕ УЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ

Данилина Л.Я.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: mail@mail.ru

Аннотация. В статье представлен анализ использования электронных образовательных ресурсов учителем в ходе подготовки к урокам математики. Рассмотрены возможности применения образовательных порталов при обучении математике школьников.

Ключевые слова: электронные образовательные ресурсы, обучение математике.

ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES IN THE WORK OF A MATHEMATICS TEACHER

Abstract. The article presents an analysis of the use of electronic educational resources by a teacher in preparation for math lessons. The possibilities of using educational portals in teaching mathematics to schoolchildren are considered.

Keywords: electronic educational resources, teaching mathematics.

В наше время жизнь стремительно меняется, появляется все больше возможностей, которые представляют обществу разные образовательные технологии. Мы живем в эпоху постоянных изменений, которые вызваны развитием сферы информационно-коммуникационных технологий. Человек в современном обществе для дальнейшей успешной социализации должен совершенствоваться и обучаться всю свою сознательную жизнь. Образование должно быть в большей степени не просто «корочкой», а должна быть сама потребность в обучении. В последние года сделано много в данном направлении, и в стране, и в регионах, и в каждой школе. Сейчас все школы оснащены должным оборудованием (техникой, разными интерактивными досками, Точкой роста и другим), хотя нет давно часть учителей и компьютером не владела на достаточном уровне.

Принятые и введенные в действие федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС), содержащие требования к результатам освоения основной образовательной программы, условиям ее реализации, структуре основной образовательной программы, фактически обязывают педагогов использовать в образовательном процессе ИКТ и научить их разумному и эффективному использованию учащихся [1].

Компьютер уже не просто вычислительная машина, а незаменимый элемент в структуре современной учебной деятельности, который обеспечивает взаимодействие субъектов образовательного процесса и открывает разные педагогические возможности. В современной школе с большей заинтересованностью и вовлеченностью можно вести обучение с помощью разных электронных образовательных ресурсов нового поколения.

Электронные образовательные ресурсы – это просто учебные материалы, для воспроизведения которых используются любые электронные устройства, такие как компьютер, ноутбук, проектор и другие. Не так давно получили распространение открытые образовательные модульные мультимедиа системы, которые объединяют в себе электронные учебные модули трех типов: контрольные, информационные и практические. Эти системы создаются по тематическим элементам разных предметов и школьных дисциплин. Каждый такой учебный модуль будет независимым и представлять из себя законченный интерактивный мультимедийный продукт, нацеленный на решение определенных учебных задач [1].

Такое применение электронных образовательных ресурсов на уроках математики дает учителю возможность создать условия для самостоятельного выбора учащимися уровня сложности тех или иных заданий, их индивидуального анализа своих ошибок и дальнейшей коррекции; доступ учащихся к информационным источникам (интернет-ресурсам); организация подготовки проектной деятельности учащихся.

В результате применение электронных образовательных ресурсов по математике будет способствовать повышению у детей интереса к изучаемому предме-

ту; формированию навыков работе в команде; произведению контроля знаний учащихся, качество усвоения изучаемого материала и многие другие.

Перед педагогом и учащимися открывается огромный выбор разных электронных образовательных ресурсов, большое количество платформ из множества которых можно выбрать удобные для дальнейшей работы.

В первую очередь, «Решу ЕГЭ» – сайт, который позволяет отследить достижения учеников, и проверить работу каждого учащегося, а самым главным будет являться то, что выставляется объективная оценка, независимая от мнения учителя, что позволит оценить знания детей непредвзято. Удобно педагогу и то, что учащийся сам может посмотреть и разобрать правильное решение и его объяснение после выполнения задания.

Следует отметить отечественную социальную сеть ВКонтакте – данная сеть удобна, она непосредственно позволяет вести с учащимися диалог в удобном формате, делать рассылку заданий. У учащиеся имеется возможность выбрать себе индивидуальное задание. Тем более, в последнее время появляются группы и сообщества, где публикуются материалы, направленные на подготовку к экзаменам, а также публикуются различные сборники, недоступные для скачивания в интернете. Также в социальной сети «Телеграм» появляются канал, связанные с образовательной деятельностью школьников и соответственно педагогов.

В наше время во всех школах есть в достаточном количестве есть множество самых разных электронные учебные пособий по математике, которые не требуют подключения и выхода в интернет. Средствами обучения будут являться учебные электронные пособия для основной школы издательства «Дрофа» - «Математика 5-9» и пособия издательства «ФИЗИКОН» - «Открытая математика 2.6. Планиметрия», «Открытая математика 2.6. Стереометрия», «Открытая математика 2.6. Функции и графики», программные продукты издательства компании «Виртуальная школа Кирилла и Мефодия», современный учебно-методический комплекс издательства «Просвещение-МЕДИА» – «Все задачи школьной математики» (5-бкласс, 7-9 класс, 10-11 класс) и т. д. [1].

Примеры электронных образовательных ресурсов:

- Единая Интернет-коллекция цифровых образовательных ресурсов (ЦОР) www.school-collection.edu.ru
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru>
- Российский общеобразовательный портал. Заочная работа со школьниками <http://edu.of.ru/zaoch/>
- Российский общеобразовательный портал. Дистанционная поддержка профильного обучения <http://edu.of.ru/profil/default.asp>
- Сетевые образовательные сообщества. Открытый класс <http://www.openclass.ru/>

Опыт внедрения электронно-образовательных ресурсов на уроках математики показал, что к более действенным формам представления следует отнести мультимедийные уроки, тестовые и электронные задания. Все эти ресурсы можно просмотреть непосредственно со страницы Единой коллекции или и в дальнейшем скачать или скопировать для личного пользования.

Электронные образовательные ресурсы можно использовать на любом этапе урока и при любой доступной организации учебного процесса. При их задействовании будет изменяться не только содержание учебного процесса, а сама деятельность учителя.

Можно сказать, что электронные образовательные ресурсы – это средство решения актуальных проблем нынешнего образования – таких, как ликвидация дефицита знаний и приобретения умений, оперативность получения информации, организация самоконтроля, учет индивидуальных особенностей обучающихся, благодаря чему повышается качество образования.

Список литературы

1. Электронные образовательные ресурсы на уроках математики. [Электронный ресурс]. URL: <https://pandia.ru/> (дата обращения: 06.04.2022).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «РАДИОАВТОМАТИКА»

Жигулин В.А.¹, Быков Д.А.²

Научный руководитель: к. п. н., доцент Зайцева И.Н.³

^{1,2,3}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹obi4n@yandex.ru, ²bykov.dima2000@mail.ru,

³irina-zai@yandex.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются возможности программных пакетов ASIMEC и Scilab на примере выполнения лабораторного практикума по дисциплине «Радиоавтоматика». Указанные программные пакеты обладают достаточной функциональностью для исследования моделей типовых динамических звеньев и систем автоматического управления.

Ключевые слова: радиоавтоматика, лабораторный практикум, ASIMEC, Scilab.

USE OF SOFTWARE PACKAGES IN THE LABORATORY PRACTICE ON THE DISCIPLINE "RADIO AUTOMATION"

Abstract. In this paper, the capabilities of the ASIMEC and Scilab software packages are considered on the example of a laboratory workshop in the discipline "Radioautomatics". These software packages have sufficient functionality to study models of typical dynamic links and automatic control systems.

Keywords: radio automation, laboratory workshop, ASIMEC, Scilab.

Введение. Дисциплина «Радиоавтоматика» относится к модулю «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов» части основной профессиональной образовательной программы по направлению 11.03.01 Радиотехника. Данная дисциплина является прикладной. Она основана на общей теории автоматического регулирования и управления. Объект изучения «Радиоавтоматики» – это устройства и системы радиоавтоматики, а предмет – теоретические основы построения, анализа и синтеза систем автоматического управления, применяемых в радиотехнических и радиоэлектронных системах. В рамках изучения дисциплины «Радиоавтоматика», кроме теоретических занятий, предусматривается также выполнение лабораторных работ. Для проведения лабораторного практикума применяются различные лабораторные стенды. Они позволяют наглядно продемонстрировать изученный в теории материал и способствуют лучшему усвоению знаний.

Однако при всех достоинствах лабораторных стендов они не лишены недостатков, самый распространенный из которых – отсутствие информации о внутреннем устройстве. Очень часто на стендах не указываются ни номиналы компонентов, ни схемы вообще. Поэтому перед непосредственно практическим выполнением работ очень полезно изучить схемотехнический и математический принцип работы его блоков. Сделать это можно с помощью различных математических и схемотехнических программных пакетов таких как ПП ASIMEC и ПП Scilab. Далее рассмотрим некоторые примеры выполнения лабораторного практикума с помощью данных программных пакетов.

Программный пакет ASIMEC. Программный пакет ASIMEC (Advanced SIMulator of Electronic's Circuits) представляет собой систему автоматизированного моделирования электронных схем во временной и частотной областях [1]. Данная программа создана отечественными разработчиками и ориентирована на студентов технических вузов. Она проста в использовании и обладает интуитивно понятным интерфейсом, а графические обозначения элементов сделаны с учетом национальных стандартов Российской Федерации.

Продемонстрируем возможности ПП ASIMEC на примере выполнения лабораторной работы «Моделирование и исследование характеристик типовых динамических звеньев систем автоматического управления».

В данной работе необходимо выполнить моделирование и провести исследование характеристик инерционного звена, схема которого может быть построена на базе операционного усилителя, двух резисторов и конденсатора. Так как сигнал на выходе такого звена будет инвертирован, необходимо последовательно включить инвертор напряжения.

Примем: $R_1 = R_3 = R_4 = 100 \text{ кОм}$

Параметры остальных элементов рассчитаем по формулам [2] в соответствии с исходными данными: общий коэффициент усиления звена $k = 4$; постоянная времени звена $T = 20 \text{ мс}$.

Соберем в программе ASIMEC модель звена и схему для исследования. Внешний вид готовой установки с измерительными приборами, источником питания и устройствами коммутации представлен на рис. 1.

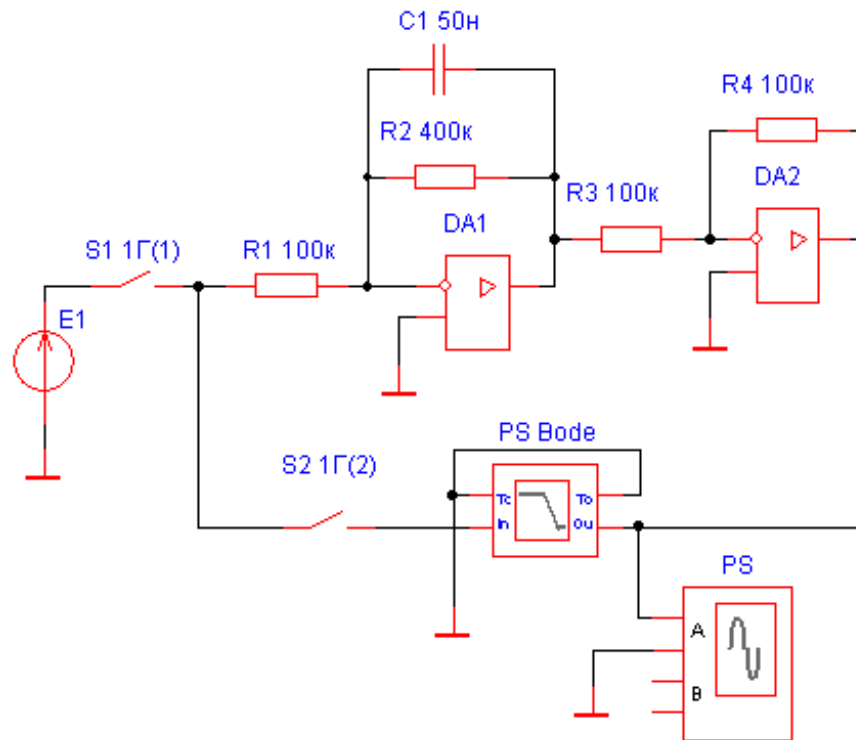


Рис. 1. Схема для исследования в ПП ASIMEC

Построим графики переходного процесса (рис. 2а) и экспериментальные ЛАЧХ и ЛФЧХ (рис. 2б). Определим [2] время переходного процесса $t_{\text{пн}}$, частоту среза $\omega_{\text{ср}}$ и значение сдвига фазы $\varphi_{\text{сд}}$ на данной частоте с помощью маркеров в окне отображения графика.

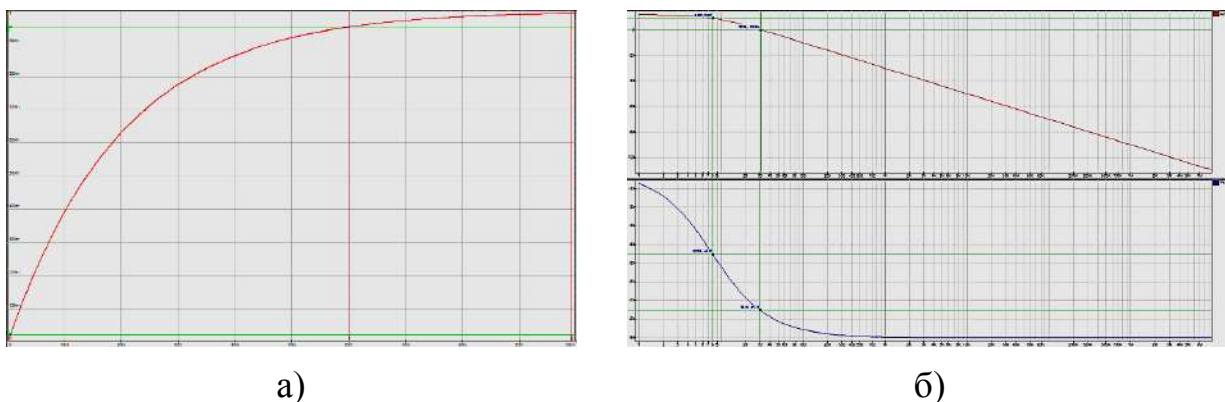


Рис. 2. Графики при $T = 20$ мс:
а) переходной характеристики инерционного звена; б) ЛАЧХ и ЛФЧХ

Проведем аналогичные исследования инерционных звеньев при величине $C1$, равной 100, 150 и 200 нФ. Согласно полученным данным, построим графики зависимости $t_{пп}(T)$, $\omega_{ср}(T)$ и $\varphi_{сд}(T)$. Данные зависимости приведены на рис.3.

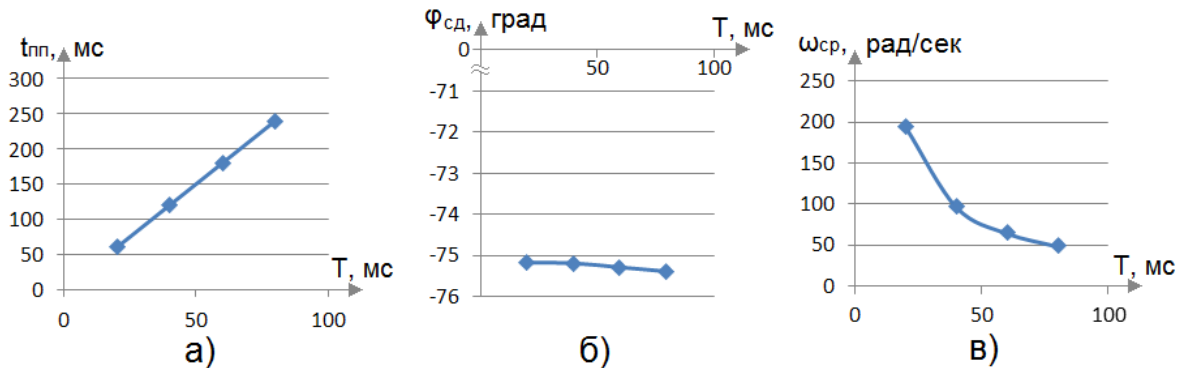


Рис. 3. Зависимости значений характеристик инерционного звена от постоянной времени T : а) – время переходного процесса; б) – фазовый сдвиг на частоте среза; в) – частота среза

Оценивая влияние величины постоянной времени T на характеристики инерционного звена, можно сделать следующие выводы:

а) как видно из рис.3а, увеличение постоянной времени инерционного звена приводит к пропорциональному увеличению времени переходного процесса, т.е. зависимость $t_{пп}(T)$ – прямолинейная;

б) как видно из рис.3б, изменение постоянной времени инерционного звена никак не сказывается на величине фазового сдвига, имеющаяся неровность графика вызвана погрешностью измерения, т.е. зависимость $\varphi_{сд}(T)$ – прямая, параллельная оси абсцисс;

в) как видно из рис.3в, увеличение постоянной времени инерционного звена приводит к уменьшению частоты среза, причем нелинейного характера, т.е. зависимость $\omega_{ср}(T)$ – обратная нелинейная.

Программный пакет Scilab. Scilab представляет собой пакет прикладных математических программ, предназначенный для инженерных и научных расчетов. По своим возможностям [3] данный пакет сопоставим с математическим пакетом MATLAB, а также имеет схожий с ним язык программирования. Программа Scilab – свободно распространяемая.

В состав пакета входит Xcos [4] – инструмент для редактирования блочных диаграмм и их симуляции. В качестве примера, демонстрирующего работу программы, построим модель двигателя постоянного тока.

Вся модель состоит из отдельных частей-блоков. Численные значения их характеристик рассчитаны на основе параметров реального двигателя постоянного тока (без учета редуктора). Схема готовой модели представлена на рис.4.

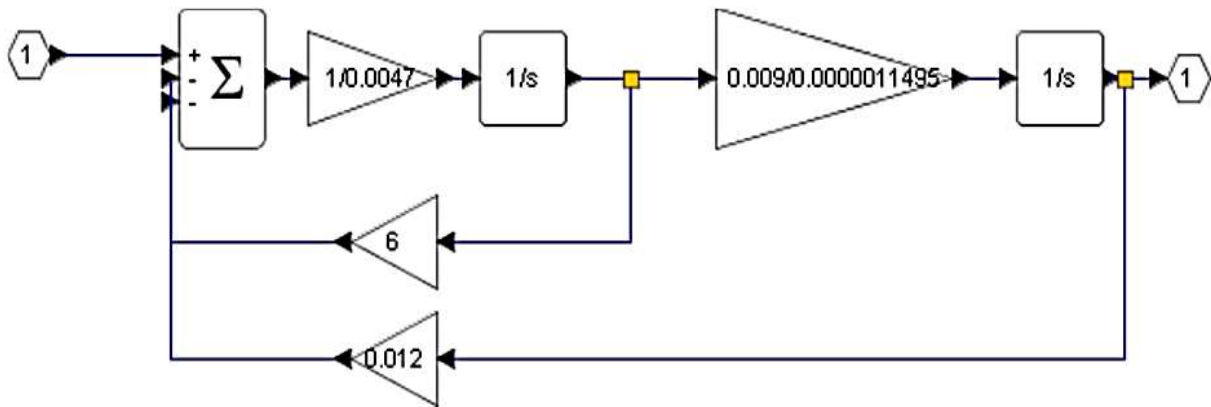


Рис. 4. Модель двигателя постоянного тока

Следующим шагом необходимо добавить специальные технические блоки, предназначенные для проведения измерений и отображения готового результата. Блок Scope используется для построения графиков нескольких сигналов в одном графическом окне: Clock генерирует временную переменную, а Pulse – управляющий сигнал. Полностью готовая для исследования модель с источником управляющего сигнала представлена на рис.5.

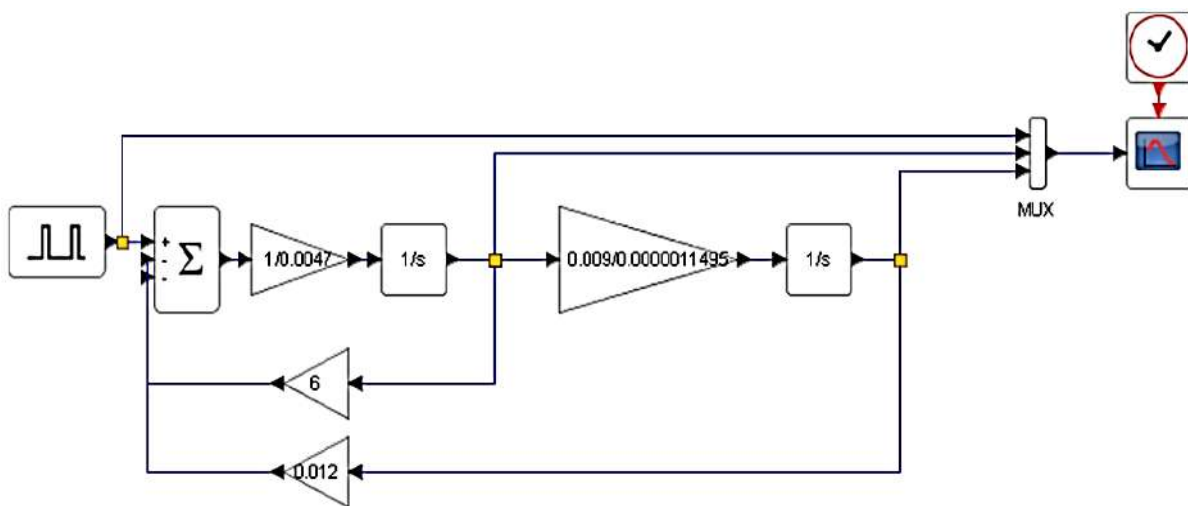


Рис. 5. Подготовленная для проведения исследования модель с управлением двигателем при помощи ШИМ

Вычисления выполняются после нажатия кнопки «Запустить» на панели инструментов. После окончания расчетов на экране появляются графики управляющего ШИМ - сигнала и скорости вращения двигателя (см. рис.6).

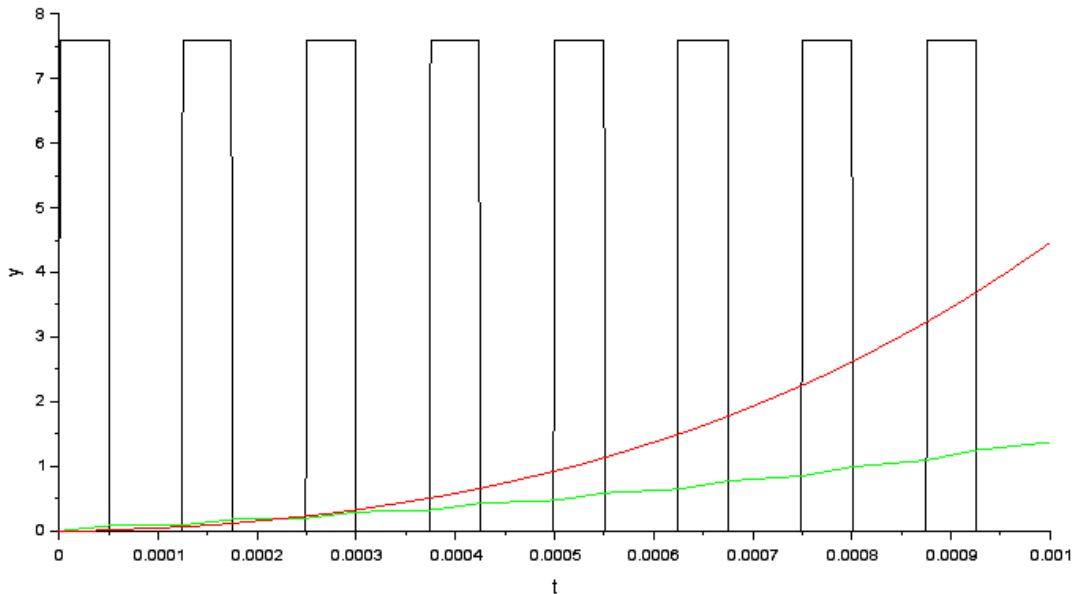


Рис.6. Графики управляющего воздействия и скорости вращения двигателя

Заключение. В данной статье были продемонстрированы возможности использования программных пакетов применительно к лабораторному практикуму по дисциплине «Радиоавтоматика». По итогам статьи можно сделать вывод, что данные пакеты обладают достаточной функциональностью для того, чтобы осуществлять моделирование как электронных моделей типовых динамических звеньев и систем автоматического управления, так и структурных схем математических моделей, таких как двигатель постоянного тока, и выполнения соответствующих действий с ними.

Список литературы

1. *Лебедев Ю. М.* Теория автоматического управления: Руководство к организации самостоятельной работы. Томск: ТУСУР, 2006. 118 с.
2. *Коновалов Б. И.* Теория автоматического управления: учебное методическое пособие. Томск: факультет дистанционного обучения ТУСУР, 2010. 69 с.
3. *Алексеев Е. Р., Алексеев Е.Р., Чеснокова Е.А., Рудченко Е.А.* Scilab: Решение инженерных и математических задач. Москва: ALT Linux; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 260 с.
4. *Андриевский А.Б., Андриевский Б. Р., Капитонов А. А., Фрадков А.Л.* Решение инженерных задач в среде Scilab: учебное пособие. СПб.: НИУ ИТМО, 2013. 97 с.

**СЕКЦИЯ 4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ И НАУКОЕМКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАЗРАБОТКАХ**

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ
НЕИСПРАВНОСТЕЙ БУКСОВЫХ УЗЛОВ ВАГОНОВ
В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

*Белоусов В. В.¹, Дружинина О. В.², Корепанов Э. Р.³,
Макаренкова И. В.⁴, Максимова В. В.⁵*

*^{1, 2, 3, 4, 5} Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук, г. Москва*

e-mail: ¹vasillb@mail.ru, ²ovdruzh@mail.ru, ³ekorepanov@ipiran.ru,
⁴imakarenkova@ipiran.ru, ⁵vmaksimova@mail.ru

Аннотация. Охарактеризован подход к разработке методики выявления неисправностей буксовых узлов железнодорожных вагонов в режиме реального времени с применением методов машинного обучения. Реализация указанного подхода связана с созданием и использованием цифровых двойников для элементов и узлов систем железнодорожного транспорта. Рассмотрены аспекты решения задач классификации эксплуатируемых узлов на основе построения нейронных сетей с обучением.

Ключевые слова: методы машинного обучения, методы теплового контроля подшипниковых систем вагонов, идентификация неисправностей технических систем, цифровой двойник.

**APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS TO IDENTIFY MALFUNCTIONS
OF AXLE BOXES OF RAILWAY CARS IN REAL TIME**

Abstract. The approach to the development of a methodology for detecting malfunctions of axle boxes of railway cars in real time using machine learning methods is characterized. The implementation of this approach is associated with the creation and use of digital doubles for elements and nodes of railway transport systems. Aspects of solving problems of classification of operated nodes based on the construction of neural networks with training are considered.

Keywords: methods of machine learning, methods of thermal control of bearing systems of wagons, identification of malfunctions of technical systems, digital twin.

В рамках решения задач безопасной эксплуатации систем железнодорожного транспорта важным направлением является эффективный бесконтактный тепловой контроль буксовых узлов в поездах [1]. Несмотря на то, что получен ряд важных теоретических и практических результатов, а также разработан комплекс вычислительных моделей исследования процессов контроля

узлов подвижного состава по инфракрасному излучению [2], в круг актуальных проблем целесообразно включить разработку методов выявления неисправностей элементов буксовых узлов железнодорожных вагонов в режиме реального времени с применением методов машинного обучения [3, 4]. Реализация указанного подхода связана с созданием и использованием цифровых двойников для элементов и узлов систем железнодорожного транспорта [5, 6]. В настоящей работе рассматриваются возможные методы решения задач идентификации неисправных буксовых узлов по температурным признакам с помощью методов машинного обучения.

Как правило, в процессе эксплуатации транспортных систем для идентификации неисправных буксовых узлов их состояния качественно разделяют на два или три класса: нормально греющиеся (исправные) и перегретые (неисправные); нормально греющиеся, с повышенным нагревом и перегретые. Качество методов идентификации неисправных буксовых узлов определяется, в первую очередь, точностью классификации эксплуатируемых узлов.

В качестве исходных данных используются результаты температурных измерений как на испытательных стендах, так и в процессе эксплуатации с помощью контактных и бесконтактных датчиков. Сложность задачи выявления неисправных буксовых узлов определяется влиянием многочисленных факторов и зависимостью параметров. С учетом этого, на основе существующих методов классификация осуществляется с использованием небольшого количества параметров. В качестве задачи исследования мы рассматриваем идентификацию перегретых буксовых узлов по расширенному множеству параметров.

Одним из эффективных способов выявления неисправных буксовых узлов по температуре является сравнение результатов измерений движения поездов по заранее определенным участкам. Опыт эксплуатации технических средств контроля показывает, что наилучшие результаты могут быть достигнуты при слежении за нагревом букс по нескольким постам контроля, последовательно расположенных на участках безостановочного движения поездов. Это позволяет применить различные диагностические признаки для отслеживания динамики нагрева букс подвижного состава на участке.

Создание методического и алгоритмического обеспечения диагностики состоит из следующих шагов:

- 1) поиск и выбор диагностических признаков;
- 2) разработка расчетно-экспериментальных методов определения контрольных значений диагностических признаков и поиска латентных зависимостей между пространством признаков и классов состояний;
- 3) оценка динамики (интенсивности) нагрева буксовых узлов, разработка быстрых алгоритмов реального времени.

Одной из основных задач, решаемых в процессе контроля нагрева букс, является формирование состава признаков, наиболее достоверно

характеризующих контролируемый параметр и отражающих техническое состояние буксы. На основе накопленного опыта эксплуатации [1, 2] буксовых узлов на первом шаге определяется перечень наиболее важных диагностических признаков (17 признаков, среди которых, например, отношение амплитуд сигналов букс к средней амплитуде сигналов букс вагона, разность температуры буксы и температуры наружного воздуха, разность температур букс на одной оси колесной пары). Значения признаков вычисляются по зависимостям на основе измерений бесконтактной системы контроля температуры. К числу особо значимых признаков относят такие три признака, как: амплитуда сигнала буксы, разность амплитуд сигналов двух соседних букс, разность амплитуд сигналов букс колесной пары.

На втором шаге построения системы должны проводиться исследования по оценке информативности совокупности признаков, т.е. их способности помогать качественной классификации буксовых узлов. Информативность выбранных признаков может выражаться через вероятность суммарной ошибки, которую допустит система, осуществляющая обнаружение перегретых букс.

Отметим, что вопросы, связанные с оценкой точности классификации для двух классов (исправные и неисправные) и с применением совокупности двух признаков с логарифмически нормальными законами распределения W рассмотрены в [1, 2]. Авторами сделан вывод о том, что при обнаружении перегретых букс по двум признакам вероятность суммарной ошибки снижается более чем в 1,4 раза. Дальнейшее повышение информативности средств теплового контроля буксовых узлов может быть достигнуто за счет увеличения числа признаков.

Перспективные направления работ по точной диагностике неисправных буксовых узлов в режиме реального времени связаны с решением следующих задач: 1) поиск оптимального набора информативных признаков, который может варьироваться в зависимости от выбранного участка контроля движения составов; 2) поиск и аппроксимация совместных законов распределений n признаков $W_i (S_1, \dots, S_n)$ для каждого класса состояний букс i ; 3) классификация на основе обнаруженных латентных зависимостей в классе линейных и нелинейных моделей; 4) учет работы системы в условиях воздействия аппаратурных помех измерений.

Для решения перечисленных задач необходимо использовать высокопроизводительные аппаратные платформы. В качестве методического обеспечения и программного инструментария мы предлагаем использовать современные подходы машинного обучения.

Задача классификации, как одна из распространенных задач в анализе данных, имеет множество методов решения: метод k -ближайших соседей, наивный байесовский классификатор, логистическая регрессия, дискриминантный анализ, деревья решений, метод опорных векторов, нейронные сети.

В отличие от классических математических методов анализа данных с выводом аналитических зависимостей между исследуемыми данными (признаками), подход с использованием нейросетей ориентирован на поиск и извлечение этих зависимостей в накопленных данных (в виде обученной нейросети). Использование нейросетей важно в условиях сложных взаимосвязей между значительными объемами измеряемых и анализируемых признаков, когда построение аналитической модели является сложным процессом с не всегда гарантируемым результатом [7].

Среди преимуществ решения задачи классификации с помощью нейросетей можно выделить:

- формирование модели в процессе обучения нейросети практически без вмешательства пользователя и получение в результате обучения универсального аппроксиматора (модели), позволяющего аппроксимировать широкий класс непрерывных функций с достаточной точностью;

- учет неочевидных закономерностей (в том числе нелинейного характера).

Для классификации состояния буксового узла можно использовать полносвязную нейросеть прямого распространения многослойный персептрон (MLP) [7]. Входными данными для MLP будут значения (результаты измерений) из расширенного перечня температурных характеристик буксового узла, а на выходе нейросети формируется числовой код одного из классов состояния буксового узла: нормально греющиеся (исправные) либо перегретые (неисправные).

Предполагается, что использование MLP с множеством анализируемых входных признаков позволит улучшить качество классификации, так как для разделения на классы используется больше информации по сравнению с традиционными методами. Кроме того, при таком подходе возможно исключить ошибочное влияние параметров окружающей среды на определение состояния буксового узла (например, повышенная температура нагрева смежных букс одного вагона, а также двух соседних вагонов может быть результатом повышенной температуры окружающей среды, а не сигналом неисправности).

В процессе разработки нейроклассификатора состояния буксового узла важным является вопрос об интерпретируемости получаемых с помощью обученной нейросети результатов, которые в свою очередь определяют принятие конкретного решения (считать вагон исправным или неисправным) в области обеспечения безопасности движения.

Один из традиционных показателей интерпретируемости моделей типа «черный ящик» (к которым относятся нейросети) – значимость признаков (feature importance), т.е. уровень влияния в среднем определенного входного признака на выходной результат модели. Понимание того, какие признаки и каким образом влияют на работу модели, поможет выявить потенциальные проблемы в ней, а также дать информацию о том, какие признаки можно добавить для повышения

качества выдаваемого результата, а какие признаки можно исключить в целях оптимизации используемых ресурсов.

При первоначальном создании и обучении нейросети максимально включается в обработку весь набор температурных признаков, а дальнейшем их количество уменьшается за счет выявления относительно незначимых признаков. С учетом набора значимых признаков разработан алгоритм нейросетевого моделирования для диагностики неисправностей буксовых узлов вагонов по температурным признакам. Для нейросети, предназначенной для решения задачи классификации состояний буксового узла вагона, предложено название MLP-АВТР (MultiLayer Perceptron – Axle Box Temperature Parameters).

Алгоритм на основе MLP-АВТР состоит из семи шагов. В результате верификации с учетом возможного циклического функционирования выполняется фиксация структуры MLP-АВТР.

Важно отметить, что для обработки данных в режиме реального времени обученная нейросеть может быть реализована на достаточно простых 32-разрядных микроконтроллерах, в том числе отечественного производства.

Список литературы

1. Миронов А.А., Образцов В.Л., Павлюков А.Э. Теория и практика бесконтактного теплового контроля буксовых узлов в поездах. Екатеринбург: РПФ «Ассорти», 2012.
2. Миронов А.А., Павлюков А.Э., Салтыков Д.Н. Комплекс вычислительных моделей для исследования процессов контроля узлов подвижного состава по инфракрасному излучению // Мир измерений. 2014. №6. С. 21–27.
3. Бринк Х., Ричардс Дж., Феверолф М. Машинное обучение. СПб.: Питер, 2017.
4. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The elements of statistical learning. Springer, 2017.
5. Белоусов В.В., Дружинина О.В., Корепанов Э.Р., Макаренко И.В., Максимова В.В. Подход к оценке технического состояния элементов и узлов транспортных систем с применением методов нейросетевого моделирования и технологии цифровых двойников // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2021. Т. 23. № 5. С. 5–20.
6. Белоусов В. В., Дружинина О. В., Корепанов Э. Р., Макаренко И.В., Максимова В. В. О подходах к созданию и использованию цифровых двойников для элементов и узлов транспортных систем //Материалы VII Международной научно-практической конференции «Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии» (г. Елец, 22-23 апреля 2021 г.). Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2021. С. 79–85.
7. Галушкин А. И. Нейронные сети: основы теории. М.: Горячая линия – Телеком, 2012.

ОЦЕНКА ПЛАВНОСТИ ХОДА НА УЧАСТКАХ ОБРАЩЕНИЯ СКОРОСТНЫХ И ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ПОЕЗДОВ

Фазилова З.Т.¹, Локтев А.А.²

^{1,2}Российский университет транспорта, г. Москва

e-mail: ¹fazil_1905@mail.ru, ²aaloktev@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены данные контроля плавности хода поездов Сапсан на участке направления Санкт-Петербург-Москва по данным ПЧ-3 Октябрьской ДИ; проведена оценка полученных данных. Для участков, где величина ускорений превышает установленные параметры назначены мероприятия, направленные на устранение выявленных датчиками КУХ отклонений.

Ключевые слова: плавность хода, уровень комфорта, акселерометр, контроль учета хода, величина ускорений.

THE ASSESSMENT OF TRAIN MOVEMENT SMOOTHNESS ON THE SPEED AND HIGH-SPEED SECTIONS

Abstract. The article provides data on monitoring the smoothness of Sapsan trains on the St. Petersburg-Moscow section of the direction according to the Oktyabrskaya DI PCh-3; the data obtained were evaluated. For areas where the acceleration value exceeds the established parameters, measures are assigned aimed at eliminating deviations detected by the CFC sensors.

Keywords: smoothness, comfort level, accelerometer, control of travel accounting, acceleration value.

Для скоростных и высокоскоростных пассажирских направлений железнодорожного сообщения важным критерием оценки комфортности проезда пассажиров в поезде является обеспечение плавности хода поездов, осуществляемой по интегральным показателям плавности хода в горизонтально-поперечном, вертикальном направлениях и поступательного ускорения электропоезда, измеряемые датчиками КУХ (на электропоездах «Сапсан»).

Всплески горизонтальных поперечных ускорений в кузове напрямую зависят от натуральных вертикальных неровностей пути и перекоса левой и правой нитей на базе тележки электропоезда «Сапсан» 2,6 м.

В зависимости от уровня вибрации, установлены следующие оценочные уровни комфорта: уровень ускорения (среднеквадратическое отклонение) м/сек²; уровень комфорта: < 0,315 – комфортно; от 0,315 до 0,63 – легкий дискомфорт (легкое ощущение дискомфорта); от 0,63 до 0,8 – чувствительный дискомфорт (приемлемое ощущение дискомфорта); от 0,8 до 1,6 – дискомфортно (отчетливое ощущение дискомфорта).

Регистрация значений вертикальных и горизонтальных ускорений кузова вагона производится с использованием акселерометр «Аксиома». По данным проверок определяются места где величина ускорений превышает значения: $2,0 \text{ м/сек}^2$ – для вертикальных ускорений (1 м/сек^2 – для среднеквадратического отклонения на интервале времени 1 сек); $1,5 \text{ м/сек}^2$ – для горизонтальных ускорений ($0,5 \text{ м/сек}^2$ для среднеквадратического отклонения на интервале времени 1 сек).

Данные контрольной проверки уровня ускорений кузова хвостового вагона электропоезда «Сапсан» на направлении Санкт-Петербург – Москва с использованием портативного акселерометра «Аксиома», проведенной в соответствии с [1], приведены в таблице 1.

Таблица 1. Фрагмент ведомости оценки плавности хода направления СПб-Москва, I путь, ПЧ-3

533	533	533	533	533	км
6	5	4	3	3	ПК
Завидово-Решетник	Завидово-Решетник	Завидово	Завидово	Завидово	Перегон/Станция
		СП №6, А			СП
ПХ 207.		ПХ 206.	ПХ 205.	ПХ 205.	Программа ПХ на 2022 год
cz(0,48)	cz(0,62)/cy(0,41)	cz(0,62)/cy(0,45)	cz(0,35)/cy(0,43)	cz(0,35)/cy(0,43)	Ноябрь 2021 Аксиома (01.11.2021)
194	194	193	193	193	Скор. проезда поезда с Аксиомой
cz(0,46)	cz(0,57)/cy(0,43)	cz(0,59)/cy(0,46)	cz(0,37)/cy(0,42)	cz(0,37)/cy(0,42)	Ноябрь 2021 Аксиома (08.11.2021)
189	188	187	186	186	Скор. проезда поезда с Аксиомой
cz(0,46)	cz(0,61)/cy(0,41)	cz(0,61)/cy(0,43)	cz(0,36)/cy(0,35)	cz(0,36)/cy(0,35)	Ноябрь 2021 Аксиома (15.11.2021)
191	191	191	190	190	Скор. проезда поезда с Аксиомой
cz(0,48)	cz(0,62)/cy(0,45)	cz(0,61)/cy(0,52)	cy(0,4)	cy(0,4)	Ноябрь 2021 Аксиома 22.11.2021)
197	197	198	197	197	Скор. проезда поезда с Аксиомой
cz(0,44)	cz(0,59)/cy(0,46)	cz(0,57)/cy(0,48)	cy(0,35)	cy(0,35)	Ноябрь 2021 Аксиома (20.11.2021)
196	195	195	194	194	Скор. проезда поезда с Аксиомой
cz(0,51)	cz(0,64)/cy(0,47)	cz(0,65)/cy(0,47)	cz(0,36)/cy(0,36)	cz(0,36)/cy(0,36)	Декабрь 2021 Аксиома (06.12.2021)
179	179	179	178	178	Скор. проезда поезда с Аксиомой
cz(0,58)	cz(0,66)/cy(0,42)	cz(0,66)/cy(0,45)	cz(0,35)/cy(0,35)	cz(0,35)/cy(0,35)	Декабрь 2021 Аксиома (13.12.2021)
197	197	197	197	197	Скор. проезда поезда с Аксиомой
cz(0,52)/cy(0,37)	cz(0,64)/cy(0,49)	cz(0,46)/cy(0,49)			Декабрь 2021 Аксиома (20.12.2021)
198	197	197			Скор. проезда поезда с Аксиомой
cz(0,34)					Декабрь 2021 Аксиома (27.12.2021)
131	132	132			Скор. проезда поезда с Аксиомой

Примечание: С.АУ – в горизонтальной плоскости, С.АЗ – в вертикальной плоскости.

Для оценки плавности хода, динамических характеристик подвижного состава и его влияния на путь использованы нормы ускорений, принятые МСЖД UIC-518:2009 [2].

Уровень комфорта пассажиров рассчитывался в соответствии с методикой фирмы ТВЕМА на основе ГОСТ 31191, ИСО 2631 [3].

На маршруте направления Москва – Санкт-Петербург – Москва, I и II главный путь по результатам анализа оценки плавности хода подвижного состава и уровня комфорта пассажиров по дистанции ПЧ-3 за период 2017-2021 гг. (рис. 2-3) получены следующие данные: 278 пикетов с уровнем комфорта – «сильный дискомфорт», 367 пикетов с уровнем комфорта – «чувствительный дискомфорт», 768 мест с ограничением скорости. За наблюдаемый период наибольшее количество срабатываний датчика зафиксировано в марте месяце – 546 шт.

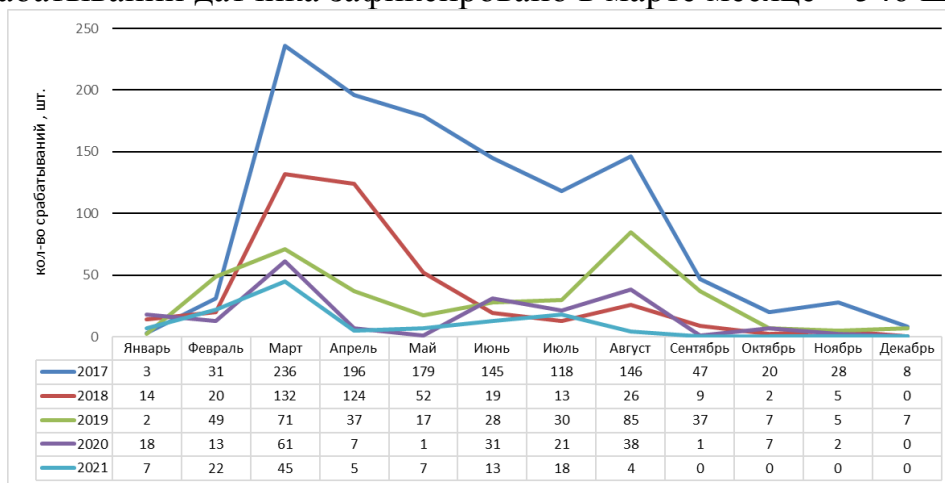


Рис. 2. Диаграмма срабатываний датчиков КУХ по ПЧ-3

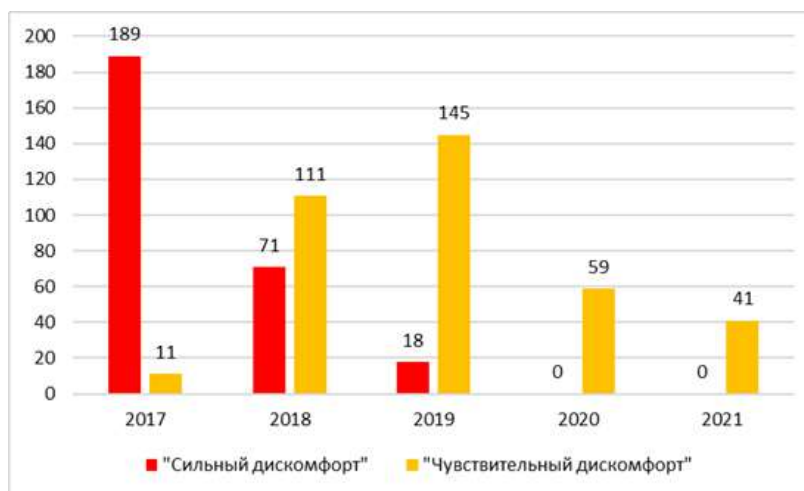


Рис. 3. Оценка плавности хода по уровням

Анализ статистических данных по срабатыванию датчиков контроля устойчивости хода (КУХ) за четыре месяца 2022 г. позволил выявить три перегона, где наблюдалось наибольшее количество срабатываний: Завидово–Решетниково, Алешинка и Рябово–Любань. Данные представлены на рис. 4.

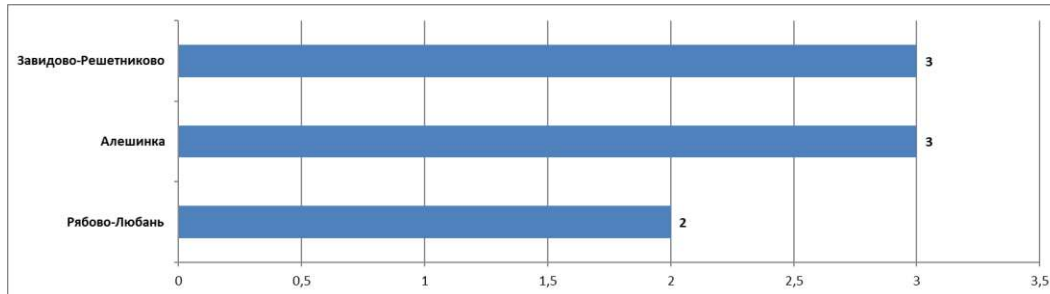


Рис. 4. Наибольшее количество срабатываний датчиков на перегонах/станциях за 2022 год

Для распределения километров по зонам риска учитывались следующие показатели: комплексный статистический показатель, характеризующий общую меру неровности геометрии рельсовой колеи на километровых отрезках, выраженный в виде условной скорости, соответствующей состоянию пути; оценка состояния пути по данным контрольной проверки путеизмерительного вагона КВЛ-П и диагностического комплекса «Спринтер-Интеграл»; места временного восстановления рельсовых плетей; длинные неровности пути в плане и профиле; расчетное динамическое ускорение, вызываемое длинными неровностями; отступления по плавности хода ЭВС «Сапсан» (превышение уровня вертикальных и горизонтальных ускорений, согласно нормам UIC-518:2009) и уровню комфорта пассажиров (в соответствии с требованиями ГОСТ 31191.1-2004). Для анализа использовались действующие нормативные документы ОАО «РЖД» [4-6].

Для выбора адекватной модели транспортного средства необходимо выполнить частотный анализ собственных и вынужденных колебаний при различных режимах движения экипажа и различных состояниях дорожного верхнего строения пути [7-8].

В моделях транспортных средств с различным числом колесных осей и типов тележек (рис. 5) для описания вертикальных перемещений при колебательном движении [9-10] предлагается использовать следующие обобщенные координаты: Z_1 – перемещение по вертикали центра масс кузова экипажа с учетом груза и пассажиров; φ – поворот медианной линии кузова транспортного средства, проходящей через центр масс. Масса кузова транспортного средства вместе с грузом, пассажирами и водителем равна M_1 , а момент инерции продольного сечения транспортного средства без учета тележек равен J_1 , масса i -ой колесной оси вместе с имеющимся оборудованием равна m_i .

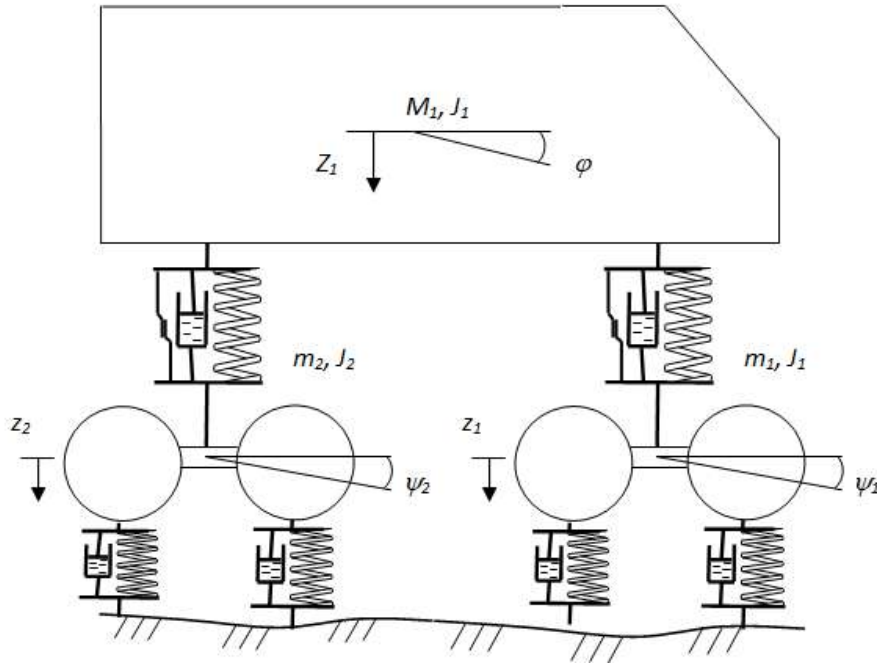


Рис. 5. Плоская модель экипажа с шестью степенями свободы

Для представленной модели транспортного средства с двумя двухосными тележками, приведенной на рис. 5, система определяющих уравнений примет вид:

$$\begin{aligned}
 M \cdot \ddot{Z}(t) + F_1(v_1, \dot{v}_1) + F_2(v_2, \dot{v}_2) - M \cdot g &= 0; \\
 J_1 \cdot \ddot{\phi}(t) + F_1(v_1, \dot{v}_1) \cdot a_T - F_2(v_2, \dot{v}_2) \cdot b_T &= 0; \\
 m_1 \cdot \ddot{z}_1(t) - F_1(v_1, \dot{v}_1) + R_1(u_1, \dot{u}_1) - m_1 \cdot g &= 0; \\
 J_1 \cdot \ddot{\psi}_1(t) + R_2(u_2, \dot{u}_2) \cdot l_2/2 - R_3(u_3, \dot{u}_3) \cdot l_2/2 &= 0; \\
 m_2 \cdot \ddot{z}_2(t) - F_2(v_2, \dot{v}_2) + R_2(u_2, \dot{u}_2) + R_3(u_3, \dot{u}_3) - m_2 \cdot g &= 0; \\
 J_2 \cdot \ddot{\psi}_2(t) + R_2(u_2, \dot{u}_2) \cdot l_2/2 - R_3(u_3, \dot{u}_3) \cdot l_2/2 &= 0,
 \end{aligned} \tag{1}$$

здесь величины $F_i(v_i, \dot{v}_i)$ и $R_i(u_i, \dot{u}_i)$ обозначают силы линейного сопротивления в вязкоупругом элементе, который определяет взаимодействие i -ой колесной оси с кузовом и верхним строением пути соответственно, $v_i = v_i(t), \dot{v}_i = \dot{v}_i(t)$ – вертикальные компоненты перемещения и скорости деформации вязкоупругого элемента над i -ой осью; $u_i = u_i(t), \dot{u}_i = \dot{u}_i(t)$ – вертикальные компоненты перемещения и скорости деформации самого колеса на i -ой колесной паре, ψ_i – угловое перемещение первой и второй тележки экипажа. Определяющие соотношения для усилий сопротивления F_i и R_i содержат компоненты, позволяющие учесть реологические

свойства подвески и колеса как за счет наличия вязкоупругого буфера типа Кельвина–Фойгхта, так и за счет наличия элемента сухого трения скольжения типа Кулона:

$$F_i(v_i, \dot{v}_i) = F_i(v_i) + k_{pi}\dot{v}_i + T_{pi} \cdot \text{sign}(\dot{v}_i), \quad R_i(u_i, \dot{u}_i) = R_i(u_i) + k_{ui}\dot{u}_i, \quad (2)$$

здесь k_{pi} , k_{ui} – параметры демпфирования вязкоупругого тела и пневматического колеса на i -ой оси; T_{pi} – коэффициент сухого трения в подвеске над i -й осью.

Уменьшить число неизвестных в определяющих системах можно за счет представления компонент вертикальных перемещений [11] колесных осей v_i и u_i с помощью обобщенных координат, учитывающих характеристики и состояние поверхности катания рельсовой плети, для выбранной модели экипажа (рис.5) эти координаты примут вид:

$$\begin{aligned} v_1(t) &= Z(t) + \varphi(t) \cdot a_1 - z_1(t), \\ v_2(t) &= Z(t) - \varphi(t) \cdot a_2 - z_2(t), \\ u_1(t) &= z_1(t) - h_1(x_1), \\ u_2(t) &= z_2(t) + \psi_T \cdot l_2 / 2 - h_2(x_2), \end{aligned} \quad (3)$$

где $h_i(x_i)$ – функция, определяющая поверхность катания рельса под i -ой осью экипажа, h_i – горизонтальная координата функции поверхности под i -ой осью, a_i – расстояние по направлению движения экипажа от центра масс кузова до центра масс i -ой колесной пары.

В результате проведенного анализа получены следующие результаты по рассматриваемым показателям:

Условная скорость, соответствующая состоянию пути (СССП). В результате анализа выявлено 16 километров пути, на которых величина СССП менее значения установленной скорости от 10 до 30 и более единиц, данные километры условно входят в оранжевую зону возникновения риска. Величина СССП менее значения установленной скорости до 10 единиц выявлена на 7 километрах пути, которые условно входят в желтую зону возникновения риска.

Был проведен осмотр пути и намечены к выполнению работы на участках, где величина ускорений превышает следующие значения 2,0 м/сек²– для вертикальных ускорений (верт AZ) и 1,5 м/сек²– для горизонтальных ускорений (гор AY).

С учетом проведенного анализа рекомендуется:

1. Включить 7 участков в адресный план шлифовки рельсов СПЕНО-48.
2. Включить участки пути, на которых величина СССП менее значения установленной скорости на 10 и более единиц в адресный план планово-предупредительного ремонта пути (23 участка).

3. Рассмотреть вопрос включения 7 участков пути с уровнем комфорта «чувствительный дискомфорт» в адресный план ППРС.

Список литературы

1. № ЦДИ-897/р «Об организации порядка диагностики и мониторинга плавности хода и комфортности проезда пассажиров на участках обращения скоростных и высокоскоростных поездов»

2. МСЖД UIC-518:2009 «Рельсовый подвижной состав. Ходовые и приемочные испытания по динамическим характеристикам. Требования по безопасности, влиянию на путь и ходовые характеристики»

3. ГОСТ 31191, ИСО 2631 «Вибрация и удар. Оценка воздействия общей вибрации на человека».

4. Распоряжение ОАО "РЖД" от 28.02.2020 N436/р (ред. от 09.11.2020) «Об утверждении Инструкции по оценке состояния рельсовой колеи путеизмерительными средствами и мерам по обеспечению безопасности движения поездов».

5. Приказ Минтранса России от 9 ноября 2015 года №330, распоряжение ОАО «РЖД» от 18 декабря 2015 г. № 2987р.

6. Нормы МСЖД UIC-518:2009 «Рельсовый подвижной состав. Ходовые и приемочные испытания по динамическим характеристикам. Требования по безопасности, влиянию на путь и ходовые характеристики».

7. *Локтев Д.А., Кочнев В.А., Локтев А.А.* Определение габаритов транспортных средств и их положения на проезжей части в системе видеомониторинга // Наука и техника транспорта. 2018. № 4. С. 62–69.

8. *Виноградов В.В., Локтев А.А., Фазилова З.Т.* Математическое моделирование участков переменной жесткости перед искусственными сооружениями // Мир транспорта. 2018. Т. 16. № 3 (76). С. 72–85.

9. *Mashtakov A.P., Khakimzyanov R.R.* The load allocation along the loader axles depending on operating conditions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. 52044.

10. *Loktev A., Fazilova Z., Gridasova E.* The life cycle assessment of the used rails according to the results of cyclic high-frequency tests // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. 22022.

11. *Локтев А.А., Гридасова Е.А., Залетдинов А.В., Локтев Д.А., Степанов К.Д.* Вязкоупругое демпфирование элементов мостовых переходов при динамическом воздействии // Нелинейный мир. 2018. Т. 16. № 5. С. 33–43.

**ЗАДАЧА МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ
ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕСАДОЧНОГО УЗЛА ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ
С УЧЕТОМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА**

Климова Д.В.

Российский университет транспорта, г. Москва

e-mail: klimova_di@mail.ru

Аннотация. В статье описан подход к формированию модели систем безопасности транспортного пересадочного узла (ТПУ) городской агломерации с учетом человеческого фактора. Показано, что управление рисками в сочетании с оценкой показателей опасности, оцениваемых методами качественного анализа с применением аппарата экспертных оценок и нечеткой логики, позволит проводить полноценную оценку ТПУ.

Ключевые слова: транспортная система, транспортный пересадочный узел, ТПУ, безопасность транспортной системы, модель безопасности.

**THE PROBLEM OF SIMULATION OF THE SAFETY SYSTEMS
OF THE TRANSPORT INTERCHANGE HUB OF THE URBAN AGGLOMERATION
TAKING INTO ACCOUNT THE HUMAN FACTOR**

Abstract. The article describes an approach to the formation of a model of security systems for a transport interchange hub (TIH) of an urban agglomeration, taking into account the human factor. It is shown that risk management in combination with the assessment of hazard indicators, assessed by qualitative analysis methods using the apparatus of expert assessments and fuzzy logic, will allow for a full assessment of TIH.

Keywords: transport system, transport interchange hub, transport hub, transport system security, safety model.

Транспортная система – это всегда сложный комплекс различных элементов (инфраструктуры, транспортных средств, технических систем, систем управления, персонала, грузов, пассажиров), который функционирует по определенным правилам с целью удовлетворения потребностей населения и региона в перевозках. Транспортная система региона влияет на социальную и производственную инфраструктуру региона, объединяя различные виды транспорта. Рассматривая потребность перемещения глобально, необходимо понимать, что ни один вид транспорта не может обеспечить необходимость перемещения полноценно, без задействования других видов транспорта. Транспортно-пересадочные узлы (ТПУ) позволяют пассажирам менять направление движения, давая возможность продолжить перемещение, попав в зону пересадки. В крупных транспортных узлах функционирование транспортной системы усложняется, возникает перераспределение пассажиропотоков.

Взаимодействие объектов инфраструктуры и транспортных средств в системе транспортного пересадочного узла, выражается в множестве

сопровождающих процессов, связанных с транспортными процессами, перевозками, логистикой, ремонтом, коммерческими объектами.

Это взаимодействие зависит и от экономической составляющей, так как объекты имеют разные формы собственности (региональная, муниципальная собственность, юридические лица, индивидуальные предприниматели, граждане и т.п.) и управления. Управление системой предполагает технологическую, информационную, правовую и коммерческую совместимость использования объектов инфраструктуры и транспортных средств как комплексного объекта. ТПУ классифицируют по назначению и функциональным характеристикам согласно рис. 1.

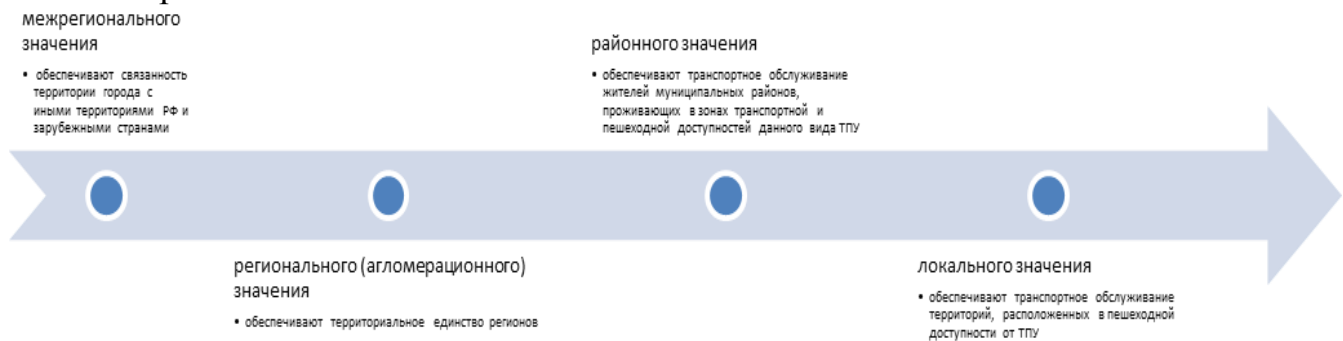


Рис. 1. Классификация ТПУ по назначению и функциональным характеристикам [1]

Транспортный пересадочный узел обладает определенной структурой, в которой элементы системы взаимодействуют между собой с определенной устойчивостью при изменении внешних и внутренних параметров. Каждый транспортно-пересадочный узел представляет собой особенный проект, имеющий большое количество индивидуальных особенностей, зависящих от конкретных задач, поставленных при проектировании ТПУ (рис. 2).



Рис. 2. Физический и логический уровень формирования ТПУ

Важно понимать процессы, происходящие в системе, включающей, как минимум, два вида транспорта, для того чтобы эффективно решать логистические задачи и формировать системы управления транспортными пересадочными узлами (рис. 3).



Рис. 3. Факторы формирования систем управления ТПУ

Количество информации, присущей транспортному пересадочному узлу, приводит к усложнению условий управления. Современные цифровые системы управления, в том числе, с использованием мультимодальных технологий и интернета-вещей, внедряемые в технологические составляющие систем, с одной стороны, облегчают управление, но при этом создают дополнительные составляющие сложности систем. Для управления транспортным пересадочным узлом необходимо определиться с комплексом показателей, по которым можно проводить оценку ТПУ, что является важной методологической задачей, влияющей на эффективность и безопасность всей транспортной системы. Формирование модели ТПУ позволит обеспечить отображение функционирования процессов в ТПУ и управление системой. Для этого модель сложной системы должна быть надежной и валидной, воспринимаемой как на уровне цифрового информационного, так и на технологическом сопровождении. Получение динамической модели включает в себя учет детерминированных свойств систем, поведение которых имеет научно-практическое обоснование и описывает большую часть связей системы. Одной из основных причин аварий всегда является человеческий фактор (рис. 4), т.е. человеческие ошибки необходимо считать элементами формируемой модели систем безопасности ТПУ.

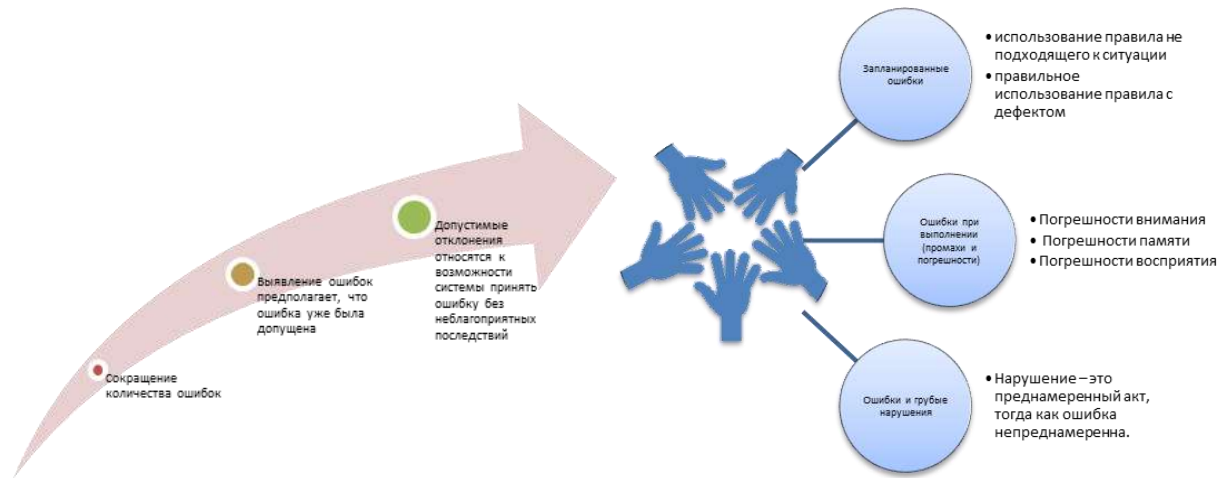


Рис. 4. Человеческий фактор в формировании модели ТПУ

Разработка системы управления безопасностью требует рассмотрения технологических процессов от уровня отдельных операций до верхнего уровня управления, необходимость учета влияния на вероятность и величину рисков факторов различной природы (технологических процессов, человеческого фактора, процедур управления), детальные и трудоемкие количественные методики оценки риска, множественность сценариев возможных последствий возникающих инцидентов, сложность процедуры оценки полного ущерба, разнообразие применяющихся методов мониторинга опасностей и контроля систем управления и т.п. Управление рисками в дополнении с оценкой показателей опасности, оцениваемых методами качественного анализа с применением аппарата экспертных оценок и нечеткой логики, позволит проводить полноценную оценку ТПУ. Интеллектуальная транспортная система с использованием инновационных разработок для управления транспортными и человеческими потоками, нуждается в доработке имеющихся моделей. Цифровизация транспорта позволит повысить безопасность транспортного пересадочного узла при условии наличия общей интеграционных платформ транспортных пересадочных узлов, с учетом нелинейных параметров организационных и технологических факторов.

Список литературы

1. СП 395.1325800.2018 «Транспортно-пересадочные узлы. Правила проектирования». Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 05.04.2022).

2. Кондусова В. Е., Климова Д. В. Анализ факторов, влияющих на развитие системы комплексной безопасности транспортно-пересадочных узлов городских агломераций // Актуальные проблемы техносферной безопасности: Сборник трудов III национальной научно-практической конференции РОАТ, Москва, 30–31 марта 2021 года. М.: Российская открытая академия транспорта федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» (МИИТ), 2021. С. 110-115.

3. Галимова Р. И., Климова Д. В. Влияние факторов напряженности трудового процесса на возникновение усталости работников // Техносферная безопасность городских агломераций: сборник международной школы-конференции, Москва, 14–16 декабря 2020 года. М.: Российский университет транспорта, 2021. С. 113-119.

4. Климова Д. В., Астахов В. В. Разработка системы мероприятий по повышению безопасности граждан на объектах транспортной инфраструктуры // Проблемы безопасности российского общества. 2021. № 3(35). С. 49-59.

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛАБОРАТИВНЫХ РОБОТОВ В ПАРАДИГМЕ ИНДУСТРИИ 4.0

Довгаль В.А.

Майкопский государственный технологический университет

e-mail: urmia@mail.ru

Аннотация. Устройства, относящиеся к коллаборативной робототехнике, все больше внедряются в современный производственный ландшафт, их рынок быстро расширяется. В этой статье представлен краткий обзор текущих тенденций коллаборативной робототехники и ее будущих границ с особым акцентом на роли подобных устройств в парадигме Industry 4.0.

Ключевые слова: коллаборативная робототехника, взаимодействие человека и машины, Индустрия 4.0.

ANALYSIS OF THE RELEVANCE OF THE USE OF COLLABORATIVE ROBOTS IN THE INDUSTRY 4.0 PARADIGM

Abstract. Devices related to collaborative robotics are increasingly being introduced into the modern production landscape, and their market is rapidly expanding. This article provides a brief overview of the current trends in collaborative robotics and its future boundaries, with a special focus on the role of such devices in the Industry 4.0 paradigm.

Keywords: collaborative robotics, human-machine interaction, Industry 4.0.

Введение. Коллаборативная робототехника – это новое направление робототехники, все чаще проникающее в промышленное производство и другие направления деятельности человека. Рассматриваемая технология уже стала одним из самых быстрорастущих секторов рынка робототехники: ожидается, что к

к концу 2025 года коботы составят в общей сложности 34% от общего объема продаж роботов [1].

В отличие от традиционных промышленных роботов коллаборативные роботы функционируют при непосредственном взаимодействии с людьми, выполняя общую полезную нагрузку без использования средств защиты. При этом коллаборативность устройств сопровождается малым весом устройств и способностью перемещаться в пространстве. Эти достоинства способствуют повышению уровня автоматизации производства и способствуют Четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0).

В статье выполнен анализ текущих тенденций рынка коллаборативной робототехники и производственных парадигм новой Индустрии 4.0. Кроме того, представлен обзор современных границ коллаборативной робототехники по трем основным измерениям: экономическому, социальному и технологическому.

Коллаборативные роботы. Роботы, функционирующие совместно с работниками предприятия, позволяют использовать сильные стороны и выносливость роботов с помощью интуитивного знания и гибких навыков принятия решений, которыми обладают люди. Владельцы таких роботов извлекают выгоду из важнейших преимуществ, которыми обладают как люди, так и роботы: роботы могут выполнять повторяющиеся и монотонные задачи, а люди-работники по-прежнему справляются с неожиданными и незапланированными задачами лучше, чем их автоматизированные коллеги. В некотором смысле люди остаются самым гибким ресурсом в системе. Таким образом, разнообразные преимущества, извлекаемые от сотрудничества человека и робота, могут превзойти чисто роботизированные процессы.

Каждый сценарий совместной работы, как способ взаимодействия людей-операторов и коллаборативных роботов, включает в себя по меньшей мере одного человека-оператора и по меньшей мере одного робота, совместно использующего одно и то же рабочее пространство для выполнения производственного процесса (процессов) на обрабатываемых объектах (изделиях) [2]. При этом выделяют четыре различных сценария сотрудничества:

- **независимый** – человек-оператор и робот выполняют непересекающуюся работу, в соответствии со своими индивидуальными производственными процессами (здесь совместное функционирование осуществляется на общем рабочем пространстве без средств защиты);

- **синхронный** – человек-оператор и робот выполняют отдельные производственные процессы на одном и том же обрабатываемом объекте в одно и то же время, что сводит к минимуму время транспортировки, повышает производительность и эффективность использование пространства (при этом отсутствует зависимость от времени или задач между человеком и роботом);

- **последовательный** – человек-оператор и робот выполняют последовательные производственные процессы на одном и том же

обрабатываемом объекте (т.к. между процессами, выполняемыми оператором и роботом, существуют временные зависимости, то часто роботы назначаются для выполнения более утомительных процессов, что также может улучшить условия работы оператора);

- поддерживающий – человек-оператор и робот работают над одним и тем же процессом на одном и том же обрабатываемом объекте в интерактивном режиме (при этом обычно проявляется полная зависимость между человеком и роботом, т.к. один не может выполнить задачу без другого).

На современном этапе большинство примеров коллаборативных роботов, развернутых в промышленных условиях, реализуют «независимый» или «синхронный» сценарии совместной работы. Однако большинство передовых исследовательских проектов, направленных на открытие новых горизонтов, можно классифицировать как стремление к «последовательным» или «поддерживающим» сценариям сотрудничества.

Такие сценарии требуют создания более сложных систем и решений, а по степени взаимозависимости и сотрудничества, коллаборативные роботы должны иметь улучшенное семантическое понимание цели задачи, а также действий и намерений своих коллег-людей. Кроме того, остается проблема интуитивного общения между живой рабочей силой и роботами.

Коллаборативные роботы в парадигме Индустрии 4.0. Использование коллаборативных роботов дополняет текущие тенденции в области автоматизации производственных технологий в рамках Индустрии 4.0, которая, как достаточно новой парадигмы, обещает обеспечить достижение эффективности процессов, снижение затрат, повышение производительности и повышение гибкости за счет интегрированных систем автоматизации и киберфизических систем [3]. Стремящиеся к высокому уровню конкурентоспособности компании-производители, в будущем должны использовать более гибкие производственные процессы, в которых необходимо сочетать массовые настройки с небольшими партиями продукции. Отчасти для решения указанной задачи помогает внедрение автоматизации, хотя традиционная робототехника не всегда обеспечивает подходящие решения, поскольку во многих промышленных отраслях происходит переход от массового производства к массовой кастомизации и к гибким производственным парадигмам [4].

Промышленная автоматизация и классические роботизированные рабочие ячейки не обладают универсальностью и гибкостью, а большое время переналадки затрудняет адаптацию к динамичным условиям или эффективное производство мелкосерийного производства. Быстро переналаживаемые производственные системы должны быть гибкими, открытыми, масштабируемыми и перенастраиваемыми, а легкие, мобильные коллаборативные роботы – в сочетании с навыками и гибкостью людей – обеспечивают это более успешно.

Анализ характерных свойств традиционных промышленных и коллаборативных роботов, приведенный на рис. 1, показывает, что характеристики коллаборативных промышленных роботов лучше соответствуют требованиям Индустрии 4.0.

Приведем несколько примеров, в которых коллаборативные роботы могут оказать положительное влияние на современное состояние многих процессов в промышленных и организационных процессах, имеющих тренд к быстрому технологическому развитию.

Европейская система анализа стратегии и политики Европейского Союза (ESPAS) предусматривает ряд глобальных тенденций до 2030 года [5], включая изменение климата и давление на окружающую среду, сокращение рабочей силы и старение населения, а также изменение структуры торговли в связи с геополитическими сдвигами. Рассмотрим, как разработки коллаборативных роботов могут способствовать формированию ответов на эти глобальные тенденции:

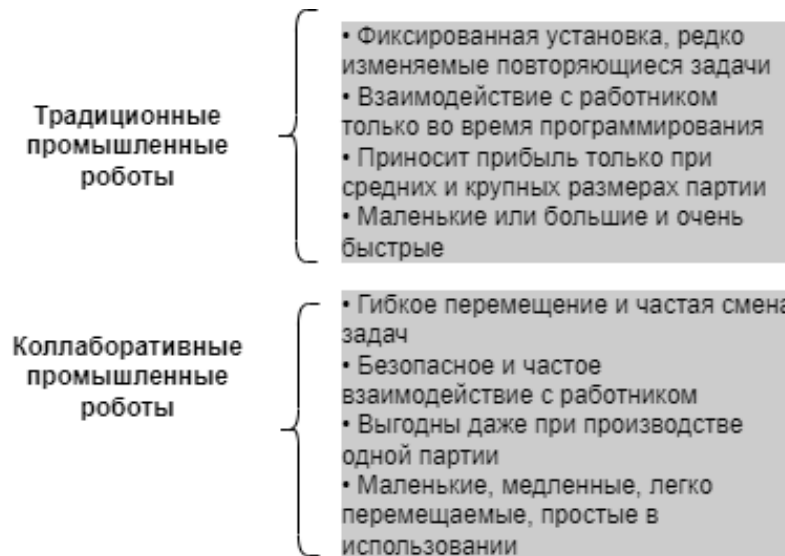


Рис. 1. Характеристики традиционных промышленных роботов и коллаборативных роботов

а) использование коллаборативных роботов способствует повышению эффективности использования ресурсов и является важным фактором экономики замкнутого цикла и восстановления производства, что благоприятным образом сказывается на изменении климата;

б) замена живых сотрудников коллаборативными роботами позволит существенно снизить негативное влияние производственных процессов на здоровье человека, снижению отрицательного влияния вредных условий труда, что целом позволяет позитивно повлиять на демографическую ситуацию как в стране, так и в мире;

в) широкое внедрение робототехники и автоматизации помогает снизить стоимость выпускаемой продукции или оказываемых услуг, что позволит перенести производство из стран с низкой стоимостью труда в страны, являющиеся катализаторами идей автоматизации и обеспечения постоянной конкурентоспособности отраслей в условиях высокой стоимости производства, что в целом позволит повлиять на геополитические условия.

Рассмотренные процессы по внедрению и массовому использованию коллаборативных роботов позволяют выявить основные актуальные аспекты текущих исследований, связанных с коллаборативной робототехникой (рис. 2).

Выводы. В настоящее время рынок коллаборативной робототехники становится все более актуальным: помимо обрабатывающей промышленности коллаборативные роботы внедряются в процесс сбора и обработки данных, предоставления различных услуг и т.п. Коллаборативные роботы позволяют оптимально сочетать навыки компьютеров (способность выполнять повторяющиеся задачи при наличии интуитивного знания) с адаптационными навыками людей. В статье показано, что такой коллаборационизм эффективно вписывается в новые гибкие производственные парадигмы с улучшенной настройкой и меньшими размерами партий. Во многих отношениях коллаборативные роботы лучше оснащены для участия в технологической парадигме Индустрии 4.0, чем традиционные промышленные роботы.

Экономика	Общество	Технологии
<ul style="list-style-type: none"> • Развитие рынка коллаборативных роботов • Предполагаемое преимущество внедрения коллаборативных роботов • Места производства и геополитика • Движение к платформенной экономике 	<ul style="list-style-type: none"> • Сценарии совместной работы • Безопасность • Эргономика • Человеческий фактор и дизайн, ориентированный на человека • Создание благоприятных условий для инклюзивных рынков труда • Доверие 	<ul style="list-style-type: none"> • Программирование и обучение • Возможности семантического понимания и преждевременность коллаборативных роботов

Рис. 2. Актуальные направления исследований в области коллаборативной робототехники

Кроме того, статья описывает границы будущих исследований, связанных как с экономическими, социальными, так и с технологическими аспектами коллаборативной робототехники. В совокупности экономические, социальные и технологические границы демонстрируют важные тенденции, которые помогут сформировать будущее коллаборативных роботов и их внедрение.

Список литературы

1. Robotics Statistics You Need To Know In 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eescorporation.com › robotics-statistics> (дата обращения: 10.03.2022)
2. Shirine El Zaatari, Mohamed Marei, Weidong Li, Zahid Usman. Cobot programming for collaborative industrial tasks: An overview // Robotics and Autonomous Systems. 2019. V. 116. P. 162-180. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2019.03.003>.
3. Серебренников С.С., Харитонов С.С. Технологический переход от Индустрии 2.0 и 3.0 к Индустрии 4.0 в промышленной отрасли // Вестник МИРБИС. 2020. № 4 (24). С. 67–79.
4. Аль-Дарабсе А.М., Маркова Е.В. Возможности интеллектуальных гибких производственных систем // Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности: сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2020. С. 168-175.
5. Шилкина С.В. Мировые тенденции управления отходами и анализ ситуации в России // Отходы и ресурсы. 2020. Т. 7. № 1. С. 5.

**ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ, ДЕФОРМАТИВНОСТИ И ОЦЕНКИ РИСКОВ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

Зайцев А.А.¹, Фазилова З.Т.², Кекелев А.И.³

^{1,2}Российский университет транспорта РУТ (МИИТ)

³РЦДМ Северной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД»

e-mail: ¹andrei.zaitsev2010@yandex.ru,

²fazil_1905@mail.ru, ³kekelev30@rambler.ru

Аннотация. В статье приведены сведения о методике, учитывающей параметры надежности, деформативности и оценки рисков в эксплуатации земляного полотна российских железных дорог. Методика, внедренная в работу центров диагностики и мониторинга российских железных дорог, направлена на совершенствование процесса эксплуатации земляного полотна.

Ключевые слова: транспорт, земляное полотно железных дорог, методика оценки надежности и рисков при эксплуатации инфраструктуры железнодорожного пути.

**ISSUES OF RELIABILITY, DEFORMABILITY AND RISK ASSESMENT
OF RAILWAY PERMANENT WAY OPERATION**

Abstract. The article provides information about the methodology that takes into account the parameters of reliability, deformability and risk assessment in the operation of the subgrade of

Russian railways. The methodology introduced into the work of diagnostic and monitoring centers of Russian railways is aimed at improving the operation of the subgrade.

Keywords: transport, railway roadbed, methodology for assessing reliability and risks in the operation of railway infrastructure.

Введение. Статья направлена на разработку вопросов оценки надежности, деформативности и оценки рисков эксплуатации земляного полотна железных дорог на современном этапе развития инфраструктуры железнодорожного пути, текущего содержания и надзора за земляным полотном.

В методике оценки рисков (эксплуатации) земляного полотна (железных дорог), далее ЗП зафиксирован ряд терминов: безопасность ЗП: (обеспечивать безопасное движение подвижного состава с наибольшими скоростями в пределах допустимых значений в течение заданного периода времени); допустимый уровень риска (уровень риска, который приемлем при данных обстоятельствах на основании существующих в текущий период времени ценностей в обществе) [1].

При этом конкретизировано определение деформаций ЗП (как остаточных и сезонные осадки, поднятия и смещения, повреждений или разрушения земляного полотна или его элементов от природных и (или) техногенных воздействий, включая поездную нагрузку).

Установлены понятия пороговых значений критических параметров: величины критических параметров, при превышении которых вероятность перехода железнодорожного пути в неработоспособное или частично работоспособное состояние в течение заданной наработки достигает допустимое значение [1]. Предотказ состояние ЗП: состояние объекта, при котором объект, несмотря на деформации ЗП, может эксплуатироваться до очередного капитального ремонта без возникновения полного или частичного отказов, но требует дополнительных расходов на его текущее содержание. Работоспособное состояние земляного полотна: состояние земляного полотна без отступлений от норм и допусков его устройства и содержания или с отступлениями от указных норм и допусков, но при условии обеспечения безопасного пропуска поездов с установленной скоростью [1].

В методике уточнено понятие риска как сочетания вероятности события и его последствий. Частично работоспособное состояние земляного полотна: состояние земляного полотна с отступлениями от норм и допусков его устройства и содержания, вызывающими ограничения движения поездов. Частичный отказ земляного полотна: частичная потеря работоспособности объекта при развитии деформаций земляного полотна или основания, требующая введения ограничения скорости движения поездов.

На рис. 1 приведены участки с характерными деформациями земляного полотна для двух структурных подразделений Северной дирекции

инфраструктуры железных дорог и схемы характерных деформаций по инструкции ЦП 544 [1-6].

Модель надежности земляного полотна. Структурная схема модели надежности земляного полотна, разработана Е.С. Ашпизом и А.Н. Савиным с учетом основных требований и положений ГОСТ Р 51901.14-2007, ГОСТ Р 51901.11-2005, ГОСТ Р 51901.12-2007, ГОСТ Р 51901.15-2005 и ГОСТ Р 27.302-2009. В модели надежности ЗП является геотехнической системой и подсистемой в природно-технической системе «железнодорожный путь», которая обеспечивает стабильность положения верхнего строения пути в пространстве в течение заданного срока эксплуатации. Условия оценки учитывают переход любого объекта ЗП из работоспособного состояния в частично работоспособное или неработоспособное и при этом влечет за собой частичный или полный отказ участка железнодорожного пути.

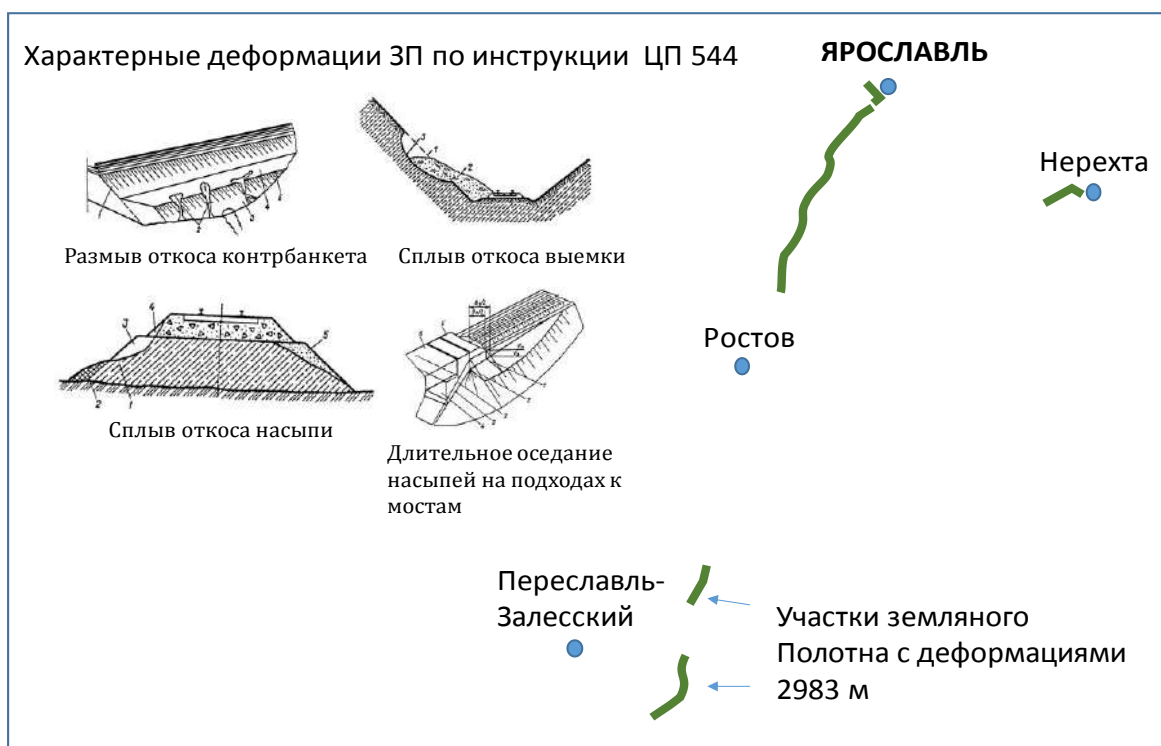


Рис. 1. Схема участков анализа (Северная ДИ) и характерные деформации

Неисправное (неработоспособное) состояние земляного полотна определяется наличием дефектных и деформирующихся участков, а также неисправностями его сооружений и обустройств – степенью их износа и потребностью в ремонте.

Статистический метод прогнозирования предусматривает оценку моментов отказов объекта ЗП, основанный на сборе и обработке результатов наблюдений за состоянием, как отдельных частей, так и объекта в целом. При этом, учитывая, что возникновение отказов событие статистически редкое, показатели надежности отдельного объекта земляного полотна имеют малую достоверность и должны

оцениваться через осредненный показатель надежности, определяемый для однородной группы объектов. Анализ по ГОСТ 33433-2015 предусматривает следующий порядок действий: выделение объектов земляного полотна на протяжении участка (направления, линии) железнодорожного пути; формирование однородных групп объектов, с определением условий их эксплуатации, в том числе при наличии сложных инженерно-геологических условий; определение критериев оценки надежности; определение численных значений критериев оценки надежности; проведение анализа видов и последствий отказов.

В таблицах 1 и 2 приведены результаты оценки надежности для выбранного полигона.

Анализ видов и последствий отказов. В соответствии с положениями ГОСТ Р 51901.12-2007 процесс анализа видов и последствий отказов предусматривает: план проведения анализа; описание структуры геотехнической системы ЗП, с определением эксплуатационных характеристик объектов; определение видов отказов, возникновение которых связано с определенными деформациями ЗП; определение причин возникновения отказов; определение последствий возникновения отказов для перевозочного процесса отдельно по их видам; методы и способы обнаружения отказов; классификацию тяжести последствий отказов; определение частоты или вероятности появления отказа.

Таблица 1.

Пример анализа информации по участкам железнодорожного пути с деформациями (фактические показатели)

№ п/п	Подразд. / Участок	класс пути	длина участка (путь)	Вид и краткая характеристика деформации	Скорость, км/ч (ограничение)
1	1/1	1	550 (1)	Сплыв откоса насыпи	120/80 (120/80)
2	1/2	1	100 (1)	Длительные осадки пути на подходах к мостам и трубам	120/80 (120/80)
3	2/1	3	200 (2)	Длительные осадки пути на подходах к мостам и трубам	100/80 (100/80)
4	2/1	3	8 (2)	Размыв откоса насыпи в период паводка	100/80 (100/80)
5	2/1	3	15 (2)	Сплыв откоса насыпи	100/80 (100/80)
6	2/1	3	800 (1)	Размыв откоса насыпи в период паводка	100/80 (100/80)
7	2/2	3	800 (1)	Длительные осадки пути на подходах к мостам и трубам	120/80 (120/80)
8	2/2	3	600 (1,2)	Сплыв откоса насыпи	140/90 (140/90)
9	2/2	3	50 (2)	Эрозия грунта откоса насыпи в период дождей	140/90 (140/90)
10	2/3	3	400 (1)	Сплыв откоса насыпи	70/60 (70/60)

Таблица 2

Пример анализа информации по участкам железнодорожного пути с деформациями (оценка отказов)

	Год постановки на учет	Вероятность безотказной работы $P(x)$	Вероятность отказа $Q(x)$	Интенсивность отказов $\lambda(x)$, 1/год	Количество деформаций за последние 22 года (опасных деформаций)
1	2012	0,913	0,087	0,090	2 (1)
2	2017	0,913	0,087	0,090	2 (0)
3	2011	0,834	0,166	0,182	4 (0)
4	2013	0,956	0,044	0,045	1 (0)
5	2007	0,956	0,044	0,045	1 (1)
6	2014	0,956	0,044	0,045	1 (0)
7	2018	0,913	0,087	0,091	2 (0)
8	2018	0,913	0,087	0,091	2 (0)
9	2010	0,873	0,127	0,136	3 (0)
10	2015	0,873	0,127	0,136	3 (0)

Проведение данного анализа проводится для каждой сформированной однородной группы объектов, с учетом определенного вида деформаций. В таблице 5.3 [1] приведена карта угроз, которым подвержено земляное полотно, составленная в соответствии с классификацией его дефектов и деформаций по Инструкции по содержанию земляного полотна [1,2]. В карте также учтены дефекты, деформации, повреждения и разрушения устройств для отведения поверхностных и грунтовых вод, защитных и противодеформационных сооружений, а также укрепительных устройств земляного полотна.

Причиной предотказного (неисправного) состояния ЗП является превышение величин критических параметров, при котором вероятность перехода железнодорожного пути в неработоспособное или частично работоспособное состояние в течение заданной наработки достигает допустимого значения. При этом характер и величины возникших деформаций земляного полотна позволяют эксплуатацию объекта до очередного капитального ремонта без возникновения полного или частичного отказов. Последствием предотказного состояния является необходимость дополнительных расходов на текущее содержание объекта. Пороговые значения критических параметров ЗП при возникновении его предотказного состояния приведены в Классификаторе [2].

Причиной возникновения частичного отказа является возникновение и/или развитие деформаций земляного полотна или его основания, требующее введения ограничения скорости движения поездов. Последствием частичного отказа является переход земляного полотна в частично неработоспособное состояние,

при котором уменьшается величина участковой скорости движения поездов, и, как следствие уменьшается пропускная способности направления.

Причиной возникновения полного отказа является интенсивное развитие деформаций (повреждение и/или загромождение) земляного полотна или его основания, при котором происходит потеря работоспособности объекта, приводящая к перерыву в движении поездов.

Расчеты значений потерь, возникающих от наступления предотказного состояния земляного полотна, а также от возникновения частичных и полных его отказов, и значений критериев надежности являются основой для оценки рисков земляного полотна. При оценке рисков должны быть учтены отказы, зафиксированные в Комплексной автоматизированной системе учета и анализа случаев технологических нарушений (КАСАНТ), а также данные Автоматизированной системы управления безопасностью движения (АС РБ).

Список литературы

1. Методические указания по оценке рисков земляного полотна №712/р от 09.04.2018; М. ОАО «РЖД», 2018. 47с. [электронный документ].

2. Классификатор и нормы пороговых значений критических параметров, характеризующих предотказное состояние земляного полотна, утвержденные распоряжением ОАО «РЖД» от 14 апреля 2016 г. № 660р.

3. *Шепитько Т. В., Зайцев А. А., Тенирядко Н. И., Бучкин В. А.* Транспортное развитие северных территорий России // Известия Транссиба. 2021. №3. С.115–130.

4. Отчет об осмотре деформирующихся мест земляного полотна на участке пути 322 - 327 кмкм перегона Сахареж–Нерехта ПЧ-2 Ярославской дистанции пути, 2017 (рукопись).

5. *Зайцев А.А., Сидраков А.А., Абрашитов В.В., Кендюк А.В., Космынин Д.В.* Методы мониторинга и моделирования в вопросах управления состоянием инфраструктуры железнодорожного пути // XIV Всероссийская мультikonференция Материалы XIV мультikonференции по проблемам управления МКПУ-2021, 27 сентября – 2 октября 2021 г.; Дивноморское, Геленджик. Т. 4. Ростов-на-Дону – Таганрог: ЮФТУ 2021. С. 114–117.

6. *Шапран В.В., Фазилова З.Т.* Деформация земляного полотна на Воркутинской дистанции пути // Путь и путевое хозяйство. 2018. № 8. С. 28–32.

7. *Скворцов О.В., Фазилова З.Т., Зайцев А.А.* Укрепление земляного полотна в районах распространения многолетнемерзлых грунтов на направлении Чум - Лабытнанги в рамках реализации проекта «Северный Широтный Ход» // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство. 2018. Т. 12. № 12 (12). С. 85–89.

СИСТЕМНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИТ-СЕТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Таров Д.А.¹, Тарова И.Н.²

^{1,2} Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹tarov_rabota@rambler.ru, ²inesstarova@rambler.ru

Аннотация. Проведен анализ совокупности инцидентов информационной безопасности, которым может быть подвержена организация и предлагают на его основе системную классификацию инцидентов информационной безопасности информационно-телекоммуникационной сети организации. В статье изложена взаимосвязь между классами инцидентов информационной безопасности, введенная некоторыми авторитетными ИТ-компаниями, указаны спецификации и стандарты, положенные авторами в основу предлагаемой классификации, а также указан ряд требований, которым, должна соответствовать разрабатываемая классификация инцидентов информационной безопасности.

Ключевые слова: информационная безопасность, инцидент информационной безопасности, классификация инцидентов.

SYSTEM CLASSIFICATION OF INFORMATION SECURITY INCIDENTS OF THE ORGANIZATION'S IT NETWORK

Abstract. The authors analyze the totality of information security incidents to which an organization may be exposed and propose, on its basis, a systematic classification of information security incidents of an organization's information and telecommunications network. The article outlines the relationship between the classes of information security incidents introduced by some reputable IT companies, specifies the specifications and standards that the authors use as the basis for the proposed classification, and also indicates a number of requirements that the developed classification of information security incidents must meet.

Keywords: information security, information security incident, classification of information security incidents.

Современное положение дел в области обеспечения информационной безопасности таково, что ни передовые технологии, ни современные средства защиты информации не могут в полной мере предотвратить возникновения в информационно-коммуникационной системе университета инцидентов информационной безопасности, способных нанести значительный ущерб информационной системе ВУЗа. Внедрение комплекса мер по обеспечению информационной безопасности, начиная от двухфакторной аутентификации пользователей и заканчивая средствами резервного копирования, в том числе и реального времени, критической информации тем ни менее не может полностью

защитить от сбоев некорректно настроенного оборудования, ошибок пользователей, сбоев программного обеспечения. Перечисленные выше обстоятельства могут способствовать развитию инцидентов информационной безопасности.

Каждый из видов инцидентов информационной безопасности имеет свои причины, сценарии развития и последствия, т.е. характеризуются по-разному и имеет различные варианты противодействия им. Однако, с нашей точки зрения, из-за постоянного появления новых инцидентов, разработка описания каждого из них будет малоэффективной. Попытки разработки унифицированных спецификаций инцидентов информационной безопасности различными компаниями IT-сферы предпринимались неоднократно [1].

Вызывает интерес взаимосвязь между классами инцидентов информационной безопасности, введенная некоторыми IT-компаниями [2]. Самым полным, с точки зрения обеспечения именно информационной безопасности организации, выглядит перечень, предлагаемый НКЦКИ.

В 2007 г. был разработан основанный на XML стандарт IODEF, описывающий формат обмена информацией при инциденте информационной безопасности и его индикаторах, который позднее был опубликован как стандарт RFC5070 и обновлен в 2017 г. Тогда же, в 2007 г., был подготовлен формат обмена сообщениями об обнаружении вторжения IDMEF. В 2010 г. компанией Verizon была предложена система регистрации событий и обмена информацией об инцидентах VERIS, предназначенная для обмена стратегической информацией об инцидентах и содержащая набор метрик, предназначенных для реализации общего языка описания инцидентов безопасности. В 2012 г. рабочей группой MILE был предложен протокол RID как стандарт передачи сведений о киберугрозах, позволяющий объединить все этапы обнаружения и противодействия инцидентам. В 2013 г. появилось расширение стандарта IODEF описанием формата обмена сведениями о киберугрозах и получившее название IODEF-SCI: добавлена поддержка сведений о схемах атаки, уязвимостей различных платформ, инструкции по противодействию кибератакам и т.д. Так же в 2013 г. компанией MITRE была предложена схема определения, описания и передачи информации о событиях или свойствах состояний, которые можно наблюдать в функционирующем домене и получившем название SubOX. Кроме того, MITRE разработала язык STIX, использующий в структурированном виде SubOX для описания информации о киберугрозах. В 2017 г. вышла версия STIX 2.0, включающая индикаторы активности киберпреступников и описание оптимального противодействия. Тогда же, в 2013 г., компания MITRE предложила протокол TAXII, обеспечивающий обмен информацией об индикаторах киберугроз между организациями и производителями программного обеспечения или услуг, основанных на использовании XML и HTTP для передачи данных.

Указанные выше три спецификации от MITRE в силу своей совместимости и легкой автоматизации в настоящее время используются для составления классификации инцидентов информационной безопасности чаще всего. Кроме того, при составлении системной классификации инцидентов информационной безопасности информационно-телекоммуникационной сети организации мы опирались на такие стандарты как:

- ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 18044-2007 «Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент инцидентов информационной безопасности» [3];
- ГОСТ Р 57580.1–2017 «Безопасность финансовых (банковских) операций. Защита информации финансовых организаций. Базовый состав организационных и технических мер» [4];
- ГОСТ Р 57580.2-2018 «Безопасность финансовых (банковских) операций. Защита информации финансовых организаций. Методика оценки соответствия» – Приложение Б. Перечень нарушений защиты информации [5];
- ISO/IEC 27035-1:2016 Information technology — Security techniques — Information security incident management — Part 1: Principles of incident management (Управление инцидентами ИБ — Часть 1. Принципы управления инцидентами) [6];
- ISO/IEC 27035-2:2016 Information technology — Security techniques — Information security incident management — Part 2: Guidelines to plan and prepare for incident response (Часть 2. Руководящие принципы планирования и подготовки для реагирования на инциденты) [7].

Обобщая классификационные признаки инцидентов информационной безопасности, содержащиеся в приведенных выше документах, составим схему системной классификации сетевых атак на информационно-телекоммуникационную систему организации (рис. 2).

В силу того, что различные организации имеют различную специфику деятельности, накладывающую отпечаток на их информационные системы, на данный момент невозможно составить единый перечень инцидентов информационной безопасности. Однако, исходя из опыта, сформулируем ряд требований, которым, на наш взгляд, должна соответствовать разрабатываемая классификация инцидентов информационной безопасности:

- 1) классификация должна содержать сведения об инцидентах, характерных как для непосредственно для всей информационно-коммуникационной системы организации, так и для ее элемента – системы управления информационной безопасностью организации;
- 2) классификация должна содержать сведения о направленности инцидента информационной безопасности на различные элементы информационно-коммуникационной системы организации;
- 3) классификация должна содержать связи инцидентов информационной

безопасности с угрозами информационной безопасности, сетевыми атаками и соответствующими уязвимостями сети.

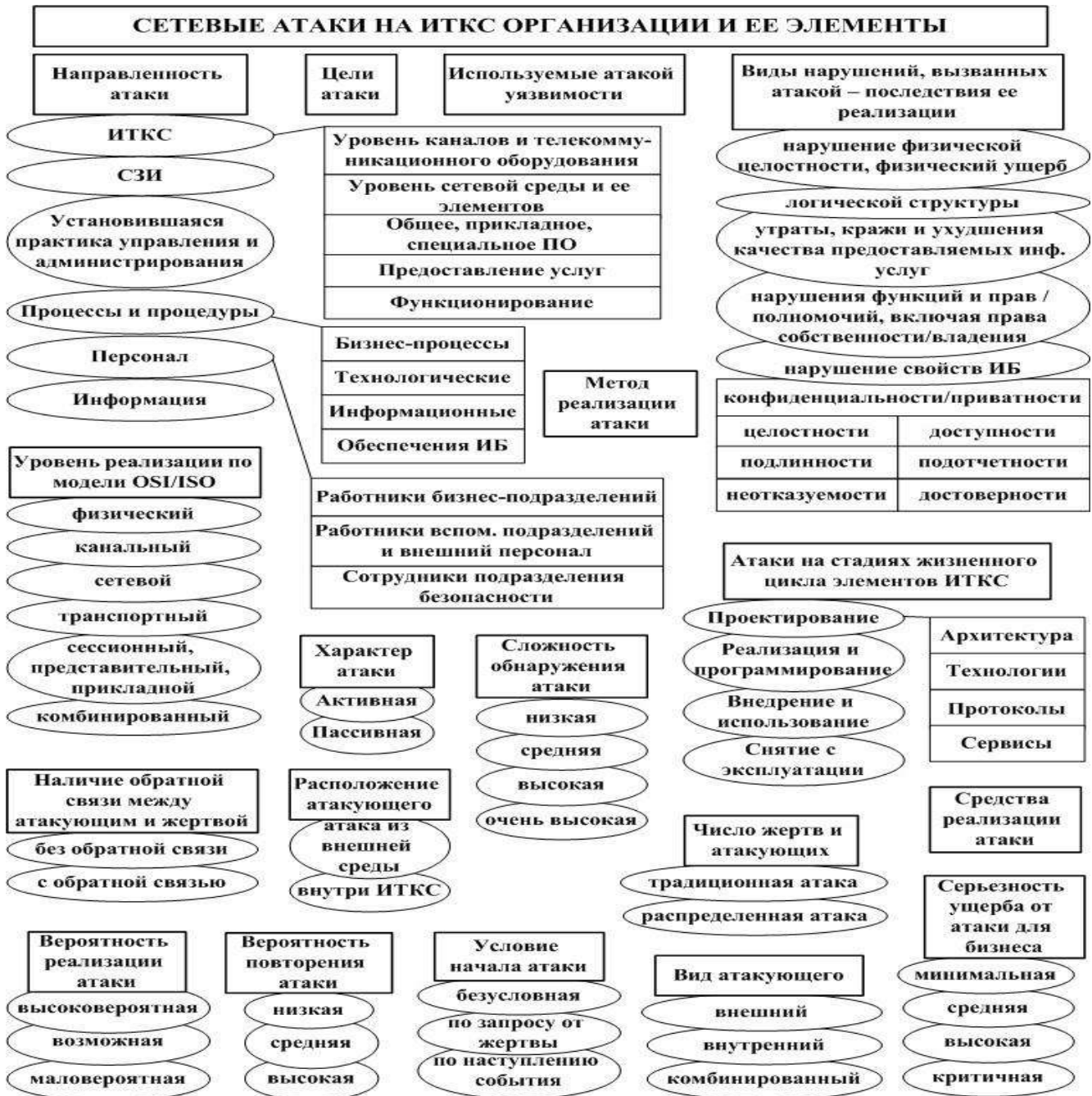


Рис. 2. Схема системной классификации сетевых атак на информационно-телекоммуникационную систему организации

Предложенная классификация сетевых атак на информационно-телекоммуникационную систему организации может стать основой разработки модели типового центра интеллектуального управления сетевой безопасностью для информационно-телекоммуникационной сети организации.

Список литературы

1. *Miloslavskaya N.* Designing Blockchain-based SIEM 3.0 System / N.Miloslavskaya // Information and Computer Security (UK). – Emerald Publishing, 2018. Vol. 26, Iss. 4. Pp. 491-512. DOI: 10.1108/ICS-10-2017-0075.
2. *Кузнецов А.* Классификация инцидентов ИБ – SecurityLab.Ru, 2020. – URL: <https://www.securitylab.ru/blog/personal/eNotepad/348479.php> (дата обращения 10.03.2022).
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 18044-2007 Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент инцидентов информационной безопасности. М.: Стандартинформ, 2007.
4. ГОСТ Р 57580.1–2017 Безопасность финансовых (банковских) операций. Защита информации финансовых организаций. Базовый состав организационных и технических мер. М.: Стандартинформ, 2017. 67 с.
5. ГОСТ Р 57580.2-2018 Безопасность финансовых (банковских) операций. Защита информации финансовых организаций. Методика оценки соответствия. М.: Стандартинформ, 2018. 28 с.
6. ISO/IEC 27035-1:2016 Information technology — Security techniques — Information security incident management — Part 1: Principles of incident management. 21 p.
7. ISO/IEC 27035-2:2016 Information technology — Security techniques — Information security incident management — Part 2: Guidelines to plan and prepare for incident response. 57 p.

**ПРОБЛЕМЫ СТРУКТУРИЗАЦИИ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ ДИАГНОСТИКИ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ**

Людаговская М.А.¹, Дружинина О.В.²

¹Российский университет транспорта РУТ (МИИТ)

*²Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук, Российский университет транспорта РУТ(МИИТ)*

e-mail: ¹*m.ludagovskaya@gmail.com*, ²*ovdruzh@mail.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены современные проблемы структуризации большого объема разнообразной по виду информации. Охарактеризованы возможности применения машинного обучения при процедурах очистки данных. Предложен подход к разработке методики подготовки информации для дальнейшей обработки в хранилище больших данных.

Ключевые слова: машинное обучение, базы данных, очистка данных, железнодорожный путь, искусственные нейронные сети, обработка естественного языка.

PROBLEMS OF DATA STRUCTURING IN DIAGNOSTICS PROBLEMS OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE FACILITIES

Abstract. The paper deals with modern problems of structuring a large volume of diverse information. The possibilities of using machine learning in data cleaning procedures are characterized. An approach to the development of a methodology for preparing information for further processing in a big data warehouse is proposed.

Keywords: machine learning, databases, data cleaning, railway track, artificial neural networks, natural language processing.

Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года предусматривает усовершенствование действующих технологий обеспечения бесперебойного и безопасного движения поездов в условиях увеличения их массы и скорости. Одним из направлений разработки новых управленческих подходов является диагностика железнодорожного пути, являющаяся одной из самых затратных областей управления транспортной инфраструктурой. Основной целью совершенствования диагностики пути является обеспечение мониторинга технического состояния пути в условиях постоянного движения поездов, оптимизация расписания диагностических проверок и повышение достоверности прогнозирования изменения состояния участков железнодорожного пути.

Перечень технических средств диагностики железнодорожного пути, используемых на железных дорогах России, достаточно широк. К ним относятся: ручные компьютеризированные средства диагностики (путеизмерительные и дефектоскопные тележки, шаблоны пути, профилографы и пр.) для оперативного контроля отдельных участков пути; мобильные диагностические комплексы, осуществляющие комплексную диагностику широкого спектра параметров состояния объектов путевого хозяйства; а также автономные средства диагностики на базе локомотивов и электропоездов, позволяющие совмещать процессы перевозки и диагностики пути на высоких скоростях.

Информация, собранная в ходе проверок, поступает в Комплексную автоматизированную систему учета, контроля, устранения отказов в работе технических средств и анализа их надежности (КАСАНТ). В настоящее время КАСАНТ является подсистемой единой корпоративной автоматизированной системы управления инфраструктурой (ЕК АСУИ), осуществляющей информационную поддержку принятия решений по текущему содержанию и ремонту пути.

Согласно стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г все действующие на железных дорогах России АСУ должны

быть, в конечном счете, объединены в единую информационно-управляющую транспортную систему на базе технологии УРРАН для формирования комплексной оценки состояния объектов железнодорожной инфраструктуры.

Целевая глобальная единая информационная система (ЕИС) управления железнодорожным транспортом будет охарактеризована очень высокой сложностью, интенсивностью обмена данными между подсистемами, а также стремительно возрастающим объемом данных, нуждающихся в обработке. Хранение и обработку таких данных в ЕИС предполагается осуществлять на основе технологий Big Data, применяемых в настоящее время во всех ведущих мировых корпорациях. Big Data – большие данные, ключевыми признаками которых являются в равной степени объем, разнообразие и скорость приращения.

Все перечисленные признаки в полной мере относятся и к диагностическим данным о техническом состоянии железнодорожного пути. Производители диагностического оборудования преследуют цели постоянного повышения детальности диагностики, расширения перечня диагностируемых параметров, увеличения частоты проверок за счет совмещения перевозочного процесса с диагностикой. Современные технические средства диагностики компьютеризированы и предоставляют информацию в виде километровых диаграмм, сводных таблиц или в графическом виде. Автономные средства мониторинга передают собранные данные посредством технологии интернета вещей (IoT). Кроме того, на железнодорожном транспорте внедряются технологии цифровых двойников, информационное обеспечение которых требует сбора разнообразных данных об объекте, в том числе большого объема графической информации [1].

Объем цифровых данных, собранных датчиками, камерами, устройствами спутниковой навигации, диагностическими АСУ, хранится на файловых серверах в виде документов Word и электронных таблиц Excel и требует использования многоядерных, облачных и мультикластерных систем в сочетании с параллельными и распределенными алгоритмами обработки данных, чтобы извлечь результат из них в разумные сроки.

Процесс сведения данных из разнообразных учетных систем в единый справочник имеет, в общем смысле, название ETL-процесса (Extract, Transform, Load – извлечение, преобразование, загрузка) [2]. Процесс ETL направлен на устранение двух основных проблем, связанных с первичными данными: 1) проблема, связанная с наличием случайных ошибок, возникающих на этапе ввода или переноса информации; 2) проблема, связанная с различиями в справочниках и с детализацией данных между смежными АСУ.

Важным моментом является разработка структурной проблемно-ориентированной схемы процесса подготовки больших данных. Вариант такой схемы с привлечением информационно-управляющих систем железнодорожного транспорта (АСРБ, КАСАТ, КАСАНТ, ЕК АСУИ) представлен на рис.1.

Характеристика информационно-управляющих систем на транспорте с учетом интеллектуальных компонент рассмотрена в [3].



Рис.1. Схема процесса подготовки больших данных

Важно подчеркнуть, что в процессе приведения данных к единой системе значений и детализации необходимо обеспечить возможность обеспечения обратного процесса преобразования данных для того, чтобы можно было установить, из каких именно исходных данных были получены преобразованные данные. В противном случае поиск причин ошибок в преобразованных данных будет чрезвычайно затруднен или даже невозможен.

Основной частью ETL-процесса является очистка данных, направленная на обнаружение и устранение ошибок и несоответствий, а также удаление избыточных или бессмысленных данных. Подход к очистке данных в сложных системах должен быть комплексным и горизонтально расширяемым, чтобы при необходимости охватить новые источники данных. Функции сопоставления и схемы преобразования для очистки различных типов данных должны быть указаны декларативно и применяться для всех подобных источников данных, а также для обработки запросов.

Кроме того, важным шагом в очистке данных является предотвращение ввода загрязненных данных на уровне информационно-измерительных систем технических средств диагностики.

Для реализации этого решения целесообразно осуществлять первичную очистку данных при помощи интеллектуального анализа на базе информационно-измерительных систем диагностических средств непосредственно в процессе диагностики пути или сразу после ее завершения. В условиях определенных функций сопоставления данных можно производить первичную очистку записей посредством машинного обучения, разработав и обучив модель простой искусственной нейронной сети (ИНС), которая реализует алгоритм логистической регрессии на наборе данных и обнаруживает необычные записи, требующие уточнения или удаления. Машинное обучение также можно применять при работе с информацией ручного ввода, сочетая аппарат ИНС с технологией программной обработки естественного языка (NLP – Natural language processing) для очистки записей, извлеченных из текстовых документов и таблиц. Самым доступным средством обработки естественного языка с открытым исходным кодом в данный момент является пакет библиотек NLTK (Natural Language Toolkit), написанный с использованием языка высокого уровня Python [4]. В целях устранения необходимости повторной очистки данных при последующей диагностике следует организовать обратный поток очищенных данных, заменяющих собой устаревшие или загрязненные данные в исходных источниках.

Данные, прошедшие первичную очистку, подлежат преобразованию при помощи декларативного языка запросов и сопоставления путем автоматической генерации кода преобразования. В случае возникновения спорных ситуаций, связанных с записями, для которых отсутствует встроенная логика преобразования, следует сформировать запрос к пользователю. Процесс преобразования данных лучше всего проводить на образце исходных данных, так как для достижения требуемого результата может потребоваться несколько итераций этапов анализа, преобразования и проверки данных.

Важно подчеркнуть, что процессы обработки данных порождают большой объем так называемых метаданных – схем преобразований, определения рабочих процессов, характеристик записей данных и пр. В целях обеспечения согласованности процессов обработки данных, метаданные необходимо хранить в отдельном репозитории на базе СУБД [5].

К настоящему времени разработаны и поддерживаются мощные открытые библиотеки машинного обучения, такие как Tensor Flow, Keras, Scikit-learn, Apache MXNet и пр., позволяющие реализовать алгоритмы машинного обучения для интеллектуального анализа данных, а также библиотека NLTK для обработки естественного языка. Системы управления базами данных с открытым исходным кодом, к примеру, MariaDB (переоткрытая MySQL, до продажи являвшейся самой популярной открытой СУБД в мире [6]), позволяющие осуществить поддержку

процесса преобразования данных и создания репозитория метаданных. Таким образом, предложенная методика очистки и структуризации диагностической информации о техническом состоянии железнодорожного пути для последующей передачи в ЕК АСУИ может быть реализована вне зависимости от развития ситуации на рынке ИТ.

Описанный подход к подготовке информации для дальнейшей обработки в хранилище больших данных может быть использован для расширения возможностей используемых информационно-управляющих систем на транспорте.

Список литературы

1. *Замышляев А.М., Шубинский И.Б.* Развитие проекта УРРАН – построение системы управления техническими активами // Железнодорожный транспорт. 2019. № 12. С.19–16.
2. *Gour V., Sarangdevot S.S., Tanwar G.S., Sharma A.* Improve performance of extract, transform and load (ETL) in data warehouse // Int. Journal on Comp. Sci. and Eng. 2010. V. 2(3). P. 786–789.
3. *Дружинина О. В., Людаговская М.А.* Интеллектуальные методы для разработки и совершенствования информационно-управляющих систем на железнодорожном транспорте // Транспорт: наука, техника, управление. 2019. № 8. С. 3–12.
4. *Sanosi A., Abdalla M.* Automated identification of discourse markers using NLP approach: The case of okay// Australian Journal of Applied Linguistics. 2021. V. 4. P. 119–131.
5. *Knight D., Morris S., Arman L., Needs J., Rees M.* (Meta) Data Collection. 10.1007/978-3-030-81858-6_3. 2021.
6. The DB-Engines Ranking ranks database management systems according to their popularity. The ranking is updated monthly. [Электронный ресурс]. URL: <https://db-engines.com/en/ranking> (дата обращения: 10.05.2022).

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕТЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Таров Д.А.¹, Тарова И.Н.²

^{1,2} Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹tarov_rabota@rambler.ru, ²inesstarova@rambler.ru

Аннотация. Дан обзор развития программных средств обеспечения информационной безопасности. Подвергаются анализу как реактивные, так и проактивные методы защиты

начиная с 70-х годов прошлого столетия и до настоящего времени. Рассмотрены особенности, а также сильные и слабые стороны тех или иных технологий обнаружение и реагирование на угрозы информационной безопасности организации, приводят статистическое исследование по обеспечению информационной безопасности на предприятия стран Евросоюза. По результатам исследования отмечено доминирование программных способов защиты информационной структуры организаций над аппаратными, смещение фокуса с анализа сетевого трафика на анализ состояния информационной среды, включая действия пользователей и делают вывод о дальнейшем развитии средств обеспечения информационной безопасности организаций на основе искусственного интеллекта и нейронных сетей.

Ключевые слова: информационная безопасность, средства обеспечения информационной безопасности организации.

NETWORK SECURITY TRENDS

Abstract. The authors consider the history of the development of information security software. Both reactive and proactive methods of protection are analyzed from the 70s of the last century to the present. The authors indicate the features, as well as the strengths and weaknesses of certain technologies for detecting and responding to threats to the information security of an organization, and provide a statistical study on ensuring information security at enterprises in the EU countries. Based on the results of the study, the authors note the dominance of software methods for protecting the information structure of organizations over hardware ones, the shift in focus from analyzing network traffic to analyzing the state of the information environment, including user actions, and conclude that the further development of information security tools for organizations based on artificial intelligence and neural networks.

Keywords: information security, means of ensuring information security of the organization.

Возможность передачи массивов данных средствами компьютерных сетей между различными организациями, их филиалами, конечными потребителями является значительным достижением научно-технического прогресса, определяющим дальнейшее развитие не только техники, но и социума. Однако, появление этой возможности практически сразу породило и противоправное ее использование с целью несанкционированного доступа к данным и даже их утрате, что, в свою очередь, привело к осознанию необходимости обеспечения информационной безопасности информационно-телекоммуникационных систем, сетевых ресурсов и предоставляемых ими услуг ради предотвращения значительных убытков.

В настоящее время сложно точно сказать, когда впервые были применены реактивные меры обеспечения информационной безопасности с целью минимизации времени восстановления сетевого ресурса организации после сбоя, вызванного инцидентом информационной безопасности. В начале 70-х годов XX века начали разрабатываться и применяться различные технологии, позволявшие идентифицировать человека по его биометрии. Сначала это была идентификация по отпечаткам пальцев, голосу, изображению лица. Затем были разработаны тех-

нологии идентификации по сетчатке, а затем радужной оболочке глаза, по манере работы с клавиатурой, что позволило уже к концу 70-х – началу 80-х широко использовать вычислительные системы для биометрической идентификации пользователей.

В начале 80-х годов прошлого века Массачусетский технологический институт (MIT) в рамках проекта «Афина» приступил к разработке протокола сетевой аутентификации Kerberos, предназначенный для взаимной аутентификации клиента и сервера перед установкой соединения между ними. Первая версия протокола появилась в 1983 году, протокол продолжал развиваться до середины 2000 г.г. и в 2006 году появилась его 5-я версия, применяемая и поныне. 80-е г.г. также ознаменовались появлением технологии распознавания сигнатур, т.е. типичных признаков программного кода. В дальнейшем это позволило определять сигнатуры атаки, т.е. типичные признаки компьютерных вирусов и создать в 1983 году первые антивирусы.

С появлением Интернета появилась потребность фильтрации сетевого трафика и к 1988 году появилась технология пакетной фильтрации, что позволило посредством первых маршрутизаторов обеспечивать защиту отдельных хостов или сегментов сети, т.е. реализовать первые межсетевые экраны. В дальнейшем межсетевые экраны были модифицированы путем использования в них технологии инспекции пакетов на основе анализа состояний. Дальнейшее развитие межсетевых экранов (брандмауэров) позволило защищать локальную сеть не только от доступа извне (начало-середина 90-х гг.), но и защищать сети от DoS-атак и использовать межсетевые экраны сетевыми провайдерами. Также в начале 90-х г.г. появились системные и сетевые сканеры анализа уязвимости вычислительных систем и сетей, включающие не только сканеры открытых портов и активных IP-адресов, но и сканеры, анализирующие топологию сети, средства тестирования приложений на наличие вредоносного кода.

С начала 2000-х гг. в отдельные классы выделились такие средства обеспечения информационной безопасности как средства обеспечения сетевых соединений поверх другой сети (VPN), системы предотвращения вторжений (IPS), средства защиты от DDoS-атак. Дальнейшее развитие средств проверки сетевых пакетов по их содержимому с целью регулирования и фильтрации трафика (DPI) позволило использовать брандмауэры не только для идентификации IP, но и для идентификации DNS, анализа трафика по ключевым словам, идентификации клиентов BitTorrent, протокола HTTP, обнаружения пакетов RTSP. В 2002 году для межсетевой защиты веб-приложений (WAF) была разработана и внедрена технология контроля исходящих коммуникаций (OC), реализующая «белый» и «черный» списки и средства фильтрации URL. В 2005 г. компания Cisco Systems выдвинула предложение об организации Центра мониторинга безопасности [1], который русскоязычных источниках имел различный названия, такие как «ситуационный центр мониторинга информационной безопасности» [2], «центр коор-

динации деятельности по информационной безопасности» [3]. Его приоритетными целями было определено управление средствами защиты информации в вычислительных сетях, средствами отражения DDoS-атак, разработка решений по идентификации вредоносного кода и противодействия ему, мониторингу в реальном времени состояния вычислительных сетей и информационных систем, сбору и анализу сведений об их уязвимостях, анализу записей в журналах регистрации событий и информирование об опасностях. Начиная с 2006 г. для защиты от несанкционированной утечки конфиденциальной информации из информационной системы впервые начали использовать концепцию предотвращения утечки данных (DLP), предполагающий идентификацию конфиденциальной информации либо по формальным признакам, либо анализом его содержания, для чего используются компоненты сетевого уровня и уровня хоста. В 2008 г. появились средства защиты следующего поколения (NG), анализирующих не только работу приложений, но и действия пользователей, а также фильтрующие данные в зависимости от контекста и изначально разработанные для мобильных устройств для определения их местоположения. В более широком плане средства контекстной осведомленности позволяют реагировать вычислительным системам в зависимости от состояния окружающей среды, в том числе и от состояния информационной системы в плане обеспечения информационной безопасности. Тогда же появилось новое поколение межсетевых экранов и шлюзы безопасности веб-среды (SWG), т.е. прокси-серверы, обладающие следующим функционалом:

- защита от вредоносного кода в веб-трафике, как внешнем, так и внутреннем;
- фильтрация категорий и репутаций сайтов в веб-трафике;
- определение и фильтрация приложений в веб-трафике;
- блокирование ботнет-трафика;
- обнаружение утечек информации в веб-трафике.
- обнаружение вредоносных приложений нулевого дня за счет полной проверки веб-трафика;
- запрет использования опасных приложений или отдельных функций и сервисов;
- проверка SSL-трафика;
- идентификация пользователей в различных системах, таких как Microsoft Active Directory, LDAP или RADIUS;
- контроль пропускной способности по спискам пользователей либо ресурсов;
- механизмы анализа происшествий или возможность построения детализированных отчетов.

Тогда же активно накачала обсуждаться концепция управления уязвимостями-

ми и установкой обновлений безопасности для их устранения.

В 2011 г. Р. Бейтслихом была предложена концепция упреждающего циклического процесса «охоты за угрозами» (Threat Hunting), т.е. проактивный поиск следов взлома или функционирования вредоносных программ, которые не обнаружены стандартными средствами защиты. В 2013 г. сотрудник компании Gartner А. Чувакин предложил концепцию «обнаружение и реагирование на угрозы для конечных точек» (ETDR/EDR). Более широко системы, использующие эту концепцию, известны платформы реагирования на инциденты безопасности ((S)IRP), которые начиная с 2017 г. стали интегрироваться в SOAR-системы, обладающие следующим функционалом:

- оркестрация, т.е. объединение и централизованное управление системами обеспечения информационной безопасности, используемымися при обработке инцидентов информационной безопасности;

- автоматизация, т.е. алгоритмизация процессов обработки инцидентов информационной безопасности путем реализации бизнес-логики регламентов реагирования на инциденты в плейбуках – сценариях реагирования, которые в виде блок-схем и графических элементов позволяют выстроить структурированную логику работы аналитиков служб обеспечения информационной безопасности;

- реагирование, т.е. сбор информации об угрозах и активное им противодействие, а также работу аналитиков над инцидентами информационной безопасности посредством платформ коммуникации и обмена информацией.

В 2015 г. компания Gartner предложила концепцию анализа поведения пользователей и сущностей (UEBA), которую компания Forrester интерпретировала как анализ безопасности поведения пользователей (SUBA), а компания IDC как анализ поведения пользователей» (UBA). В 2017 в виде соответствующих технологий была реализованы концепции аудита и защиты контента, ориентированная на структурированные не структурированные данные (DCAP), анализирующие сетевой трафик (NTA) с учетом действий пользователей и приложений (DPI). Тогда же появилась технология обеспечения информационной безопасности при реализации облачных технологий (CASB). В 2018 г. была разработана и внедрена технология, позволяющая осуществлять в реальном времени контроль за действиями пользователями информационной системы организации, включая запуски того или иного программного обеспечения, использование баз данных, файлов, передачу данных с учетом контекста (EM) [4].

В настоящее время такие технологии как обнаружение и реагирование на угрозы для конечных точек (EDR), анализ поведения пользователей и сущностей (UEBA), анализ сетевого трафика (NTA) и некоторые другие объединены в технологию расширенного обнаружения и реагирования (XDR), позволяющую использовать проактивные методы для автоматического выявления угроз на разных

уровнях инфраструктуры, реагирования на них и противодействия сложным атакам. Для наглядности приведем результаты статистического исследования, проведенного в странах ЕС в 2019 г. (рис. 1) [5].

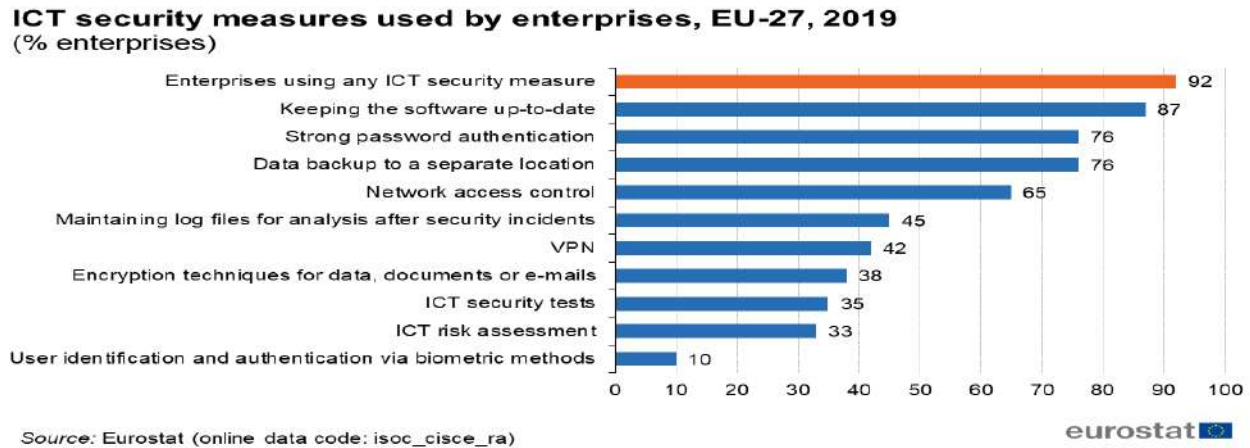


Рис. 1. Использование мер обеспечения информационной безопасности на предприятиях стран ЕС в 2019 г [5]

Как следует из исследования, 92% предприятий стран ЕС используют различные меры обеспечения безопасности для информационно-коммуникационных технологий, 87% обновляют программное обеспечение, 76% применяют аутентификацию со стойкими паролями, 76% хранят резервные копии данных отдельно от основных средств их обработки, 65% используют средства контроля доступа к сетям. Менее половины предприятий (45%) анализируют журнал регистрации событий после свершившихся инцидентов информационной безопасности, 42% шифруют данные, документы и сообщения электронной почты. Чуть больше трети предприятий (35%) проводят тесты защищенности и оценивают риски для используемых информационно-коммуникационных технологий. Используют биометрические средства идентификации только 10 % предприятий.

Анализ технологий обеспечения информационной безопасности организаций показывает доминирование программных способов защиты над аппаратными, смещение фокуса с анализа сетевого трафика на анализ состояния информационной среды, включая действия пользователей. Представляется наиболее вероятным дальнейшее их развитие на основе искусственного интеллекта и нейронных сетей.

Список литературы

1. Лукацкий А.В. Ситуационные центры по информационной безопасности // Журнал «Information Security/Информационная безопасность». 2005. № 2. С. 28–30.
2. Романов В.В. Ситуационные центры в решении проблем информационной безопасности // Журнал «InformationSecurity / Информационная безопасность». 2006. № 3, 4. С. 28.

3. Волков К. Практический опыт построения системы централизованного мониторинга ИБ в банковской организации на базе решений Oracle. М.: ЛИНС-М, 2008. – URL: <https://thepresentation.ru/uncategorized/lins-m> (дата обращения: 02.03.2022).

4. What Is Employee Engagement? – Gartner, 2018. – URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/what-is-employee-engagement> (дата обращения 02.03.2023).

5. ICT Security Measures used by enterprises. EU-27.2019. – URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:ICT_security_measures_used_by_enterprises,_EU-27,_2019_\(%25_enterprises\)v2.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:ICT_security_measures_used_by_enterprises,_EU-27,_2019_(%25_enterprises)v2.png) (дата обращения 02.03.2022).

РИСКИ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В СОВРЕМЕННОМ АСПЕКТЕ

Щучка Р.В.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: romanelez@yandex.ru

Аннотация. В статье отмечено, что в настоящее время, наряду с рисками устойчивого функционирования системы возделывания сахарной свеклы, возникающими вследствие погодных условий и ведения санкционного режима в отношении Российской Федерации, существуют и риски организационного плана, и технологического характера. Агротехнология производства сахарной свеклы требует выделения под данную культуру качественных площадей (выравненность почвы должна быть с уклоном менее трех градусов). Обеспечение устойчивого функционирования системы возделывания сахарной свеклы требует соблюдения научно обоснованного ведения севооборота, улучшающего фитосанитарное состояние посевов. Системы удобрений, гербицидов имеют высокие требования по качественному и количественному составу. При некачественной борьбе с сорными растениями урожай сахарной свеклы может быть снижен до пятидесяти процентов. Семенной фонд сахарной свеклы состоит в большей части из импортных семян. Увеличение семян сахарной свеклы отечественной селекции на потребительском рынке России должно стать оптимизационной задачей в российской селекционной практике и снять риски устойчивого функционирования системы возделывания сахарной свеклы.

Ключевые слова: система, возделывание сахарной свеклы, семеноводство, риски.

RISKS OF SUSTAINABILITY OF THE SUGAR BEET CULTIVATION SYSTEM IN THE MODERN ASPECT

Abstract. The article notes that at present, along with the risks of the sustainable functioning of the sugar beet cultivation system arising from weather conditions and the conduct of the sanctions regime against the Russian Federation, there are risks of an organizational plan and technological nature. Agrotechnology of sugar beet production requires the allocation of high-quality areas for this crop (the equalization of the soil should be with a slope of less than three degrees). Ensuring the sustainable functioning of the sugar beet cultivation system requires compliance with scientifically sound crop rotation, which improves the phytosanitary condition of crops. Fertilizer and herbicide systems have high requirements for qualitative and quantitative composition. With poor-quality weed control, the sugar beet harvest can be reduced to fifty percent. The seed fund of sugar beet consists mostly of imported seeds. The increase of sugar beet seeds of domestic selection in the consumer market of Russia should become an optimization task in Russian breeding practice and remove the risks of sustainable functioning of the sugar beet cultivation system.

Keywords: system, sugar beet cultivation, seed production, risks.

В настоящее время, наряду с рисками устойчивого функционирования системы возделывания сахарной свеклы, возникающими вследствие погодных условий и ведения санкционного режима в отношении Российской Федерации, существуют и риски организационного плана. Среди них – разногласия между производителями и переработчиками сахарной свеклы, когда установленная переработчиком закупочная цена ниже себестоимости корнеплода, и производитель несет значительные финансовые убытки. Существуют риски и технологического характера.

Агротехнология производства сахарной свеклы требует выделения под данную культуру качественных площадей (выравненность почвы должна быть с уклоном менее трех градусов) [1, 2]. Обеспечение устойчивого функционирования системы возделывания сахарной свеклы требует соблюдения научно обоснованного ведения севооборота, улучшающего фитосанитарное состояние посевов.

Системы удобрений, гербицидов имеют высокие требования по качественному и количественному составу. При некачественной борьбе с сорными растениями урожай сахарной свеклы может быть снижен до пятидесяти процентов.

Семенной фонд сахарной свеклы состоит в большей части из импортных семян. Отечественные производители не стремились к переходу к применению семян российских производителей, это, в частности, связано с тем, что импортные производители предлагают свои семена в сопровождении льготных условий (набор удобрений и др.). Семян сахарной свеклы в предыдущем году, по данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, было посеяно 3,05 процентов, при фактически произведенных 20% семян российскими

семеноводами. И вопрос состоял в том, что фактически приходилось заниматься не импортозамещением, а импортовытеснением.

В текущем году заявлено о возможном обеспечении производителей сахарной свеклы семенами российской селекции более двадцати процентов от плана отведения посевных площадей под данную культуру, отметив при этом, что перед санкционным периодом импортные семена уже частично закуплены.

Среди производителей семян отечественной селекции выделяют АО «Успенский сахарник» (Кубань), компанию «Щелково Агрохим» и организованное с компанией «Русагро» селекционно – генетический центр «СоюзСемСвекла» (Рамонь Воронежской области) по производству высокопродуктивных гибридов сахарной свеклы, устойчивых к заболеваниям.

Селекционно – генетического центр «СоюзСемСвекла» в 2020 году зарегистрировал в Госреестре тринадцать гибридов сахарной свеклы и более тридцати находятся в стадии проведения государственных сортовых испытаний, в которых отмечена повышенная устойчивость к засухе, болезням грибной этиологии и высокая лежкость.

Увеличение семян сахарной свеклы отечественной селекции на потребительском рынке России должно стать оптимизационной задачей в российской селекционной практике и снять риски устойчивого функционирования системы возделывания сахарной свеклы.

Список литературы

1. *Матюк Н.С.* Приемы возделывания и уборки полевых культур. М.: Изд-во МСХА, 2018. 425 с.
2. *Гончаров С.В., Подпоринова Г.К.* Свеклосахарное производство: риски импортозамещения // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (54). С. 13–23.

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ САЙТОВ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ ПО ОТНОШЕНИЮ К DDOS АТАКАМ

Ермаков А.А.¹

Научный руководитель: к. п. н., доцент Таров Д.А.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А.Бунина

e-mail: ¹artem_ermakov_00@list.ru, ²tarov_rabota@rambler.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальным аспектам информационной безопасности. Рассмотрены методы обеспечения безопасности сайтов в сети интернет по отношению к DDoS атакам. Указанные методы направлены на повышение эффективности программного обеспечения.

Ключевые слова: атака, DDoS, кибератака.

METHODS FOR SECURING SITES ON THE INTERNET AGAINST DDoS ATTACKS

Abstract. The article is devoted to topical aspects of information security. The methods of ensuring the security of sites on the Internet in relation to DDoS attacks are considered. These methods are aimed at improving the efficiency of software.

Keywords: attack, DDoS, cyberattack.

В современном обществе используются ресурсы сети интернет, которые являются сайтами, зачастую обладающими http-протоколом. У крупных магазинов или сервисов имеется личный сайт для работы с клиентами. Профессионально оформленный сайт с удобным пользовательским интерфейсом и быстрым ответом с сервера способен обеспечить большую прибыль для компании владельца, что может привлечь внимание злоумышленников. И если уберечь персональные данные пользователей не составит труда, то спасти сайт от атак типа «отказ в обслуживании» (Distributed Denial of Service — DDoS) [1], проблематично.

Для начала стоит заметить, что DDoS атаки – это атаки, направленные на прерывание связи между удаленным ресурсом и пользователем. DDoS-атака подразумевает собой распределенную атаку «отказ в обслуживании». Злоумышленник наводняет сеть или серверы жертвы волной интернет-трафика, настолько большой, что их инфраструктура перегружается из-за количества запросов на доступ, замедляющих работу служб или полностью выводя их в автономный режим и вообще не позволяет законным пользователям получить доступ к сервису.

Хотя DDoS-атака является простой кибератакой, она может стать довольно разрушительной и мощной, поскольку веб-сайты и цифровые сервисы могут отключиться на значительное время, которое могут варьироваться от нескольких секунд до недель. DDoS-атаки осуществляются с использованием сети подключенных к Интернету машин – ПК, ноутбуков, серверов, Интернет вещей (IoT) – все это контролируется злоумышленником. Они могут быть где угодно (отсюда и термин «распределенные»), и маловероятно, что владельцы устройств понимают, что их гаджет захвачен хакерами.

Стоит сказать, что такое Интернет вещей или IoT (Internet of Things) — это по сути сеть сетей, в которой люди могут общаться с устройствами, а устройства могут общаться между собой, реагировать на изменение окружения и принимать решения без участия человека. Распространенные способы, которыми киберпреступники берут под контроль машины, включают атаки вредоносного ПО и получение доступа с использованием имени и пароля пользователя по умолчанию, с которыми выдается продукт, - если на устройстве вообще есть пароль. Как только злоумышленники взломали устройство, оно становится частью ботнета - группы машин под контролем хакеров. Ботнеты могут использоваться для любых видов вредоносных действий, включая распространение фишинговых писем, вредоносных программ или программвымогателей, или, в случае DDoS-атаки, в качестве источника потока интернеттрафика.

Серверы, сети и онлайн-сервисы предназначены для обработки определенного объема интернет-трафика, но, если они наводнены дополнительным трафиком в результате DDoS-атаки, они будут перегружены. Большой объем трафика, отправляемого DDoS-атакой, забивает или выводит из строя систему, а также препятствует доступу законных пользователей к сервисам (что является «отказом в обслуживании») [2].

Один из самых неприятных моментов DDoS атаки является то, что ее практически невозможно отследить, так как устройство атакующего скрыто среди огромного количества других устройств или не участвует в атаке.

Все DDoS атаки можно разделить на следующие виды [3].

1. Насыщение полосы пропускания – атака, связанная с большим количеством обычно бессмысленных или сформированных в неправильном формате запросов к компьютерной системе или сетевому оборудованию, имеющая своей целью или приведшая к отказу в работе системы из-за исчерпания системных ресурсов – процессора, памяти или каналов связи.

2. Недостаток ресурсов – атака, при которой злоумышленники проводят захват системных ресурсов, таких как оперативная и физическая память, процессорное время и другие. Обычно такие атаки проводятся с учетом того, что хакер уже обладает некоторым количеством ресурсов системы. Целью атаки является захват дополнительных ресурсов. Для этого не обязательно насыщать полосу пропускания, а достаточно просто перегрузить процессор жертвы, то есть занять все допустимое процессорное время.

3. Ошибки программирования – атаки, которые используют ошибки в программном коде, приводящие к обращению к неиспользуемому фрагменту адресного пространства, выполнению недопустимой инструкции или другой необрабатываемой исключительной ситуации, когда происходит аварийное завершение программы-сервера – серверной программы. Классическим примером является обращение по нулевому (англ. null) адресу.

Полностью защититься от DDoS-атак на сегодняшний день невозможно, так как совершенно надежных систем не существует. Здесь также большую роль играет человеческий фактор, потому что любая ошибка системного администратора, неправильно настроившего маршрутизатор, может привести к весьма плачевным последствиям. Однако, несмотря на все это, на настоящий момент существует масса как аппаратно-программных средств защиты, так и организационных методов противостояния.

Можно выделить следующие методы.

– Предотвращение. Профилактика причин, побуждающих тех или иных лиц организовывать и предпринять DDoS-атаки. (Очень часто кибератаки вообще являются следствиями личных обид, политических, религиозных и иных разногласий, провоцирующего поведения жертвы и т. п.). Нужно вовремя устранить причины DDoS-атак, после этого сделать выводы, чтобы избежать таких атак в будущем.

– Ответные меры. Применяя технические и правовые меры, нужно как можно активнее воздействовать на источник и организатора DDoS-атаки. В настоящее время даже существуют специальные фирмы, которые помогают найти не только человека, который провел атаку, но даже и самого организатора.

– Программное обеспечение. На рынке современного программного и аппаратного обеспечения существует и такое, которое способно защитить малый и средний бизнес от слабых DDoS-атак. Эти средства обычно представляют собой небольшой сервер.

– Фильтрация и блэктолинг. Блокирование трафика, исходящего от атакующих машин. Эффективность этих методов снижается по мере приближения к объекту атаки и повышается по мере приближения к атакующей машине. В этом случае фильтрация может быть двух видов: использование межсетевых экранов и списков ACL. Использование межсетевых экранов блокирует конкретный поток трафика, но не позволяет отделить «хороший» трафик от «плохого». ACL списки фильтруют второстепенные протоколы и не затрагивают протоколы TCP. Это не замедляет скорость работы сервера, но бесполезно в том случае, если злоумышленник использует первостепенные запросы.

– Обратный DDOS – перенаправление трафика, используемого для атаки, на атакующего. При достаточной мощности атакующего сервера позволяет не только успешно отразить атаку, но и вывести из строя сервер атакующего.

– Устранение уязвимостей. Не работает против флуд-атак, для которых «уязвимостью» является конечность тех или иных системных ресурсов. Данная мера нацелена на устранение ошибок в системах и службах.

– Нарращивание ресурсов. Абсолютной защиты, естественно, не дает, но является хорошим фоном для применения других видов защиты от DDoS-атак.

– Рассредоточение. Построение распределенных и дублирование систем, которые не прекратят обслуживать пользователей, даже если некоторые их элементы станут недоступны из-за DoS-атаки.

– Уклонение. Увод непосредственной цели атаки (доменного имени или IP-адреса) подальше от других ресурсов, которые часто также подвергаются воздействию вместе с непосредственной целью атаки.

Таким образом, работе проанализированы методы защиты от DDoS атак.

Список литературы

1. *Жарков М. В.* Основные аспекты DDOS -атаки как угрозы информационной безопасности в современном мире // The best solutions for research challenges: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 09 августа 2021 г. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2021. С. 6–10.

2. Кадыров Р. Р. Методы обнаружения и предотвращения DDOS-атак // Политехнический молодежный журнал. 2019. № 7(36). С. 1. – DOI 10.18698/2541-8009-2019-7-507.

3. Кульмамиров С. А. Причины возникновения DDOS-атак и их классификация / С. А. Кульмамиров, А. А. Баймаманова // Актуальные научные исследования в современном мире. 2020. № 4-2(60). С. 44–49.

ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В РЕАЛИЗАЦИИ УМНОЙ ТЕПЛИЦЫ

Дунаева В.И.¹

Научный руководитель: к. с/х. н., доцент Щучка Р.В.²

^{1,2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹yveeee111@gmail.com, ²romanelez@yandex.ru

Аннотация. В статье отмечено, что важным направлением цифровой трансформации сельского хозяйства России стало разработка программного, аппаратного, робототехнического интеллектуального обеспечения сельскохозяйственной продукции в системах закрытого типа «Умная теплица» на основе интернета вещей. Для реализации данного проекта необходимо создание производства автономного режима с обеспечением оптимального микроклимата, энергетической мобильности и эффективности вследствие применения технологий Big Data (обработка больших объемов данных) и нейронных сетей; систем автоматизированного сбора, анализа и обработки данных, управления теплицей в удаленном доступе с помощью сенсоров беспроводного типа, и комплексов цифрового формата обработки и передачи сигнала; беспроводных платформ визуализации данных устройств интернета вещей; алгоритмов анализа и методов прогнозирования урожайности. Умная теплица позволяет повысить качество продукции и питательную ценность, производительность работ и снизить издержки производства в защищенном грунте; цифровая технологичность дает возможность комплексного решения обработки больших объемов данных и снятия барьеров технологического плана. **Ключевые слова:** технология интернета вещей, цифровая трансформация сельского хозяйства, умная теплица.

INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY IN THE IMPLEMENTATION OF A SMART GREENHOUSE

Abstract. The article notes that an important direction of the digital transformation of agriculture in Russia has become the development of software, hardware, robotic intelligent support of agricultural products in closed-type systems "Smart greenhouse" based on the Internet of Things. To implement this project, it is necessary to create an autonomous mode of production with optimal microclimate, energy mobility and efficiency due to the use of Big Data technologies (processing large amounts of data) and neural networks; automated data collection, analysis and processing systems, greenhouse management in remote access using wireless

sensors, and digital signal processing and transmission complexes; wireless data visualization platforms for Internet of Things devices; analysis algorithms and yield forecasting methods. A smart greenhouse allows you to improve product quality and nutritional value, work productivity and reduce production costs in protected soil; digital technology makes it possible to provide a comprehensive solution for processing large amounts of data and removing technological barriers.

Keywords: internet of things technology, digital transformation of agriculture, smart greenhouse.

Важным направлением цифровой трансформации сельского хозяйства России стало разработка программного, аппаратного, робототехнического интеллектуального обеспечения сельскохозяйственной продукции в системах закрытого типа «Умная теплица» на основе интернета вещей [1, 2].

Для реализации данного проекта необходимо создание производства автономного режима с обеспечением оптимального микроклимата, энергетической мобильности и эффективности вследствие применения технологий Big Data (обработка больших объемов данных) и нейронных сетей; систем автоматизированного сбора, анализа и обработки данных, управления теплицей в удаленном доступе с помощью сенсоров беспроводного типа, и комплексов цифрового формата обработки и передачи сигнала; беспроводных платформ визуализации данных устройств интернета вещей; алгоритмов анализа и методов прогнозирования урожайности.

Умная теплица включает в себя следующие системы (рис.1).

1. Система автоматического полива, посредством капельного орошения;
2. Система автоматического поддержания температуры почвы;
3. Система автоматического восстановления почвы (мульчирование);
4. Система автопроветривания;
5. Система автоматического освещения.

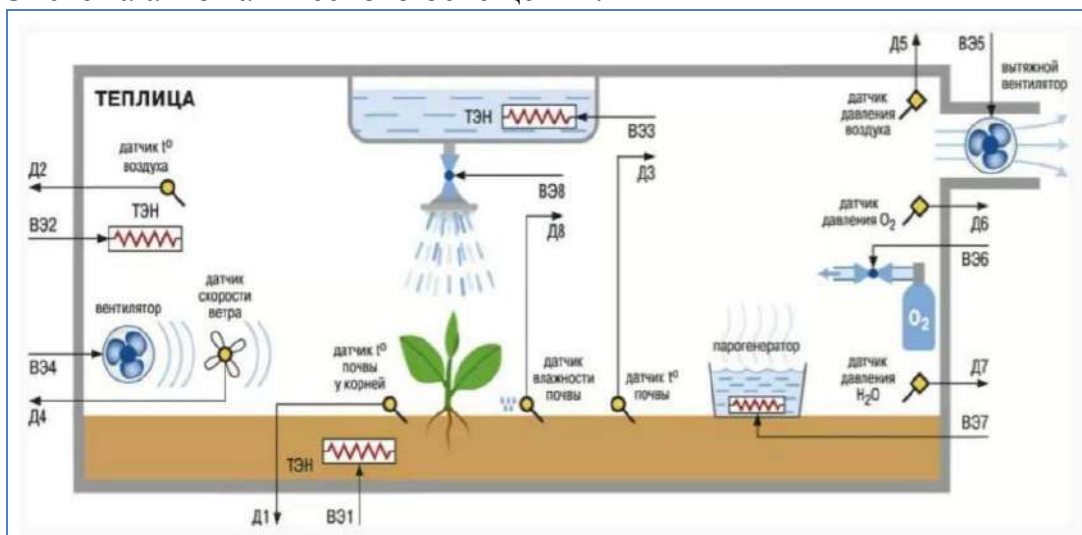


Рис. 1. Схема работы умной теплицы

Немаловажным является вопрос повышения квалификации кадров сельскохозяйственных предприятий, имеющих тепличное производство, и привлечение стартапов в направлении интернета вещей для обеспечения конкурентоспособности на рынке выращивания растений в защищенном грунте.

В результате внедрения проекта «Умная теплица» к 2023 году количество овощей и рентабельность продукции на таких предприятиях увеличится. Таким образом, умная теплица позволяет повысить качество продукции и питательную ценность, производительность работ и снизить издержки производства в защищенном грунте; цифровая технологичность дает возможность комплексного решения обработки больших объемов данных и снятия барьеров технологического плана.

Список литературы

1. Результаты анкетирования по направлению «Цифровое сельское хозяйство» / Е. В. Труфляк, А. С. Креймер, Н. Ю. Курченко. Краснодар: КубГАУ, 2018. 11 с.

2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.

СПОСОБЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ТЕКСТОВЫХ СООБЩЕНИЙ ОТ DDOS АТАК

Агарков И.Р.¹

Научный руководитель: к. п. н., доцент Тарова И.Н.²

^{1,2} Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: ¹air38115@gmail.com, ²inesstarova@rambler.ru

Аннотация. В статье рассмотрен уровень предоставляемой безопасности данных современными популярными мессенджерами. Представлены наиболее популярные в России мессенджеры, их методы защиты личных данных, дана оценка сетевой безопасности мессенджеров по сформированным критериям, а также проанализированы типы сетевых угроз, могущих повлечь несанкционированный доступ к персональным данным пользователей.

Ключевые слова: мессенджеры, сквозное шифрование, безопасность персональных данных, угрозы в сети.

METHODS OF INFORMATIONAL PROTECTION OF TEXT MESSAGES FROM DDOS ATTACKS

Abstract. The article considers the level of data security provided by modern popular messengers. The author presents the most popular messengers in Russia, their methods of protecting personal data, evaluates the network security of messengers according to the criteria formed, and analyzes the types of network threats that can lead to unauthorized access to users' personal data.

Keywords: Messenger, end-to-end encryption, personal data security, threats on the network.

В современном мире мессенджеры стали неотъемлемой частью жизни, многим они заменяют живое общение, к тому же декламируемое шифрование чата вызывает чувство защищенности, именно поэтому мы чаще всего без каких-либо сомнений делимся в переписках своими персональными данными, иногда даже реквизитами банковских счетов. Но никто не задумывался, насколько надежно защищены чаты в мессенджерах и что будет, если вся информация в них попадет в чужие руки.

Мошенники используют множество способов кражи персональных данных и денежных средств с помощью приложения для ведения переписок. Доступ к перепискам могут получить рекламные компании абсолютно легально. Многие сталкивались с такой ситуацией, когда вы с другом упомянули какой-либо предмет в своей переписке и позже изображение с рекламой этого товара появлялось в других приложениях. Таким образом фирмы, владеющие мессенджерами, зарабатывают на продаже ваших данных маркетологам и показе персонализированной рекламы.

Примерами приложений по обмену сообщениями являются WhatsApp, Viber, Telegram, Facebook Messenger, Skype. Приведем основные критерии, по которым можно оценить, насколько безопасен мессенджер.

- Сквозное шифрование – способ передачи данных, в котором только пользователи, участвующие в общении, имеют доступ к сообщениям. Таким образом, использование сквозного шифрования не позволяет получить доступ к криптографическим ключам со стороны третьих лиц [3].

Большинство популярных мессенджеров (WhatsApp, Viber) имеют сквозное шифрование (end-to-end encryption, E2EE) переписки по умолчанию. В таких мессенджерах как Telegram, Facebook Messenger и Skype сквозное шифрование используется только для секретных переписок, причем Telegram пользуется своим собственным протоколом шифрования – MTProto, благодаря которому можно использовать сразу несколько алгоритмов шифрования.

Также обратим внимание, что WhatsApp и Viber используют сквозное шифрование и для групповых чатов, в то время как Telegram такой возможностью не обладает. А версия Telegram для ПК сквозное шифрование не поддерживает вовсе, ни в одной из ОС, кроме ОС MacOS.

▪ Открытый исходный код – это исходный код, который предоставляется в свободном доступе для возможного изменения и распространения [1]. Это дает возможность злоумышленникам выявить слабые места приложения и использовать их в своих целях. Однако не все мессенджеры предоставляют полностью открытый исходный код как клиентской, так и серверной части. Из перечисленных ранее мной мессенджеров исходный код доступен только у Telegram и то, только на клиентской стороне. Facebook – родительская компания WhatsApp – исходный код мессенджера не показала, так же исходный код недоступен для публичного просматривания приложений Viber и Skype.

▪ Хранение данных и резервных копий. Данные чатов мессенджеров могут храниться на устройствах или облачных серверах, так же они могут быть, как зашифрованы, так и быть в открытом виде.

Предположим, WhatsApp, Viber, Skype никак не сохраняют переписки на собственных серверах, а это означает если преступники взломают платформы, они никак не сумеют расшифровать сообщения. Переписки сохраняются на устройстве юзера. Резервные копии WhatsApp и Viber сохраняются в облаке, которое привязано к мобильной ОС (Apple iCloud, Google Drive). В то же время при сквозном шифровании хранения данных в облаке не предоставляется. Поэтому, надеясь на сквозное шифрование чатов, вся переписка будет храниться в «облаке» в незашифрованном виде. Преступник, получивший доступ к ним, станет серьезной угрозой для конфиденциальности ваших данных.

В отличие от предыдущих мессенджеров, Telegram сохраняет все без исключения сообщения, а также файлы традиционных чатов на защищенном сервере. Это означает, что вы можете получить к ним доступ с любого подключенного устройства. Резервные копии подобных чатов сохраняются в облачное хранилище в зашифрованном виде. Засекреченные чаты сохраняются на устройствах пользователей, при этом трафик так же переходит через серверы фирмы, но резервные копии этих чатов не формируются.

Мессенджер Skype в целом никак не дает возможность формирования резервных копий.

▪ Исчезающие сообщения – это сообщения, которые самоуничтожаются из переписки согласно истечению конкретного времени, предусмотренного в большинстве программ: WhatsApp, Viber, Telegram, Skype, Facebook Messenger.

▪ Блокировка скриншотов чатов. Мессенджеры Viber также Telegram в своих секретных чатах или совершенно никак не дают возможность совершить скриншот переписки, либо уведомляют отправителя о том, что получатель сообщения произвел скриншот.

Facebook Messenger и WhatsApp такой функцией не обладают – данные приложения никак не осведомляют пользователя, в случае если его собеседник сделал скриншот переписки.

- Поддержка двухфакторной аутентификации – это такой способ идентификации пользователя для входа в приложение, при котором нужно двумя различными способами подтвердить, что именно он владелец аккаунта. При активации двухфакторной защиты необходимо дополнительно вводить пароль или код из СМС для получения доступа к приложению. На определенных устройствах доступна функция разблокировки при помощи биометрических сведений (отпечаток пальца или распознавания лица).

Двухфакторную защиту можно включить в настройках следующих приложений: Telegram, WhatsApp, Viber.

Следует подчеркнуть, что в определенных мессенджерах (к примеру, WhatsApp) пароль, который применяется при двухфакторной аутентификации, находится на устройстве в незашифрованном виде.

Приложения мессенджеров активно используют аферисты для того, чтобы воровать персональные данные, реквизиты банковских карт, счетов. Для этого они задействуют уязвимые зоны приложений, используют способы общественной инженерии, рассылают фишинговые сообщения. Рассмотрим несколько угроз, которые касаются мессенджеров.

- Уязвимости. Наиболее частыми ошибками в приложениях для обмена сообщениями являются слабые алгоритмы шифрования, небезопасные реализации SSL-протокола, возможность создать и прослушивать голосовое соединение до ответа пользователя на поступивший звонок.

- Вредоносные гиперссылки и файлы. Преступники применяют методы общественной инженерии, для того чтобы заставить юзера открыть файл либо гиперссылку. Нередко они представляются работниками банка, фальсифицируя «псевдонимы» также «аватарки». Один из частых случаев, когда вы в мессенджере получаете сообщение будто от Сбербанка с номера 900, но нули заменены на буквы «О» – 900. В сообщении будет сказано, что с вашей банковской карты был произведен перевод денежных средств, в случае если абонент ее не совершал, то нужно срочно связаться с банком по указанному в сообщении номеру. Если абонент попытается связаться с банком по номеру телефона, который указан в чате, то операторы-аферисты, применяя способ общественной инженерии, постараются узнать у жертвы реквизиты банковской карты.

- Сообщения с взломанных аккаунтов. Получив доступ к аккаунту пользователя, правонарушитель автоматически обретает доступ ко всем его контактам. В данной ситуации у него появляется возможность, выдавая себя за другого, рассылать всем контактам пользователя сообщения с реквизитами якобы карты владельца аккаунта и просить перечислить на нее определенную сумму для помощи в сборе денег на операцию и т.д. Многие, получая подобное сообщение от «своего знакомого», попадают на уловку афериста.

Это лишь малая часть способов нанесения ущерба пользователю, а их огромное количество и с каждым разом они прогрессируют, собственно, как и защита приложений, но мошенники каждый раз адаптируются.

Таким образом, чаты в мессенджерах недостаточно защищены. Но для безопасности ведения переписок в мессенджерах, приложения развиваются, и их защита становится все лучше.

Список литературы

1. Открытый исходный код [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Открытый_исходный_код (дата обращения: 14.03.2021).

2. Прохорова О. В. Информационная безопасность и защита информации: учебник: [16+] / О. В. Прохорова; Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. 113 с.

3. Сквозное шифрование [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сквозное_шифрование (дата обращения: 19.03.2022).

РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРЫ В ПРОЕКТЕ «УМНЫЙ САД»

Дорохина В.С.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: dorokhinavaalera666@gmail.com

Аннотация. В статье отмечено, что проект умного сада имеет целью разработку в Российской Федерации технической системы со свойствами интеллекта для выполнения анализа в автоматическом режиме состояний параметров агробиоценоза сада, и на основе аналитических и управленческих решений применения средств робототехнического парка. Интеллектуальная техническая система умного сада в цифре включает подсистему на основе облачных технологий и технологий интернета вещей по сбору и анализу данных окружающей среды, состояния растений, качества почв; подсистему информационного и технического обеспечения мониторинга изменений в динамике состояний окружающей среды и сада, в том числе метеостанции, датчики, беспилотные летательные аппараты, пробоотборники); подсистему передачи специфических садоводческих данных; подсистему автоматического взаимодействия в принятии и исполнении технологических и управленческих решений; подсистему робототехнических средств выполнения технологических операции садоводства. В результате внедрения проекта умного сада ожидается повышение качества реализации процессов технологического уровня, качества продукции и урожайности в садоводстве.

Ключевые слова: умный сад, цифровая трансформация, сельское хозяйство.

IMPLEMENTATION OF THE FIGURE IN THE SMART GARDEN PROJECT

Abstract. The article notes that the smart garden project aims to develop in the Russian Federation a technical system with the properties of intelligence to perform an analysis in automatic mode of the states of the parameters of the agrobiocenosis of the garden, and on the basis of analytical and management decisions of the use of robotic park facilities. The intelligent technical system of the smart garden digitally includes a subsystem based on cloud technologies and Internet of Things technologies for collecting and analyzing environmental data, plant conditions, soil quality; a subsystem of information and technical support for monitoring changes in the dynamics of environmental conditions and the garden, including weather stations, sensors, unmanned aerial vehicles, samplers); subsystem of transmission of specific horticultural data; subsystem of automatic interaction in the adoption and execution of technological and managerial decisions; a subsystem of robotic tools for performing technological gardening operations. As a result of the implementation of the smart garden project, it is expected to improve the quality of implementation of technological level processes, product quality and yield in horticulture.

Keywords: smart garden, digital transformation, agriculture.

Проект умного сада имеет целью разработку в Российской Федерации технической системы со свойствами интеллекта для выполнения анализа в автоматическом режиме состояний параметров агробиоценоза сада, и на основе аналитических и управленческих решений применения средств робототехнического парка.

Интеллектуальная техническая система умного сада в цифре включает подсистему на основе облачных технологий и технологий интернета вещей по сбору и анализу данных окружающей среды, состояния растений, качества почв; подсистему информационного и технического обеспечения мониторинга изменений в динамике состояний окружающей среды и сада, в том числе метеостанции, датчики, беспилотные летательные аппараты, пробоотборники); подсистему передачи специфических садоводческих данных; подсистему автоматического взаимодействия в принятии и исполнении технологических и управленческих решений; подсистему робототехнических средств выполнения технологических операции садоводства (рис. 1).

Реализация проекта выполняется в направлении внесения в единую цифровую геоинформационную систему более девяносто процентов садов сельскохозяйственного уровня; снабжения более семидесяти процентов площадей сельскохозяйственных садовых многолетних насаждений средствами сбора данных об окружающей среде, о растениях и почвах; обеспечения сетью передачи данных (50% плодородческих площадей) и робототехникой (20% средств) в выполнении операций без участия человеческих ресурсов [1, 2].



Рис. 1. Структура системы «Умный сад»

Созданы испытательные полигоны, среди которых Инжиниринговый Центр регионального научно-технического центра «Индустриальные машинные технологии интенсивного садоводства» с соисполнителями Федеральным научным центром им. И. В. Мичурина, научно-производственным предприятием «Питомник-Маш» и Тамбовским государственным техническим университетом, где научные сотрудники осуществляют тестирование, отработку технических решений и предлагают к внедрению в российские садоводческие сельскохозяйственные предприятия.

В результате внедрения проекта умного сада ожидается повышение качества реализации процессов технологического уровня, качества продукции и урожайности в садоводстве.

Список литературы

1. Результаты анкетирования по направлению «Цифровое сельское хозяйство» / Е. В. Труфляк, А. С. Креймер, Н. Ю. Курченко. Краснодар: КубГАУ, 2018. – 11 с.
2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.

ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОКЗАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Успенский Д.В., Мотин П.С.

*Российский университет транспорта РУТ (МИИТ)
e-mail: snake_tes@mail.ru, motins@yandex.ru*

Аннотация. Охарактеризованы особенности функционирования внеклассного вокзального комплекса в условиях мегаполиса с учетом пассажиропотоков. Рассмотрен

подход к разработке интеллектуальной системы мониторинга для обеспечения безопасного функционирования вокзального комплекса.

Ключевые слова: вокзальный комплекс, мониторинг, пассажиропоток, безопасность, интеллектуальная система, глубинное обучение.

AN APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT SYSTEM MONITORING AND FORECASTING TO ENSURE THE SAFE FUNCTIONING OF THE STATION COMPLEX

Abstract. The features of the functioning of the extracurricular station complex in the conditions of a megalopolis, taking into account passenger flows, are characterized. An approach to the development of an intelligent monitoring system to ensure the safe operation of the station complex is considered.

Keywords: railway station complex, monitoring, passenger traffic, security, intelligent system, deep learning.

Железнодорожные вокзальные комплексы (ЖВК) занимают важное место в транспортной структуре городских агломераций [1]. Согласно [2, 3], ЖВК включает в себя железнодорожный вокзал и прилегающие к нему территории, здания, сооружения и другие объекты, которые конструктивно, технологически или иным образом связанных с железнодорожным вокзалом и подчиненные единому режиму управления, функционирования и развития. Крупнейшие вокзальные комплексы часто относят к типу «внеклассный» с учетом уникальности и многообразия процессов и используемых технических средств. На балансе Дирекции железнодорожных вокзалов ОАО "РЖД" находится более 300 крупных вокзалов нашей страны.

Важными показателями при проектировании, оценке возможностей и функционирования входящего в ЖВК вокзала являются, например, такие показатели:

- пропускная способность вокзала;
- расчетная вместимость вокзала;
- расчетный поток пассажиров.

Пропускная способность вокзала представляет собой эксплуатационный показатель вокзала, определяемый расчетным потоком пассажиров, обслуживаемых в течение расчетного часа (пикового пассажиропотока). Расчетная вместимость вокзала является показателем, зависящим от пропускной способности; он равен максимальному общему числу пассажиров и посетителей, одновременно находящихся в здании вокзала. При определении расчетного потока пассажиров учитывают количество пассажиров отправления, с учетом числа пассажиров прибытия, провожающих и встречающих, обслуживаемых в течение расчетного времени при соблюдении нормативных условий обслуживания в вокзале.

В приложении, приведенном в [2], изложены основы методики по определению расчетной вместимости вокзалов для дальних пассажирских сообщений. При этом учитывается коэффициент сезонной неравномерности, учитывающий изменение среднесуточных потоков пассажиров за три наиболее загруженных месяца года. Этот коэффициент варьируется; относительно большее значение коэффициента принимается для вокзалов, расположенных в местах массового отдыха, курортных, исторических. Кроме того, применяется коэффициент, учитывающий число пассажиров прибытия, а также встречающих и провожающих, и этот показатель уточняется по местным условиям. Коэффициент суточной неравномерности учитывает изменение суточных потоков пассажиров по двум наиболее загруженным дням недели.

При проектировании ЖВК предусматривается наиболее полное разделение потоков пассажиров по категориям в зависимости от дальности следования, а также по направлениям с учетом отправления и прибытия. Пути следования потоков пассажиров должны отвечать требованиям безопасности, а также удовлетворять условиям отсутствия пересечений и встречных движений в одном уровне, с учетом требований транспортной безопасности [4]. Как известно, основная зона движения пассажиров регламентируется расчетной шириной полосы пешеходного движения 0,75 м в одном направлении. Кроме того, на пути движения пассажиров и багажа количество спусков и подъемов должно быть минимальным, а при наличии подъемов и спусков высотой до 0,5 м необходимо оснащение ЖВК специальными наклонными съездами и подъемами, при подъемах и спусках более 0,5 м должно использоваться подъемное и спускаемое оборудование с требуемой пропускной способностью.

При проектировании и эксплуатации ЖВК следует учитывать защищенность от угроз природного и техногенного характера, а в комплект проектной документации включается подраздел «Комплексное обеспечение безопасности и антитеррористической защищенности». Обеспечение безопасности вокзала должно быть предусмотрено организационными, инженерно-техническими и специальными мероприятиями для создания безопасных условий функционирования, предотвращения несанкционированных действий, нейтрализации проектных угроз террористического и криминального характера, способных привести к чрезвычайным ситуациям, а также для минимизации последствий. Требования к техническим средствам обеспечения транспортной безопасности приведены в [4]. В комплексную систему безопасности должны быть включены структурированная система мониторинга и управления инженерными системами здания (СМИС) и система мониторинга конструкций здания (СМИК).

Для обеспечения комфортного пребывания на ЖВК необходим системный подход к реализации мер по обеспечению транспортной безопасности. К приоритетным задачам транспортной безопасности, определенным в Дирекции

железнодорожных вокзалов, относятся следующие задачи [5]: проведение дополнительной оценки уязвимости; разработка планов обеспечения транспортной безопасности; аттестация лиц, ответственных за обеспечение транспортной безопасности, и работников зон входного контроля; привлечение подразделений транспортной безопасности для защиты вокзалов от актов незаконного вмешательства; дооснащение вокзалов дополнительным досмотровым оборудованием и техническими средствами обеспечения транспортной безопасности.

В настоящее время для мониторинга пассажиропотоков на транспорте разработан ряд систем (см., например, [6–8]), однако для ЖВК требуются их адаптированные версии. Системы планирования ресурсов и математические модели для анализа и прогнозирования пассажиропотока, применяемые на железнодорожном транспорте, в целом основываются на статистическом анализе данных, на экспертных методах и их сочетании. Следует отметить, что для распознавания визуальной информации и для прогнозирования используются также интеллектуальные методы, но указанные методы требуют дальнейшего развития и распространения на решение ряда актуальных задач, например, на решение задачи прогнозирования пассажиропотоков на ЖВК. Для моделей оценки и прогнозирования пассажиропотока целесообразно подключать глубинное обучение, позволяющее извлекать информацию и формировать новые массивы данных. Ряд результатов в этом направлении с применением нейронных сетей для прогнозирования пассажиропотоков для пригородного железнодорожного сообщения представлен в [9, 10]. Часто глубинное обучение с построением сверточных нейросетей используется при обработке изображений, поэтому в рамках ЖВК целесообразно использовать этот подход для обработки информации с видеокamer.

В рамках настоящей работы сформирована структурная схема для оценки и прогнозирования пассажиропотоков на внеклассном ЖВК в условиях мегаполиса. Разрабатываются нейросетевые модели для поддержки принятия решений по управлению пассажиропотоками на ЖВК, с учетом краткосрочного и среднесрочного прогнозирования. В разрабатываемом методическом и инструментальном обеспечении используются и развиваются методы анализа устойчивости и искусственного интеллекта, описанные в [11, 12]. Указанное обеспечение направлено на создание инструмента для прогнозирования пассажиропотока интеллектуальной системы мониторинга и прогнозирования с целью обеспечения безопасного функционирования ЖВК. В качестве модулей интеллектуальной системы можно выделить следующие:

- 1) модуль конкретизации исходных данных (источников информации о пассажиропотоке);
- 2) модуль предварительной подготовки исходных данных (Data Preprocessing) для возможности дальнейшей их обработки;
- 3) нейросетевой модуль;

- 4) модуль машинного обучения;
- 5) модуль вывода и интерпретации результатов.

Перспективным направлением является реализация нейросетевых алгоритмов с применением языка высокого уровня Python и встроенных математических библиотек с последующей адаптацией к конкретным задачам обработки и генерирования информации для внеклассного ЖВК в условиях мегаполиса.

Список литературы

1. *Кельбах В.С.* Транспортная инфраструктура как элемент городской агломерации // 2013. Вестник СПбГУ. Серия 7. Вып. 2. С. 135–144.
2. СП 417.1325800.2018. Здания железнодорожных вокзалов. Правила проектирования. Дата введения 2019-06-06
3. ГОСТ 33942-2016. Услуги на железнодорожном транспорте. Обслуживание пассажиров. Термины и определения.
4. ГОСТ Р 56461-2015. Безопасность транспортная. Общие требования.
5. *Артемов А.* Обеспечение транспортной безопасности вокзальных комплексов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.secuteck.ru/articles/obespechenie-transportnoj-bezopasnosti-vokzalnyh-kompleksov/> (дата обращения: 12.04.2022).
6. Компания «ПромСервис». Система мониторинга пассажироперевозок «Поток» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.promservis.ru/sistema-monitoringa-passazhiroperevozok-potok.html> (дата обращения: 12.04.2022).
7. Компания «Евромобайл». Подсчет пассажиропотока [Электронный ресурс]. URL: <https://www.euromobile.ru/solutions/transport/podschyot-passazhiropotoka/> (дата обращения: 12.04.2022).
8. Компания «АльфаВладТелематика». Система подсчета пассажиров [Электронный ресурс]. URL: <http://avladdtel.ru/kontrol-passazhiropotoka/> (дата обращения: 12.04.2022).
9. *Киреенкова М.С., Пучков А.Ю., Лобанева Е.И.* Экономико-математическая нейросетевая модель для прогнозирования пассажиропотока железнодорожного пригородного сообщения // Транспортное дело России. 2018. № 4. С. 96–101.
10. *Тюкаев Д.А., Пучков А.Ю., Киреенкова М.С.* Алгоритм классификации сигнатур в экономико-математической модели прогнозирования пригородного пассажиропотока на основе нейронных сетей // Транспортное дело России. 2018. № 4. С. 108–112.
11. *Дружинина О.В., Масина О.Н.* Методы анализа устойчивости динамических систем интеллектуального управления. М.: Изд. группа URSS, 2016.
12. *Druzhinina O.V., Masina O.N., Petrov A.A.* Up-to-date software and methodological support for studying models of controlled dynamic systems using artificial intelligence // Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS). Springer, 2021. V. 228. P. 670–681.

УМНОЕ ПОЛЕ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Сафонова Д.С.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: safdaz99@gmail.com

Аннотация. В статье отмечено, что умное поле как проект цифровой трансформации сельского хозяйства России выполняется в достижении ряда показателей эффективности отрасли, в том числе роста продукции растениеводства, вследствие разработки и применения цифровых отечественных технологий конкурентного качества. Функциями таких технологий являются слежение способом сверхвысокой детализации за состоянием посевов и угодий (Big Data); создание алгоритмов в области принятия решений управления сельскохозяйственным производством с использованием результатов Big Data; применение средств робототехники для целей увеличения продуктивности в растениеводстве. Показателями проекта станут покрытие сетью передачи данных территории сельскохозяйственного производства (%); обеспеченная цифровыми средствами сбора и обработки данных площадь сельскохозяйственного назначения (га). В результате реализации проекта умного поля повысится точность прогноза урожайности, урожайность, снизится уровень производственных затрат.

Ключевые слова: умное поле, цифровая трансформация, сельское хозяйство.

SMART FIELD IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURE

Abstract. The article notes that the smart field as a project of digital transformation of agriculture in Russia is carried out in achieving a number of indicators of industry efficiency, including the growth of crop production, due to the development and application of digital domestic technologies of competitive quality. The functions of such technologies are tracking the state of crops and land in ultra-high detail (Big Data); creating algorithms in the field of decision-making management of agricultural production using the results of Big Data; using robotics to increase productivity in crop production. The indicators of the project will be the coverage of the agricultural production area by the data transmission network (%); the agricultural area provided with digital means of data collection and processing (ha). As a result of the implementation of the smart field project, the accuracy of the yield forecast will increase, the yield will decrease, the level of production costs will decrease.

Keywords: smart field, digital transformation, agriculture.

Умное поле как проект цифровой трансформации сельского хозяйства России выполняется в достижении ряда показателей эффективности отрасли, в том числе роста продукции растениеводства, вследствие разработки и применения цифровых отечественных технологий конкурентного качества.

Функциями таких технологий являются слежение способом сверхвысокой детализации за состоянием посевов и угодий (Big Data); создание алгоритмов в области принятия решений управления сельскохозяйственным производством с использованием результатов Big Data; применение средств робототехники для целей увеличения продуктивности в растениеводстве и технологий точного земледелия [1, 2].

Реализация проекта умного поля возможна при разработке цифрового топографического, геодезического основания внутриполевой территориальной организации; гидротехнических мероприятии противозерозионных факторов; проектировании обновленной цифровой рельефной модели на площадях севооборотов, участков пересеченного рельефа (рис.1); выполнение цифровой карты типизации земель агроландшафта; создания базы данных норм высева, систем удобрений и защиты по установленным севооборотным полям.

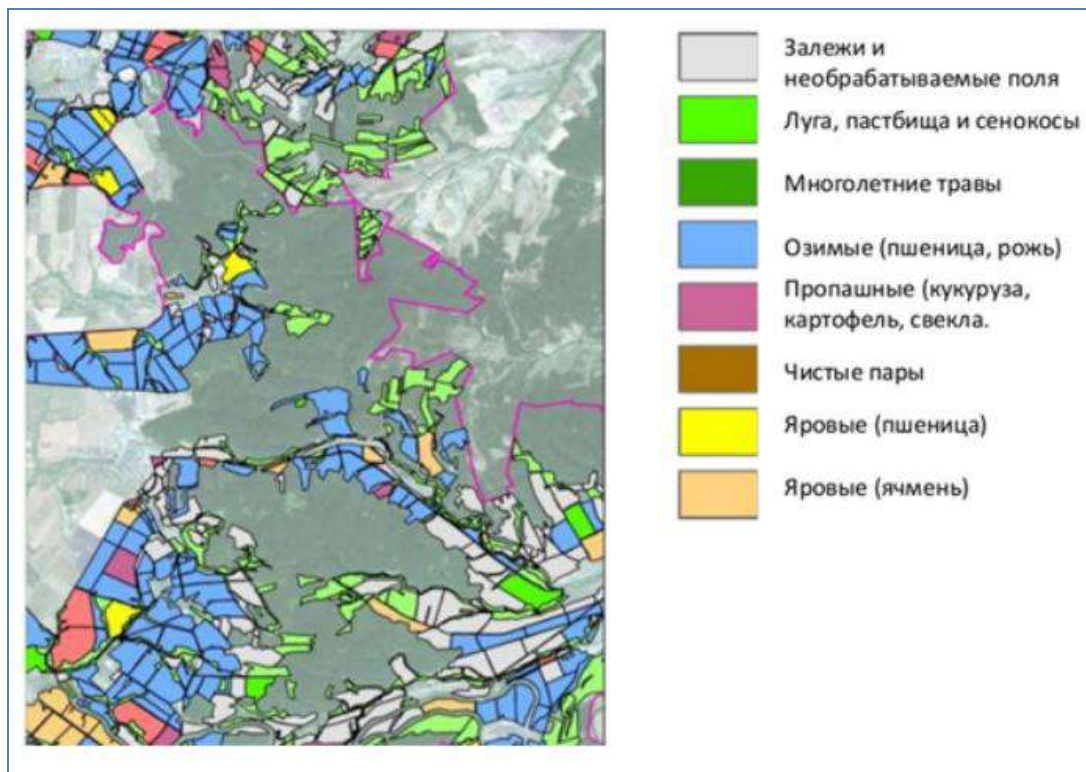


Рис. 1. Векторные карты полей

Показателями проекта станут покрытие сетью передачи данных территории сельскохозяйственного производства (%); обеспеченная цифровыми средствами сбора и обработки данных площадь сельскохозяйственного назначения (га).

Впервые в России интеллектуальную систему умного поля разработали научные сотрудники Самарского государственного технического университета. Интеллектуальная система использует репозиторий знаний о сельскохозяйственных культурах, дает анализ агрохимических характеристик

полей, их границ, отслеживает историю, представляет рельефы в формате 3D, формирует кадастровые данные, в результате чего выдает рекомендательные данные по планированию ресурсов и ведению хозяйствования.

Прототип системы апробируется в различных регионах нашей страны.

В результате реализации проекта умного поля повысится точность прогноза урожайности, урожайность, снизится уровень производственных затрат.

Список литературы

1. Труфляк Е. В. Использование элементов точного сельского хозяйства в России. Краснодар: КубГАУ, 2018. 26 с.

2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.

СПОСОБЫ БЕЗОПАСНОГО УДАЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ ИЗ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Грачёв Д.К.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: danila481@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены различные способы защиты, контроля и удаления персональных данных в популярных социальных сетях. Показано, что информация о действиях пользователя в социальной сети применяется для обеспечения удобной работы с сервисом. При этом удаление аккаунта является радикальным способом защиты.

Ключевые слова: социальная сеть, персональные данные, удаление, защита, информационная безопасность.

DELETING PERSONAL DATA FROM SOCIAL NETWORKS

Abstract. The article discusses various ways to protect, control and delete personal data in popular social networks. It is shown that information about the user's actions in the social network is used to ensure convenient work with the service. At the same time, deleting an account is a radical way of protection.

Keywords: social network, personal data, deletion, protection, information security.

Большинство социальных сетей строит свой бизнес на показе рекламных объявлений. Для их таргетинга применяется множество данных из профиля пользователя, информация о действиях в социальной сети, а иногда и за ее пределами. Создавая профиль в Facebook, «ВКонтакте» или Twitter, пользователь принимает соглашение о конфиденциальности, зачастую даже не читая его, а также оставляет настройки приватности, установленные по умолчанию. Это может привести к тому, что социальные сервисы годами накапливают огромный массив данных, связанных с конкретным человеком.

Безусловно, российское законодательство устанавливает определенные правила обработки персональных данных граждан и ограничивает возможность их использования, однако далеко не все сведения о ваших действиях в соцсетях подпадают под действие закона № 152-ФЗ и других нормативных актов. Кроме того, регистрируя аккаунт, мы обычно даем сервису согласие на обработку наших данных. При этом у оператора нет обязанности предоставлять нам инструменты для самостоятельного управления сведениями о себе.

Чтобы минимизировать количество данных, собираемых о вас социальной сетью, рекомендуется как можно раньше уделить внимание настройкам приватности своего профиля. Если вы не ограничили возможности площадки сразу, то необходимо попробовать удалить часть накопленной информации.

Например, Facebook собирает множество данных о действиях своих пользователей. Информация, которая позволяет точнее таргетировать (а значит, и дороже продавать) показы рекламных объявлений — основа бизнеса социальной сети. Поэтому она знает и помнит о вас многое: что и когда вы опубликовали, чей пост «лайкнули» и какую информацию искали.

В первую очередь рекомендуется скачать архив информации, накопленной Facebook о вас — чтобы понять масштаб проблемы. Необходимо выполнить следующие действия.

- Откройте меню «Настройки и конфиденциальность».
- Выберите «Настройки».
- Перейдите в раздел «Ваша информация на Facebook».
- Нажмите «Скачать информацию».

По умолчанию выбраны все виды данных, которые накапливает о вас Facebook; при необходимости вы можете деактивировать загрузку отдельных разделов. Выберите формат файла — HTML или JSON, — а также диапазон дат и уровень качества скачиваемых фото и видео (от этого зависит размер архива), после чего нажмите кнопку «Создать файл». В скором времени на электронную почту, привязанную к аккаунту, придет ссылка для скачивания архива.

Приступим к удалению информации. К сожалению, Facebook не позволяет разом уничтожить все личные сведения или отдельные группы данных, однако добраться до каждой конкретной записи возможно. Открываем все тот же раздел «Ваша информация на Facebook» и выбираем «Посмотреть мою информацию».

Это — всеобъемлющая библиотека данных Facebook, связанных с вами: информация обо всех постах, фотографии, история поиска и взаимодействий с другими пользователями. Рекомендуется внимательно изучить каждый раздел и удалить избыточные данные о себе. Вот перечень из 5 разделов, к которым стоит присмотреться особенно пристально:

- «Местоположение и журнал геоданных» — вся история ваших перемещений, записанная Facebook.

- «История поиска» – список ваших поисковых запросов, общий и отдельный для видео.
- «История платежей» – все покупки, сделанные через Facebook Pay, а также список привязанных банковских карт.
- «Приложения и сайты» – сторонние ресурсы, куда вы входите при помощи своего аккаунта на Facebook. Они могут иметь доступ к вашим данным в социальной сети.
- «Голосовые записи и их текстовые версии» – все, что вы искали при помощи голосовых запросов, а также все записи, сделанные, когда Facebook решил, что вы хотите использовать голосовой поиск.

В заключение желательно посетить страницу «Действия вне Facebook», которая также располагается в разделе «Ваша информация на Facebook». Тут вы найдете данные о сторонних сайтах и сервисах, которые передают сведения о вас в Facebook, сможете посмотреть, какой конкретно информацией они делятся (раздел «Управление информацией о действиях вне Facebook»), а также удалить ее (раздел «Очистить историю»).

Instagram входит в медиаимперию Facebook, потому условия хранения, использования и администрирования пользовательских данных у них во многом похожи. Большинство функций для управления сведениями о себе в Instagram сосредоточено в разделе «Безопасность» меню «Настройки».

В пункте «Доступ к данным» вы можете посмотреть, какую информацию собрала о вас социальная сеть. Не все данные можно удалить, но сведения из раздела «Действия аккаунта» можно и нужно очистить.

Пункт меню «Приложения и сайты» содержит информацию о сторонних сервисах, связанных с Instagram. Если вы использовали данные своего аккаунта для авторизации на другом сайте, то его владельцы, возможно, имеют доступ к некоторой информации из вашего профиля. Рекомендуем провести аудит подключенных сервисов и удалить те из них, которыми вы уже не пользуетесь.

Instagram хранит и применяет для целей персонализации историю ваших поисковых запросов. Эта информация участвует в формировании «умной ленты» и показе таргетированной рекламы. Вы можете ознакомиться с соответствующими данными и очистить их в разделе «История поиска». Чтобы загрузить архив всех данных о вас, накопленных Instagram, необходимо перейти в раздел «Скачивание данных», ввести адрес электронной почты, куда будет отправлена ссылка, и нажать кнопку «Запросить файл».

Twitter, также как и Facebook, собирает множество информации о вас, чтобы управлять выдачей «умной ленты» и таргетировать рекламу. Удаление или запрет на сохранение части таких сведений может оказать влияние на работу этих сервисов; об этом необходимо помнить, изменяя настройки конфиденциальности в Twitter.

Вы можете скачать данные о вас, накопленные социальной сетью; это позволит вам понять, какую персональную информацию хранит Twitter, а также иметь архив опубликованных постов и фотографий. Чтобы запросить скачивание информации, выполните следующие действия:

- Откройте раздел «Настройки и конфиденциальность» в главном меню.
- Выберите пункт «Ваша учетная запись» и нажмите «Скачайте архив своих данных».
- Нажмите кнопку «Запросить архив» в секции «Данные в Твиттере».

После того как социальная сеть сформирует архив с информацией о вас, ссылка на его скачивание будет выслана на электронную почту, указанную в вашем аккаунте.

К сожалению, убрать всю информацию о себе из Twitter вы можете только при удалении профиля, да и то в этом вопросе вам придется положиться на честность сервиса. Однако вы можете настроить конфиденциальность своего аккаунта, чтобы снизить объем сведений о вашей активности, сохраняемых социальной сетью. Для этого в разделе «Настройки и конфиденциальность» главного меню выберите пункт «Конфиденциальность и безопасность».

В секции «Предоставление данных и действия за пределами Твиттера» находятся четыре важных с точки зрения приватности раздела:

- «Рекламные предпочтения». Здесь хранится информация о ваших интересах, на основании которой Twitter показывает рекламные объявления.
- «Действия за пределами Твиттера». Социальная сеть может следить за вами не только когда вы просматриваете ленту, но и при посещении сторонних сайтов – например, если в их страницы встроены чьи-то твиты.
- «Предоставление данных деловым партнерам». Рекомендуется снять отметку напротив пункта «Разрешить предоставлять деловым партнерам дополнительную информацию», дабы исключить потенциальную возможность раскрытия важных для вас сведений.
- «Информация о местоположении». Откройте раздел «Посещенные места» и очистите сохраненный там список локаций.

Чтобы завершить процесс удаления избыточных данных о себе в Twitter, загляните в раздел «Безопасность и доступ к учетной записи», который также расположен в меню «Настройки и конфиденциальность». Здесь можно отредактировать список приложений, которые связаны с вашим аккаунтом – например, использовали его данные для авторизации.

К сожалению, ведущая российская социальная сеть не предоставляет пользователю развитых средств управления данными о себе. Даже базовая функция скачивания архива персональной информации появилась в ней только пару лет назад. Для обеспечения необходимого уровня конфиденциальности информации создатели «ВКонтакте» предлагают настроить видимость сведений о

вас для других людей и сервисов (это можно сделать в разделе «Приватность»), но никак не позволяют регулировать их хранение и дальнейшее использование.

Вы можете стереть всю информацию о себе из «ВКонтакте» только вместе с удалением аккаунта. Однако и в этом случае ваши данные будут храниться на серверах социальной сети еще некоторое время, в течение которого вам будет предоставлена возможность восстановить профиль.

Для того, чтобы скачать архив данных, накопленных «ВКонтакте» о вас, необходимо посетить специальную страницу, недоступную из меню «Настройки», и выбрать раздел «Порядок управления данными». Из него вы можете узнать, какую информацию соцсеть собирает о вас и как ее использует. Кнопка для запроса архива накопленных данных находится в нижней части страницы. Ссылка для скачивания придет на адрес электронной почты, привязанный к аккаунту. Срок выполнения заявки — от трех часов до нескольких дней, в зависимости от состава запрошенной информации.

Таким образом, наиболее безопасным способом удаления данных из социальных сетей является полное удаление аккаунта. Теоретически через месяц после того, как вы деактивировали свой профиль, связанные с ним данные должны быть удалены с серверов компании, владеющей сервисом. Если через 30 дней после удаления аккаунта вы обнаружили, что ваши сведения все еще используются социальной сетью, необходимо обратиться в техподдержку с письмом, отзывающим согласие на обработку персональной информации, а если это не поможет, то написать жалобу в Роспотребнадзор. Однако удаление аккаунта — радикальная мера. В подавляющем большинстве случаев информация о действиях пользователя в социальной сети применяется для того, чтобы сделать его работу с сервисом более удобной.

Список литературы

1. *Малышев С.* Обучение с использованием социальных сетей: учебное пособие. 2-е изд., исправ. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016.
2. *Кузнецов А.* Классификация инцидентов ИБ – SecurityLab.Ru, 2020. – URL: <https://www.securitylab.ru/blog/personal/eNotepad/348479.php>
3. *Чхартишвили А. Г., Губанов Д. А., Новиков Д. А.* Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства: учебное пособие. М.: Физматлит, 2010.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ КУРСОВ ПО ДИСЦИПЛИНАМ ИТ-ПРОФИЛЯ НА ПЛАТФОРМЕ STEPİK

Мельников М.О.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: melnikov.mxxx@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена проблема выбора платформы для разработки онлайн курсов для обучения дисциплинам ИТ-профиля. Приведены требования, которым должна соответствовать площадка онлайн обучения технических специалистов. Рассмотрена образовательная платформа Stepik. Проведен обзор ее функциональных возможностей. Приведено описание процесса создания урока с практической задачей. Дан обзор процесса написания автоматических тестов для проверки решения задач по программированию.

Ключевые слова: СДО, stepik, онлайн обучение, разработка курсов.

FEATURES OF DEVELOPING COURSES IN IT-PROFILE DISCIPLINES ON THE STEPİK PLATFORM

Abstract. The article considers the problem of choosing a platform for developing online courses for teaching IT disciplines. The requirements that the site for the training of technical specialists must meet are given. The Stepik online education platform is considered. The review of its functionality is carried out. The description of the process of creating a lesson with a practical task is given. An overview of the process of writing automatic tests to check the solution of programming problems is given.

Keywords: LMS, stepik, online education, course development.

В связи со сложившейся в последние годы эпидемиологической обстановкой образовательные учреждения всех уровней так или иначе коснулись проблемы выбора площадки для проведения занятий в удаленной online-форме [5]. Монополия на рынке систем дистанционного обучения (далее СДО) отсутствует, а значит, разработчики со всего мира предоставляют свои варианты реализации образовательных площадок, имеющих как разного рода достоинства, так и недостатки. Достаточно много платформ имеют необходимый функционал, чтобы полностью закрыть потребности, возникающие при разработке курсов по классическим образовательным дисциплинам, таким как математика, физика, истории, биологии т.д. [2]. В случае предметов ИТ-направленности возникает ряд сложностей. Площадка для разработки курсов по программированию, моделированию, сетевому и системному администрированию должна удовлетворять ряду требований [4]:

- 1) наличие автоматических тестов, покрывающих программный код, который написал обучающийся в рамках решения конкретной задачи;
- 2) автоматическую проверку состояния тренировочной системы после внесения в нее изменений (особенно важно на курсах администрирования систем);
- 3) отсутствие возможности у обучающихся внести изменения в платформу, которые могут повлечь отказ работоспособности системы или некорректное оценивание проделанной работы;
- 4) автоматическое оценивание студента, разбор решений и сбор статистики по походу прохождения курса.

Подобного рода курс подразумевает, что обучающийся будет решать задачи во встроенной на платформе онлайн интегрированной среде разработки (IDE) или эмуляторе терминала операционной системы с автоматической проверкой решения и последующим оцениванием.

Единственной бесплатной полностью русскоязычной платформой, предоставляющей подобного рода функционал на данный момент, является платформа Stepik [1]. На Stepik выпустили свои курсы такие компании как JetBrains, Яндекс, Mail.ru и ряд вузов с мировым именем. Авторитетные лекторы также высоко оценивают Stepik. Например, Дайняк А. преподаватель МФТИ разработал свой online-курс «Дискретные структуры» и разместил его на Stepik в дополнение соответствующего очного курса.

Далее приведем основные возможности Stepik:

- 1) полнофункциональный графический конструктор курсов, включающий возможность интегрировать более 20 типов, как теоретических, так и практических шагов;
- 2) управление рассылками для учащихся;
- 3) просмотр приведенных решения по каждому обучающемуся;
- 4) сбор статистики по конкретному заданию, уроку или всему курсу;
- 5) добавление встроенной проверки решения (автоматические тесты);
- 6) проведение контрольных срезов знаний с ограничением по времени;
- 7) создание публичных курсов и частных курсов (доступных только по приглашению автора);
- 8) создание платных курсов (с возможностью получения сертификата по итогам прохождения) и прочее.

Платные тарифы Pro и Enterprise включают дополнительные опции [6].

Курсы на Stepik представлены набором уроков, которые группируются в тематические модули. Каждый урок состоит из одного или нескольких шагов. Практические задачи представлены 20 различными видами:

- тест со множественным или одиночным выбором;
- сортировка — нужно упорядочить элементы из списка терминов, понятий, вариантов ответа и т.д.;
- сопоставление – сопоставить варианты из двух списков (например, термин и его определение);

- табличная задача – отметить соответствующие ячейки в таблице;
- пропуски – заполнить пропущенные фрагменты в тексте;
- численные и математические задачи, где необходимо указать число с определенной погрешностью;
- задачи со случайной генерацией условия – случайным образом меняются значения в типовой задаче;
- текстовая задача – ввести текстовый ответ;
- свободный ответ – написать развернутый ответ (эссе)
- задачи на программирование – написать программной код на одном из поддерживаемых языках программирования;
- задачи на данные – провести обработку данных за ограниченное время;
- задачи на SQL – написание запросов к базе данных на языке SQL;
- задачи на Linux, где следует произвести настройку удаленного сервера;
- HTML и CSS задачи – описать структуру HTML-страницы, свойства тегов, распределить элементы и т.д.
- химическая задача – записать химическую формулу или выражение и прочие.

При создании «шага» курса необходимо выбрать его тип – в данном случае «Программирование». Задачи из этого блока подразумевают получение ввода данных через стандартный поток ввода и проверку решения на основе того, что вернет запущенный код в стандартный вывод. В окне «Условие» задается описание задачи, которую необходимо решить пользователю, входные/выходные данные и другая информация по необходимости. Редактор поддерживается форматирование, формулы, вставку медиа элементов и т.д. (рис. 1).

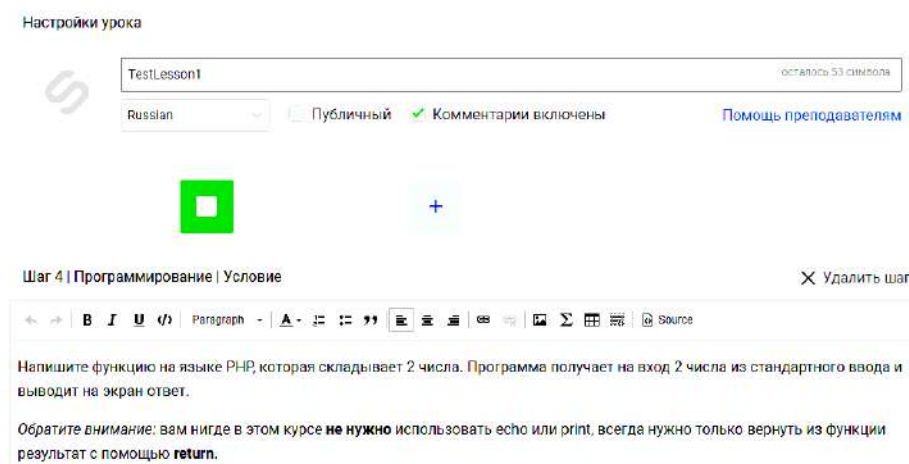


Рис.1. Описание задачи

В нижней панели «Настройки» имеются три вкладки: «Тестовые данные», «Языки и шаблоны», «Расширенный редактор». Раздел «Тестовые данные» позволяет вручную сформировать набор тестовых данных, на которых будет проверяться результат работы тестируемой программы. В «Языки и шаблоны»

добавляется шаблонный код, на основе которого обучающийся «допишет свое решение. Этот шаблон будет отображаться в онлайн редакторе кода по умолчанию. «Расширенный редактор» отвечает за генерацию более сложных входных данных и написание непосредственно функций, которые будут тестировать код решения студента. Все тесты пишутся с использованием языка программирования Python и имеют следующую структуру:

- функция `generate()` – генерирует набор тестовых данных, которые подаются на вход программе и результат обработки которых проходит дальнейшее тестирование (каждый набор тестовых данных должен быть отделен символом переноса строки `'\n'`);

- функция `solve()` – представляет эталонное решение задачи и выдает правильное решение для данных, полученных из функции `generate()`;

- функция `check()` – сопоставляет результат работы решения учащегося с результатом эталонного решения. Также может накладывать дополнительные проверки и оповещать о результате прохождения тестирования.

Пример написания тестов для задачи: «Написать функцию сложения двух чисел на языке PHP» представлен на рис. 2.

Введите ваш проверяющий код на Python. [Скачать тесты](#)

```

4
5 def generate():
6     return ['1 1\n', '1 2\n', '0 0\n']
7
8 def check(reply, clue):
9     reply, clue = int(reply.strip()), int(clue.strip())
10    if reply == clue:
11        return True
12    feedback = "Твой ответ : {}. Правильный ответ : {}".format(reply, clue)
13    return False, feedback
14
15 def solve(dataset):
16    a, b = dataset.split()
17    return str(int(a) + int(b))

```

Run this code (on server)

Рис.2. Написание тестов для задачи сложения двух чисел на PHP

Однако есть случаи, когда пользователю в качестве решения необходимо написать лишь тело функции, не трогая обработку стандартного ввода/вывода. Однако без организации вывода в `stdout`, разработанные тестовые функции не могут получить доступ к решению обучающегося. В этом случае платформа Stepik использует механизм «Скрытых шаблонов». Скрытые шаблоны `header` и `footer` могут дополнить код решения учащегося перед запуском тестов, при этом сам пользователь не будет видеть участков кода, помеченных этими шаблонами, в онлайн редакторе. Шаблон `header` указывают в начале программы, над шаблонным кодом обучающегося. В этот блок помещают инструкции, отвечающие за получение стандартного ввода (тестовых данных) или какие-либо еще подготовительные преобразования. Шаблон `footer` помещают в конец программы,

после шаблонного кода пользователя. В этом блоке происходят операции по подготовке выходного результата для прохождения тестов, а также непосредственно сам вывод решения в стандартный вывод (передача результата решения в тестирующие функции). Сам шаблонный код, который отображается в редакторе и виден пользователь помечается директивой `code`. Пример использования скрытых шаблонов для функции сложения двух чисел представлен на рис. 3.

Шаблоны кода и допустимые языки. По умолчанию поле пустое.

```
1 ::php
2 ::header
3 /* предварительная обработка */
4 ::code
5 <?php
6 function sum($a, $b){
7     /* пишем код здесь */
8 }
9 ::footer
10 $vals = explode(" ", fgets(STDIN));
11 $x = $vals[0];
12 $y = $vals[1];
13 $c = sum($x, $y);
14 print_r($c);
```

Рис. 3. Создание шаблона для функции сложения двух чисел на PHP

После завершения необходимых настроек пользователь получит следующую задачу, представленную на рис. 4.

Напишите функцию на языке PHP, которая складывает 2 числа. Программа получает на вход 2 числа из стандартного ввода и выводит на экран ответ.

Обратите внимание: вам нигде в этом курсе **не нужно** использовать `echo` или `print`, всегда нужно только вернуть из функции результат с помощью `return`.

Sample input:

8 11

Sample Output:

19

Напишите программу. Тестируется через stdin → stdout

✓ Абсолютно точно.

↻ Задание было изменено авторами. Баллы за прошлые решения сохранены.

Верно решил 1 учащийся
Из всех попыток 25% верных

```
1 <?php
2 function sum($a, $b){
3     return $a + $b;
4 }
```

Рис. 4. Итоговый вид задачи по программированию с автотрестами

Результаты решения задачи и все попытки (в том числе неправильные) будут отображаться в дашборде личного кабинета автора курса.

Таким образом, платформа Stepik обладает всем необходимым функционалом для создания полноценных курсов и обучающих треков по дисциплинам IT-профиля. Использование предоставленной площадкой интерактивных возможностей позволяет повысить эффективность и удобство обучения, а также сэкономить время на приеме и проверки заданий. Автоматизированное тестирование отлично подходит для обработки большого количество однотипных задач с моментальной проверкой и оповещение обучающихся. Что положительно сказывается на отработке материала. Помимо наработки практических навыков по решению простых задач, создание такого курса даст возможность ученикам самостоятельно освоить некоторый объем материала в свободном режиме и комфортном темпе. Например, продвинутые темы, основание которых сильно зависит от уровня восприятия обучающегося [3].

Список литературы

1. *Соколова А.* Звезды EdTech: 8 крутейших образовательных стартапов России. Rusbase (14 сентября 2017). Дата обращения: 09.12.2021.

2. *Днепровская Н.В., Шевцова И.В.* Открытые образовательные ресурсы и цифровая среда обучения // Высшее образование в России. 2020. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otkrytye-obrazovatelnye-resursy-i-tsifrovaya-sreda-obucheniya> (дата обращения: 20.02.2022).

3. *Ефремова С. Г., Свищёва И. В.* Анализ эффективности и применение интернет-ресурсов для осуществления дистанционного обучения для студентов вузов // Colloquium-journal. 2020. №10 (62). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-i-primeneniye-internet-resursov-dlya-osuschestvleniya-distantsionnogo-obucheniya-dlya-studentov-vuzov> (дата обращения: 20.02.2022).

4. Образование в сети: как учиться в лучших вузах мира бесплатно. Русская служба BBC (24 декабря 2017). Дата обращения: 09.12.2021.

5. *Неборский Е.В., Богуславский М.В., Ладыжцев Н.С., Наумова Т.А., Анисимов А.Е.* Переход на дистанционное обучение в условиях covid-19 в оценках профессорско-преподавательского состава // ПНиО. 2020. №4 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perehod-na-distantsionnoe-obuchenie-v-usloviyah-covid-19-v-otsenках-professorsko-prepodavatelskogo-sostava> (дата обращения: 20.02.2022).

6. Stepik. Документация Stepik [электронный ресурс] <https://support.stepik.org/hc/ru/articles/360000172234> (дата обращения: 20.02.2022).

**ОБРАБОТКА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭСКАЛАТОРНОГО
КОМПЛЕКСА МЕТРОПОЛИТЕНА**

Медяев И.Н.¹, Каленов С.Н.²

^{1,2}Российский университет транспорта РУТ (МИИТ)

e-mail: ¹igor.medyaev@yandex.ru, ²semenkalenov85@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы, связанные с обработкой параметрической информации для обеспечения безопасного функционирования эскалаторного комплекса метрополитена. Охарактеризована роль усовершенствованной документационной базы в решении указанных вопросов. Предложен подход к разработке модуля безопасности эскалаторного комплекса метрополитена в рамках информационного пространства безопасности на транспорте. Изучены аспекты разработки информационной системы для оперативного мониторинга технического состояния эскалатора.

Ключевые слова: эскалаторный комплекс метрополитена, безопасность технического объекта, пассажиропоток, информационные технологии, нейросетевое моделирование, машинное обучение.

**SAFETY PROBLEMS OF FUNCTIONING OF THE ESCALATOR COMPLEX
OF THE SUBWAY**

Abstract. The problems related to the processing of parametric information to ensure the safe operation of the escalator complex of the metro are considered. The role of the improved documentation base in solving these issues is characterized. An approach to the development of the safety module of the subway escalator complex within the safety information space in transport is proposed. The aspects of the development of an information system for operational monitoring of the escalator technical state are studied.

An approach to the development of the "Safety of the Subway Escalator Complex" block of the transport safety information space is proposed. The aspects of the development of an information system for operational monitoring of the escalator condition are studied.

Keywords: metro escalator complex, safety of a technical facility, passenger traffic, information technology, neural network modeling, machine learning.

Одним из важных видов пассажирского транспорта в условиях мегаполиса является метрополитен. Центральную роль в обеспечении бесперебойной транспортировки пассажиропотока с наземных вестибюлей метрополитена на подземные платформы и обратно выполняют тоннельные эскалаторы [1].

Являясь сложным и комплексным техническим объектом, эскалатор состоит из ряда взаимосвязанных подсистем, в свою очередь состоящих из элементов.

Готовность к работе, исправность и работоспособность элементов и подсистем определяется комбинацией параметров, установка которых сопутствует тем или иным техническим воздействиям на подсистемы эскалатора. Для выполнения конкретного технического воздействия требуется определенное количество ресурсов. При организации работы эскалаторного хозяйства и его поддержании в безопасном состоянии следует учитывать, что выделяемые ресурсы являются ограниченными и что требуется поиск новых способов организации технического обслуживания и ремонта с учетом увеличения пассажиропотока.

Существующая нормативная документация и руководства, разработанные в соответствии с нормативной документацией, регламентируют и поясняют основные требования и правила по поддержанию эскалаторного хозяйства метрополитена. В частности, разработан ряд руководств по ремонту эскалаторов [2, 3]. Важно подчеркнуть, что органы государственного контроля с 1 января 2021 года утвердили новые актуализированные требования, разработанные с учетом риск-ориентированного подхода и современного уровня технологического развития в соответствующих сферах. До 1 января 2027 г. действует приказ об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности эскалаторов в метрополитенах» [4].

Обеспечение безопасности транспортировки пассажиров на эскалаторах метрополитена с учетом эффективного расходования ресурсов возможно осуществляется посредством анализа и контроля текущего технического состояния и прогнозирования состояния. Источником информации при определении текущего и прогнозного технического состояния элементов подсистем эскалатора служит комплекс параметрической информации [5, 6]. Для корректного выделения комплекса параметрической информации на основе анализа различной документации можно использовать декомпозиционную модель эскалатора, описывающую основные элементы, подсистемы и их взаимосвязь [5, 6].

Структура параметрической информации включает в себя нормативные значения параметров как самого эскалатора, так и окружающей обстановки, а также требования к выполнению технического воздействия на элементы подсистем эскалатора. Параллельно с изучением структуры, целесообразно рассмотреть методы анализа параметрической информации, в частности, в [5] предлагается использовать методы теории нечетких множеств и разрабатывается соответствующий алгоритм параметрической оценки технического состояния применительно к подсистемам эскалатора метрополитена.

В настоящей работе используются методы искусственных нейронных сетей и машинное обучение [7–9]. С помощью методов анализа устойчивости систем интеллектуального управления [10] исследована устойчивость модели функционирования эскалатора метрополитена. Процесс функционирования

эскалатора метрополитена можно интерпретировать с помощью динамических моделей с переключениями [11]. Нейросетевое моделирование направлено:

- на формирование и получение актуальной информации о техническом состоянии элементов подсистем эскалатора;
- на установление фактов предрасположенности к неустойчивой работе на начальных этапах формирования дефекта;
- на предупреждение потенциальных отказов; на предотвращение нештатных и аварийных ситуаций при эксплуатации.

По результатам работы нейросетевой модели предполагается представить рекомендации по проведению в необходимых случаях ремонтно-ревизионных, а также предупредительных мероприятий по настройке, регулировке и отладке взаимодействия составных частей эскалатора.

В информационном пространстве безопасности на транспорте (ИПБТ) следует определить место для учета показателей безопасности элементов и подсистем эскалаторов метрополитена. Для построения ИПБТ с учетом аспектов безопасности функционирования эскалаторов конкретизируются следующие принципы: принцип системности; принцип интеллектуальной мультимодальности транспортной системы; принцип прозрачности; принцип комплексного использования технологий накопления и обработки информации; принцип интерпретируемости информации.

В состав инструментально-методического и программного обеспечения безопасности эскалаторного модуля ИПБТ предлагается включить такие блоки, как: блок данных, блок информации, связанной с пассажиропотоком; блок информации по техническому состоянию; блок описания моделей блок базы знаний; блок искусственного интеллекта; блок управления безопасностью и принятия решений. Указанное инструментально-методическое обеспечение можно использовать для разработки цифровых двойников [12] элементов эскалатора метрополитена.

Таким образом, для решения задач управления безопасностью эскалаторного комплекса метрополитена предложен подход к разработке модуля безопасности эскалаторного комплекса метрополитена ИПБТ. Разработка инструментально-методического и программного обеспечения для указанного блока направлена на интеллектуализацию управления рисками и на решение задач безопасности объектов транспортной инфраструктуры.

Список литературы

1. *Поминов И.Н.* Эскалаторы метрополитена. Устройство, обслуживание и ремонт. М.: Транспорт, 1994.
2. Руководство по ремонту эскалаторов РР-ЭМ 002-17. СПб.: ГУП «Петербургский метрополитен», 2017.

3. Руководство по ремонту РР-ЭС 001-10. СПб.: ГУП «Петербургский метрополитен», 2011.
4. Приказ Ростехнадзора от 03.12.2020 № 488 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности эскалаторов в метрополитенах».
5. *Еланцев В.В.* К вопросу повышения эффективности и безопасности эксплуатации тоннельных эскалаторов метрополитена. Информационный комплекс оперативного мониторинга состояния эскалатора // Инновационное внедрение в области технических наук. Нижний Новгород: Ареал, 2020. С. 10–16.
6. *Еланцев В.В.* К вопросу повышения эффективности и безопасности эксплуатации тоннельных эскалаторов метрополитена. Анализ параметров // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 3. С. 61–69.
7. *Хайкин С.* Нейронные сети. Полный курс. М.: Вильямс, 2008.
8. *Sielen D., Meysman A.D.B., Ali M.* Introducing Data Science. Manning, 2016.
9. *Бринк Х., Ричардс Д., Феверолф М.* Машинное обучение. СПб.: Питер, 2017.
10. *Дружинина О.В., Масина О.Н.* Методы анализа устойчивости динамических систем интеллектуального управления. М.: Изд. группа URSS, 2016.
11. *Дружинина О.В., Корепанов Э.Р., Белоусов В.В., Масина О.Н., Петров А.А.* Развитие инструментального обеспечения отечественной вычислительной платформы «Эльбрус 801-РС» в задачах нейросетевого моделирования нелинейных динамических систем // Нелинейный мир. 2021. Т. 19. № 1. С. 15–28.
12. *Прохоров А., Лысачев М.* Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт / под ред. А. Боровкова. М.: ООО «Альянс Принт», 2020.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕЖСАЙТОВОГО СКРИПТИНГА

Самсонов И. С.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: megazilot12@gmail.com

Аннотация. В статье сформулированы предложения, позволяющие обеспечить базовую защиту web-сайтов от наиболее распространенных атак. Показано, что эффективным способом тестирования системы безопасности информационного ресурса является использование инструментов тестирования на проникновение (pen-тестов). Результаты тестов могут быть использованы для защиты информационных систем.

Ключевые слова: информационная безопасность, web-приложение, инструменты атак.

INFORMATION SECURITY OF WEB APPLICATIONS USING CROSS-SITE SCRIPTING

Abstract: The article formulates proposals to ensure basic protection of websites from the most common attacks. It is shown that an effective way to test the security system of an information resource is to use penetration testing tools (pen-tests). Test results can be used to protect information systems.

Keywords: information security, web application, attack tools.

Большинство современных информационных систем создаются в виде Web-сайтов, которые подвержены различным видам современных сетевых атак, поэтому безопасности необходимо уделить особое внимание. Когда появляются новые устройства с программным обеспечением (ПО), то ПО привлекает злоумышленников, и они начинают его изучать и взламывать [1].

Разработчики не всегда уделяют должное внимание защите и безопасности созданных ими сетевых ресурсов, хотя они могут играть существенную роль в функционировании той или иной организации и каждый такой ресурс может быть атакован. Учитывая то, что сетевые ресурсы могут быть довольно разнообразными, начиная от электронных библиотек и заканчивая онлайн-магазинами, подход к их защите также должен охватывать все возможности несанкционированного доступа.

Основное внимание необходимо обратить на безопасность серверов, так как именно они обеспечивают работоспособность web-приложений. Их защита является одной из самых важных задач любой организации. Сетевые хранилища являются приоритетной целью правонарушителей и в зависимости от целей, которые они преследуют, данный ресурс может быть использован в шпионаже, распространении вирусов, шантаже организации, владеющей данным хранилищем, и других неправомерных целях. К настоящему времени количество угроз только возросло.

Специалисты по информационной безопасности разрабатывают новые системы защиты, но и «взломщики» разрабатывают способы получения несанкционированного доступа к информационно-телекоммуникационным системам. В большинстве случаев взлом производится с помощью специально разработанных автоматизированных скриптов, направленных на известные уязвимости в защите программного обеспечения.

Собрав и проанализировав информацию по данной теме, мною было сформировано несколько предложений, которые помогут защитить сетевые ресурсы от большинства угроз. Своевременное обновление ПО важно для поддержки защиты информационных систем [2]. Это относится как к серверному ПО, так и к ПО, используемому на сетевом ресурсе. При обнаружении уязвимости в защите злоумышленники быстро попытаются этим воспользоваться. Если используется ПО от известных производителей, то не стоит волноваться о своевременной установке обновлений, поскольку компания будет заботиться об

этом. При использовании ПО стороннего производителя нужно убедиться, что установлены последние обновления.

При атаке SQL-инъекцией злоумышленник стремится получить полный доступ к БД, используя поле WEB-формы или URL. При использовании SQL есть возможность вставить вредоносный код в запрос так, чтобы изменить, получить, удалить данные из базы данных [6]. Атаки такого рода можно легко избежать, используя параметризованные запросы, которые в свою очередь поддерживаются большинством языков web-разработки.

Например, рассмотрим запрос:

```
"SELECT * FROM table WHERE column = " + parameter + ";
```

Когда преступник изменит параметр URL на ' or '1'='1', то запрос примет вид:

```
"SELECT * FROM table WHERE column = " OR '1'='1';"
```

Из-за того, что '1' равен '1', атакующий получит доступ ко всем находящимся в таблице данным. Используя эту возможность, он сможет добавить и другие запросы, которые будут выполняться вместе с исходным. Чтобы защититься от данного вида атак, необходимо весь код выполнять в хранимых процедурах с параметрами без использования динамически генерируемых процедур.

Используя межсайтовый скриптинг (XSS), злоумышленник имеет возможность встроить вредоносный код в web-форму, чтобы выполнить этот код на сайте [5]. Если разрабатывается сайт с помощью CMS, то необходимо установить специальные плагины. Во время работы этих плагинов будут блокироваться параметры, которые повсеместно используются в атаках с использованием межсайтовых сценариев. Такие плагины могут защитить поля ввода пользователя, например, поля входа в систему или панели поиска. Если разработка сайта ведется с помощью стороннего ПО, то при создании форм всегда необходимо проверять данные, которые будут приходить от пользователей, кодировать или маскировать спецсимволы.

Проверка формы должна проводиться как в браузере, так и на сервере. Браузер может проверить самые простые ошибки [6]. Итог таких проверок может быть сфальсифицирован, и необходимо проверить эти условия на стороне сервера. Отсутствие подобных проверок, скорее всего, приведет к нежелательным результатам работы вашего сетевого ресурса или внедрению вредоносного кода.

О необходимости использования сложных паролей давно известно, но не все его используют. Особенно важно использовать сложные пароли на вашем информационном ресурсе и требовать от ваших пользователей применять сложные пароли к их аккаунтам. Несмотря на то, что пользователи этого не любят, принудительные требования к паролям, такие как минимальная длина не менее восьми символов, включение в состав пароля символов в верхнем регистре или цифр, поможет им, в конечном счете, сохранить их информацию [6].

Хранение паролей должно осуществляться в зашифрованном виде. Если произойдет взлом, преступник получит пароли в уже упомянутом виде. Если атаку совершает слабо подготовленный человек, то он начнет перебор всех возможных комбинации, пока не будет найдено совпадение. Если усложнение пароля не помогает, то в глобальной сети есть множество инструментов защиты паролей, которые можно будет освоить и использовать.

SSL – это протокол, использующийся для обеспечения безопасности при передаче данных по сети интернет. Это хорошая идея использовать сертификат безопасности каждый раз, когда вы передаете персональную информацию между клиентом и web-сервером или базой данных.

Злоумышленники могут прослушивать канал связи и, если он не безопасен, перехватить пересылаемую информацию и использовать ее для получения доступа к аккаунтам и персональной информации пользователей. На рис. 1 представлено безопасное соединение.

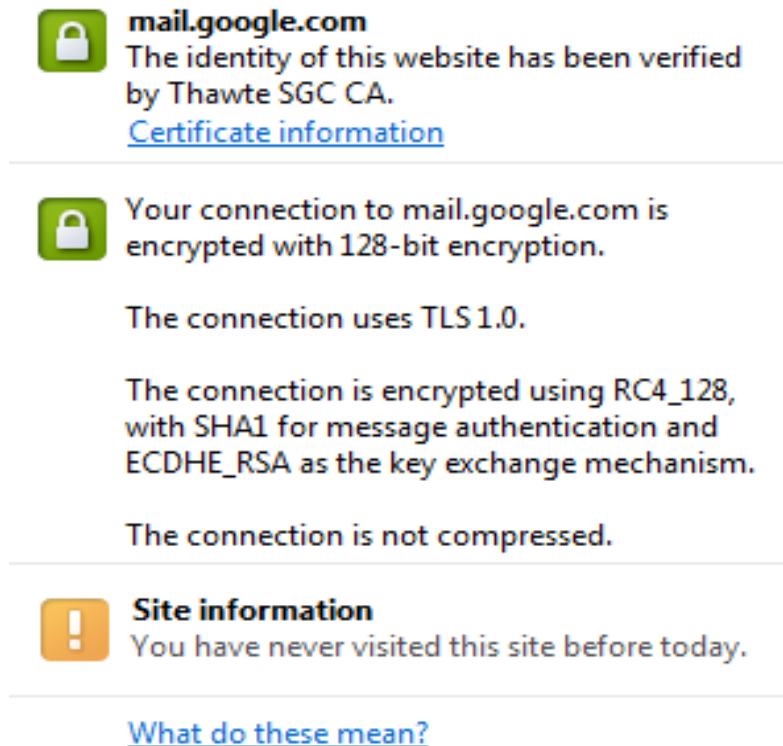


Рис. 1. Безопасное соединение

Протестировать систему безопасности информационного ресурса можно наиболее эффективным способом с помощью инструментов тестирования на проникновение, другое название реп-тесты. Есть множество коммерческих и бесплатных продуктов. Они работают по схожей со скриптами хакеров схеме, используя известные эксплойты, пытаясь взломать сетевой ресурс одним из описанных выше способов, например, при помощи SQL-инъекции. Ниже представлены некоторые из известных инструментов на проникновение.

1. OWASP ZAP - кроссплатформенный инструмент с открытым исходным кодом. OWASP ZAP удобен в использовании. Интерфейс состоит из нескольких окон. Есть поддержка 13 языков, включая английский. Позволяет автоматически находить уязвимости в безопасности web-приложений в процессе разработки и тестирования. Таким образом, программа будет полезной не только пентестерам, но и самим web-разработчикам.

2. Metasploit Framework – это популярная открытая платформа для создания и отладки эксплойтов под различные операционные системы. Включает в себя огромную базу опкодов и позволяет скрывать атаки от IDS/IPS систем. Благодаря этому тестирование на уязвимости максимально приближено к реальным сценариям [4].

3. Nmap («Network Mapper») – это бесплатная утилита с открытым исходным кодом для анализа сети и аудита безопасности систем. Яростные противники консоли могут использовать Zenmap, это GUI к Nmap'у. Это не просто «умный» сканер, это серьезный расширяемый инструмент

4. Netsparker (доступна бесплатная пробная версия). Подходит для тестирования на SQL-инъекции и XSS

Таким образом, результаты тестов могут быть использованы для защиты информационных систем.

Список литературы

1. Как защитить сайт от взломов и атак в 2021 (Конспект вебинара о безопасности сайта) [Электронный ресурс]: Веб-сайт / pr-cy.ru. – Режим доступа: <https://pr-cy.ru/news/p/8612-kak-zashchitit-sayt-ot-vzломov-i-atak-v-2021-konspekt-vebinara> (Дата обращения: 08.03.2022).

2. Основы информационной безопасности: оценка рисков и затрат, основные подходы [Электронный ресурс]: Веб-сайт / web-creator.ru – Режим доступа: https://web-creator.ru/articles/about_web_sites_security (Дата обращения: 08.03.2022).

3. Межсайтовый скриптинг (XSS): что это такое и как его исправить? [Электронный ресурс]: Веб-сайт / andreych.ru – Режим доступа: <https://andreych.ru/wordpress/mezhsajtovyj-skripting-xss-chto-eto-takoe-i-kak-ego-ispravit/> (Дата обращения: 09.03.2022).

4. Топ-12 инструментов для пентеста на Kali-linux [Электронный ресурс]: Веб-сайт / tproger.ru – Режим доступа: <https://tproger.ru/articles/best-kali-linux-tools/> (Дата обращения: 10.03.2022).

5. Межсайтовый скриптинг (XSS) [Электронный ресурс]: Веб-сайт / habr.com – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/vk/blog/352442/> (Дата обращения: 10.03.2022).

6. 10 советов по безопасности для защиты вашего сайта от хакеров [Электронный ресурс]: Веб-сайт / <https://www.internet-technologies.ru/> – Режим доступа: <https://www.internet-technologies.ru/articles/newbie/10-sovetov-po->

bezopasnosti-dlya-zaschity-vashego-sayta-ot-hakerov.html#header-9280-4
обращения: 10.03.2022).

(Дата

ОБЗОР СПОСОБОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫМИ СИСТЕМАМИ

Чепель С.А.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: chepel1234567890@yandex.ru

Аннотация. В статье охарактеризованы различные способы идентификации пользователей, в частности, идентификация по биометрическим показателям. Проведен анализ основных биометрических способов защиты информации. Рассмотрено применение указанных способов в зависимости от надежности идентификации.

Ключевые слова: способы идентификации, биометрические данные человека, биометрические свойства.

REVIEW OF METHODS FOR HUMAN IDENTIFICATION BY COMPUTERIZED SYSTEMS

Annotation. The article describes various methods of user identification, in particular, identification by biometric indicators. The analysis of the main biometric methods of information protection is carried out. The application of these methods is considered depending on the reliability of identification.

Keywords: identification methods, human biometric data, biometric properties.

В настоящее время каждая фирма пытается максимально автоматизировать рабочий процесс для упрощения реализации профессиональных задач. Благодаря данному процессу можно решать такие проблемы, как:

- предотвращение подделки и кражи документов, карт, паролей;
- ограничение доступа к личной информации;
- организация доступа к данным только сертифицированных специалистов;
- исключение неудобств, связанных с утерей или порчей паролей и ключей

и некоторые другие.

На сегодняшний день существует множество различных способов защиты данных, но самым удобным и надежным считается применение биометрических технологий.

Биометрия – это система распознавания людей по одной или более физическим, или поведенческим чертам [1]. К биометрическим свойствам относятся:

- отпечатки пальцев;
- геометрия лица;
- радужная оболочка глаз и рисунок сетчатки;
- голос;

– подчерк и др.

Рассмотрим более детально некоторые способы.

Самым распространенным является метод дактилоскопии. С помощью специального сканера получают изображение отпечатка пальца или руки, которое записывается в виде кода и, после, будет сверяться с первоначально введенным шаблоном. Проверка данных занимает несколько секунд, а сам метод прост и удобен в использовании. Данный метод применяется как в телефонах, так и в больницах, международных аэропортах и т.д. Надежность данного метода заключается в стабильности рисунка узора на протяжении всей жизни, а также его уникальность, соответственно вероятность ошибки ничтожно мала.

Следующим методом является идентификация лица. Для реализации этого метода не требуется дорогостоящего оборудования, достаточно лишь камеры и персонального компьютера. С помощью специализированного программного обеспечения создается двух- или трехмерное изображение лица человека, где сканируются линии глаз, губ, бровей, носа, расстояние между ними и прочие параметры. Полученное изображение переводится в цифровую форму и в дальнейшем будет сравниваться с первоначальным шаблоном. Удобство данного способа заключается в том, что при идентификации личности отсутствует физический контакт с каким-либо устройством.

Для такого способа, как идентификация по сетчатке глаза, требуется более дорогое оборудование. Сканирование происходит с помощью низкочастотного инфракрасного света. Данным методом пользуются в системах доступа к секретным объектам, поскольку возможность ошибки почти исключена, или же может объясниться неправильным положением головы, а капиллярный рисунок уникален у каждого человека.

Следующим методом является распознавание по подчерку. Написанные вручную данные переводятся в цифровой вид и сравниваются. Обычное сравнение с образцом не обладает надежностью, так как подпись человека не всегда одинакова. В то время, как наблюдение за движением руки, скорости, нажатия, и многие другие факторы исключают возможность подделки текстов автора. Но также существует и клавиатурный подчерк. Основной его характеристикой является динамика набора слов, например, темп и стиль работы, так же количество ошибок при наборе текста. Для такого метода из технического оснащения нужна только клавиатура, но при этом возможность ошибки идентификации достаточно мала.

Идентификация по голосу проста и удобна в использовании, но имеет низкую точность. Голос человека может меняться в зависимости от возраста или простудных заболеваний, а также могут быть ошибки в передаче информации из-за помех в микрофоне, шумов и т.д.

Для каждого из методов постоянно ведутся работы по усовершенствованию эффективности, упрощению в использовании и большей надежности. Кроме того, научный прогресс не стоит на месте и разрабатываются новейшие системы идентификации личности, которые в ближайшем будущем будут использоваться в повседневных технологиях.

Таким образом, применение биометрических технологий исключается возможность допущения ошибок. Существует множество способов, например, походка человека, уровень солености кожи и другие способы, которые находятся на стадии разработки, но в дальнейшем возможно их внедрение в различные сферы деятельности с целью обеспечения высокой надежности.

Список литературы

1. Биометрия. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Биометрия> (дата обращения: 16.03.2022)
2. Брюхомицкий Ю. А. Биометрические технологии идентификации личности: учебное пособие. Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2017. 264 с.
3. Плохинский Н. А. Биометрия. Новосибирск: Издательство СО АН СССР, 1961. 368 с.

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Панова Е.Н.

Российский университет транспорта РУТ (МИИТ)

e-mail: a.panovaf2012@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены актуальные направления развития наземных транспортно-логистических комплексов. Охарактеризованы особенности региональных транспортно-логистических центров. Рассмотрены вопросы, связанные с повышением конкурентоспособности региональных транспортно-логистических центров.

Ключевые слова: транспортно-логистические комплексы, технологическое взаимодействие, региональные транспортно-логистические центры.

CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF GROUND-BASED TRANSPORT AND LOGISTICS COMPLEXES

Abstract. The current directions of development of ground-based transport and logistics complexes are considered. The features of regional transport and logistics centers are characterized. The issues related to increasing the competitiveness of regional transport and logistics centers are considered.

Keywords: transport and logistics complexes, technological interaction, regional transport and logistics centers.

Инновационное развитие транспортного комплекса как одной из основных отраслей экономики связано с проектированием и строительством современных транспортно-технологических комплексов, позволяющих обеспечить высокий уровень оказания и качество предоставляемых грузовладельцам транспортных услуг и эффективную организацию функционирования [1–9].

Транспортно-логистический комплекс (ТЛК) формируется на основе взаимодействия транспортно-логистических предприятий различных форм собственности и видов деятельности, направленных на оказание наиболее полного комплекса логистических услуг. При этом ТЛК является сложным управляемым объектом деятельности, при организации и функционировании которого должны учитываться принцип рентабельности и привлекательность для потенциальных партнеров. Способы доставки могут быть различными, например, доставка может производиться как с помощью железнодорожного, так и автомобильного транспорта. В ряде регионов основным будет являться морской путь перевозки грузов.

Оценка качества процессов оптимизации транспортно-логистической деятельности в области уровня логистических услуг (LPI) выполняется по таким показателям, как качество инфраструктуры, простота организации грузоперевозок, качество транспортно-логистических услуг, информационная составляющая, своевременность доставки грузов [6, 9].

Актуальные направления развития ТЛК могут быть связаны: а) с технико-экономической деятельностью (ТЭД); б) с производственно-хозяйственной деятельностью (ПХД); в) с финансово-коммерческой деятельностью (ФКД).

Развитие ТЭД осуществляется с учетом: оптимизации маршрутных путей; сокращения сроков поставки; увеличения доли рынка. Развитие ПХД связано с повышением эффективности управления парком технических средств и складскими терминалами, а также управления кадровым потенциалом. В свою очередь, эффективность управления парком технических средств и складскими терминалами зависит от увеличения производственных мощностей и пропускных способностей. Развитие ФКД осуществляется с учетом управления финансовыми ресурсами и результатами, а также с учетом соотношения между собственными и заемными средствами.

Все три направления (ТЭД, ПХД и ФКД) взаимосвязаны между собой и непосредственно с процессом управления транспортно-логистическими процессами. Динамичное развитие в указанных направлениях определяет повышение конкурентоспособности ТЛК.

Рассмотрим особенности регионального транспортно-логистического центра. Во-первых, региональный транспортно-логистический центр обладает признаками многофункционального терминального комплекса, а требования к его расположению связаны с тем, что он должен размещаться в узле транспортной сети на пересечении магистральных путей сообщения. Во-вторых, региональный транспортно-логистический центр обеспечивает клиентов комплексным транс-

портно-экспедиционным и сервисным обслуживанием на основе координации и согласования экономических интересов участников транспортно-логистического процесса, интеграции товароматериальных и финансовых потоков.

Обычно региональные транспортно-логистические центры создаются на свободных площадках размером не менее 40 гектаров и возможностью расширения терминального комплекса до 100 гектаров. Функции регионального транспортно-логистического центра состоят в следующем:

- 1) в ведении балансирования процесса пропуска грузопотока внутри региона;
- 2) в организации пропуска грузов на стыках со смежными видами транспорта;
- 3) в организации выгрузки с учетом возможностей подвода грузов к промышленным предприятиям;
- 4) в регулировании подвода груза к межтранспортным стыковым пунктам в установленное время на базе взаимодействия с партнерами (5-6-тидневный прогноз, согласованность родов груза, даты прибытия и др.);
- 5) в организации перевозок внутри региона с учетом нескольких видов транспорта на базе логистических принципов;
- 6) в планировании перевозок на базе поступающих заявок;
- 7) в обеспечении технологического взаимодействия участников транспортировки грузов в регионе;
- 8) в информационной поддержке перевозок в регионе.

В рамках настоящей работы проанализированы актуальные направления развития ТЛК, рассмотрены особенности развития конкретных отечественных региональных транспортно-логистических центров. Направления развития ТЛК и его составляющих элементов, а также учет влияния факторов, способствующих повышению конкурентоспособности в рассматриваемом периоде и на долгосрочную перспективу, позволят транспортным структурам обеспечить реализацию концепции развития транспортного комплекса, отвечающего современным требованиям.

Список литературы

1. Аврамчикова Н.Г., Рожнов И.П., Захарова Л.Н. Мультимодальные транспортные узлы: преимущества и перспективы развития// Менеджмент социальных и экономических систем. 2019. № 4. С. 25–30.
2. Прокофьева Т. Ф. Мультимодальные транспортно-логистические центры как стратегические точки роста экономики России (часть 1) // В центре экономики. 2021. №2. 10–19.
3. Рахмангулов А.Н. Железнодорожные транспортно-технологические системы: организация функционирования. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. Техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014.

4. *Шипулин Н.П.* Переход на инновационные технологии перевозочного процесса // Железнодорожный транспорт. 2012. №2. С. 52-57.
5. *Копылова О.А., Рахмангулов А.Н.* Методика формирования энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2012. №2. С.45–53.
6. *Мысник Е.В.* Мультимодальные транспортно-логистические центры. Учебное пособие. Иркутск : ИрГУПС, 2016.
7. *Горев А.Э.* Основы теории транспортных систем. – СПб.: СПбГАСУ, 2010.
8. *Ковалева Т.А.* Развитие железнодорожных станций в условиях функционирования современных мультимодальных транспортно-логистических комплексов // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство. М.: Российский университет транспорта, 2018. Т.12. С. 206--209.
9. *Ковалева Т.А.* Современные направления развития транспортно-технологических систем на основе создания мультимодальных терминально-логистических центров // Системы управления, технические системы: устойчивость, стабилизация, пути и методы исследования: материалы молодежной секции в рамках третьей Международной научно-практической конференции. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2018. С.229–234.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕССЕНДЖЕРАХ

Ненкова Т.Д.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: tanja-nenckowa@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основы безопасного использования мессенджеров. Описаны наиболее распространенные ошибки пользователей, которые могут привести к попаданию конфиденциальной информации в руки злоумышленников. Предложены рекомендации, предназначенные для повышения уровня безопасности использования мессенджеров и предотвращения потери личных данных.

Ключевые слова: информационная безопасность, безопасность переписки в мессенджерах, защита личных данных.

ENSURING INFORMATION SECURITY IN MESSENGERS

Abstract. The article discusses the basics of safe use of instant messengers. The most common user errors are described. An algorithm of actions aimed at improving the security level of using instant messengers and preventing the loss of personal data is composed.

Keywords: information security, security of correspondence in messengers, protection of personal data.

Мессенджеры позволяют моментально обмениваться сообщениями и различными файлами, а после появления чат-ботов мессенджеры стали бизнес-инструментами. Однако мессенджеры обладают значительным недостатком – отсутствие гарантии безопасности переписки. В данной статье приведем рекомендации, направленные на снижение вероятности попадания конфиденциальных данных злоумышленникам.

1. Выбирайте мессенджеры со сквозным шифрованием. Сквозное шифрование (end-to-end encryption) работает по следующему принципу: производится шифрование сообщения на устройстве отправителя и последующая его передача в зашифрованном виде получателю. Расшифровку может осуществить только устройство получателя, а также гарантируется невозможность внесения изменений в текст сообщения сторонними лицами. Однако важно помнить, что серверы в таком случае хоть и не обладают информацией о содержании сообщения, но знают, когда оно было отправлено, от кого и кому.

В некоторых мессенджерах сквозное шифрование установлено по умолчанию. Среди наиболее популярных из них стоит отметить WhatsApp, Viber и Signal. В Telegram, Facebook Messenger и Skype принцип действует только в рамках секретных чатов, и для его использования от пользователя требуются дополнительные манипуляции [1].

2. Используйте двухфакторную аутентификацию. Двухфакторная аутентификация – это метод идентификации пользователей, обеспечивающий двойную защиту данных и затрудняющий процесс их получения третьими лицами. Для ее подключения требуется указание номера телефона или адреса электронной почты. Каждый раз при входе в аккаунт пользователь будет получать специальный код, который необходимо ввести в соответствующее поле. В результате даже в том случае, если мошенник получит информацию о логине и пароле юзера, он не сможет попасть в профиль, не имея доступа к почте или смартфону владельца.

3. По возможности предпочитайте мессенджеры с открытым исходным кодом. Открытый код означает, что любой пользователь имеет возможность проверить то, насколько безопасно приложение. Сведущие программисты смогут изучить код и попытаться найти в нем уязвимые места. Также благодаря этому юзеры сумеют убедиться в том, что в мессенджере не предусмотрено различных лазеек, позволяющих собрать конфиденциальные данные участников диалогов.

К мессенджерам с полностью открытым исходным кодом относится Signal. В Telegram доступна только клиентская часть кода, а в Skype, Viber и WhatsApp код полностью скрыт [2].

4. Отключите функцию сохранения резервных копий диалога в облаке. Такие мессенджеры как WhatsApp, Skype и Viber не сохраняют содержимое диалогов на собственных серверах. В случае взлома платформы злоумышленниками, данные пользователей останутся в безопасности. Однако резервные копии переписок хранятся в облаке в незащищенном виде. Даже в случае использования сквозного шифрования участники диалога рискуют безопасностью собственных данных. Резервные копии содержимого в Telegram хранятся в зашифрованном виде, а в Signal и Skype такая функция отсутствует.

5. Своевременно обновляйте гаджеты. В настоящее время вирусы и вредоносные файлы распространяются очень быстро, а злоумышленники постоянно находятся в поиске уязвимых мест приложений с целью кибератаки. Заботясь о безопасности пользователей и собственной репутации, разработчики постоянно совершенствуют мессенджеры и борются с наличием уязвимостей. Отказываясь от обновления приложения, юзер рискует потерять личные данные, денежные средства или доступ к аккаунту [3].

В июне 2020 года в Америке начал активно распространяться вирус Satan DDoS. Причем для его рассылки использовались эксплойты, известные с 2017 года. В итоге жертвами атак становились пользователи, на обновившие систему.

6. Не используйте общественные точки доступа к интернету. Постарайтесь избегать использования публичных неизвестных вам сетей Wi-Fi. Существует риск, что точка была создана мошенником, и подключившись к ней, вы рискуете передать конфиденциальную информацию третьим лицам. Если нет возможности отказаться от использования общественных сетей, то используйте сайты с протоколом https [4].

7. Не открывайте подозрительные файлы и ссылки от знакомых. Взламывая аккаунты, злоумышленники могут вводить пользователей в заблуждение, прикидываясь их членами семьи, друзьями и знакомыми. Таким образом мошенники рассылают вредоносные файлы и ссылки, получая доступ к данным новых юзеров. Чтобы не стать жертвой подобных действий, старайтесь относиться с подозрением к странным файлам и ссылкам, даже если они были отправлены вашими знакомыми. Прежде, чем открыть их, узнайте у отправителя, действительно ли он посылал вам сообщение, иным способом.

8. Измените настройки приватности профиля. В настройках мессенджера запретите просмотр своего профиля лицам, отсутствующим в списке ваших контактов. Также запретите получение сообщений от неизвестных пользователей. Иногда мошенники прикидываются сотрудниками известных пользователю организаций (например, банков) и побуждают его к открытию вредоносных файлов и ссылок, а также совершению различных действий.

9. Ограничьте использование номера телефона. В большинстве мессенджеров обязательно указание номера телефона при регистрации, однако некоторые позволяют использовать в качестве альтернативы электронную почту. Если приложение допускает такую возможность, то лучше воспользоваться ей и не указывать номер телефона. При его использовании юзер попадает в зависимость от оператора мобильной связи. В случае перевыпуска сим-карты злоумышленник сможет восстановить пароль к аккаунту по номеру. В целях обеспечения безопасности пользователь может прийти в офис оператора сотовой связи и написать заявление о запрете перевыпуска сим-карты без присутствия владельца и о запрете блокировки существующей сим-карты [5].

Кроме того, важно позаботиться о физической безопасности смартфона. Установите пароль на гаджет или конкретные приложения, хранящие конфиденциальные данные. Не оставляйте телефон без присмотра и в незаблокированном виде в местах, где находятся малознакомые вам люди.

Таким образом, ни одно приложение не сможет гарантировать полную безопасность. Даже если пользователь позаботится о сохранности личных данных, утечка может произойти по вине другого собеседника. Поэтому не нужно использовать мессенджеры для передачи важной информации, лучше такую информацию сообщать лично. Однако следование вышеуказанным рекомендациям поможет повысить уровень безопасности данных.

Список литературы

1. 5 способов защитить свои мессенджеры от взлома – vc.ru, 2020. – URL: <https://vc.ru/services/139923-5-sposobov-zashchitit-svoi-messendzhery-ot-vzloma> (дата обращения 15.03.2022).
2. Сквозное шифрование: что это и зачем оно нужно вам – kaspersky.ru, 2020. – URL: <https://www.kaspersky.ru/blog/what-is-end-to-end-encryption/29075/> (дата обращения 15.03.2022).
3. Зачем обновлять ПО, если все и так работает нормально? – rskrf.ru, 2020. – URL: <https://rskrf.ru/tips/eksperty-obyasnyayut/zachem-obnovlyat-po-esli-vse-i-tak-rabotaet-normalno/> (дата обращения 15.03.2022).
4. Почему опасно пользоваться Wi-Fi в общественных местах? – the-geek.ru, 2019. – URL: <https://the-geek.ru/article/pochemu-opasno-polzovatsya-wi-fi-v-obschestvennyh-mestah> (дата обращения 15.03.2022).
5. Почему номер телефона лучше не указывать, и что делать для защиты данных – te-st.ru, 2019. – URL: <https://te-st.ru/2019/05/31/phone-number/> (дата обращения 15.03.2022).

**АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ
ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ СПО К СДАЧЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО
ЭКЗАМЕНА ПО СТАНДАРТАМ WORLDSKILLS**

Мельников М.О.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: melnikov.mox@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены инструменты автоматизации развертывания программной инфраструктуры для подготовки студентов веб-разработчиков к сдаче демонстрационного экзамена по стандартам WorldSkills Russia. Приведен перечень необходимого программного обеспечения. Представлен процесс развертывания итоговой информационной системы.

Ключевые слова: worldskills, ansible, vagrant, веб-дизайн и разработка.

**AUTOMATION OF INFRASTRUCTURE DEPLOYMENT FOR PREPARING
SVET STUDENTS FOR THE DEMONSTRATION EXAM
IN THE COMPETENCE OF WEB DESIGN AND DEVELOPMENT**

Abstract. The article discusses the tools for automating the deployment of a software infrastructure to prepare students of web developers for passing a demonstration exam according to WorldSkills Russia standards. A list of required software is provided. The process of deploying the final information system is presented.

Keywords: worldskills, ansible, vagrant, web design and development.

В мае 2012 года Россия стала членом международного движения молодых профессионалов WorldSkills International. Это послужило драйвером для создания автономной некоммерческой организации WorldSkills Russia (30 декабря 2014 года). Целью «российских молодых профессионалов» стала помощь обучающимся при выборе профессии, через:

- создание модернизированной производственной культуры;
- ориентацию на опережающую подготовку специалистов;
- повышение квалификации готовящихся кадров;
- формирования средств, обеспечивающих профессиональное развитие, например, таких как международные соревнования по профессиональным компетенциям.

Кроме того, в основе философии WorldSkills лежит практико-ориентированный подход, совершенствование экзаменационных систем среднего профессионального и высшего профессионального образования, путем внедрения демонстрационного экзамена, проходящего по стандартам мировых практик WorldSkills [4].

Началом реформирования системы СПО стало проведение эксперимента 2017 года. Силами организации Ворлдскиллс Россия в 26 субъектах Российской Федерации государственная итоговая аттестация и промежуточная аттестация по программам СПО были проведены в форме демонстрационного экзамена, позволяющего определить профессиональные навыки студентов в условиях имитации реального производственного процесса в момент выполнения практических профильных задач. По итогам удачного завершения «тестовой сессии» приказом Министерства образования и науки РФ демонстрационный экзамен был утвержден, как процедура государственной итоговой аттестации по образовательным программам, реализуемым колледжами и техникумами (приказ №1138 от 17.11.2017 г.).

После запуска в 2018 году программы модернизации профессионального образования учреждения среднего профессионального образования начали массовый переход на экзаменационную систему стандарта WorldSkills. В том числе институт СПО ЕГУ им. И.А. Бунина приступил к подготовке специалистов по ряду компетенций из списка WorldSkills Russia: Дошкольное воспитание, Преподавание в младших классах, Социальная работа, Сетевое и системное администрирование, Веб-дизайн и разработка. Особенностям технической стороны вопроса, касающегося подготовки обучающихся направления 09.02.07 Информационные системы и программирование (компетенция 17 Веб-дизайн и разработка) посвящена данная статья.

Демо-экзамен по 17 компетенции (Модуля 1) представляет из себя сдачу четырех профессиональных блоков: Системы управления контентом (Код 1.1), Верстка сайт (Код 1.2), Разработка API (Разработка на стороне сервера, Код 1.3) и Разработка SPA (Разработка на стороне клиента, Код 1.4).

Подготовка к каждому из блоков подразумевает использование обширного технологического стека и ряда программных продуктов:

— **Программное обеспечение общего назначения для Модуля 1:**

1. операционная система Windows 10 или Linux (Debian, Ubuntu, CentOS);
2. система управления базами данных MySQL/MariaDB;
3. ssh-клиент PuTTY и ssh-сервер OpenSSH;
4. офисный пакет Libre Office/Microsoft Office;
5. среда для написания программного кода Visual Studio Code;
6. система контроля версий Git.

— **Блок Системы управления контентом (Код 1.1):**

1. CMS Wordpress;

2. HTTP веб-сервер Apache;
3. Интерпретатор языка программирования PHP +7.

— **Блок Верстка сайт (Код 1.2):**

1. сервис для создания графических интерфейсов Figma;
2. браузер Chrome с DevTools (указано в оценочных материалах).

— **Блок Разработка API (Разработка на стороне сервера) (Код 1.3):**

1. пакетный менеджер языка программирования PHP – Composer;
2. веб-фреймворк Laravel 8;
3. инструмент для работы с API – Postman.

— **Блок Разработка SPA (Разработка на стороне клиента) (Код 1.4):**

1. интерпретатор языка программирования Node.js;
2. пакетный менеджер npm;
3. JavaScript-фреймворк для создания графических интерфейсов – ReactJS.

Перечень инструментов довольно обширный. Его установка, настройка и корректная конфигурация требует больших временных затрат даже для одной рабочей станции. Ручное развертывание подобной инфраструктуры для 25 рабочих мест становится максимально неэффективным решением, требующим оптимизации. Поэтому автоматизация данного процесса становится первостепенной задачей перед тем, как приступить к работе со студентами.

Для автоматизации развертывания программной инфраструктуры для подготовки веб-разработчиков были использованы следующие DevOps-инструменты [6]:

- Vagrant;
- Ansible;
- гипервизор VirtualBox.

Vagrant – это CLI-инструмент для создания и управления виртуальными машинами. Он работает поверх гипервизоров хостовой ОС VirtualBox, Hyper-V, VMWare ESXi и прочих [1]. Обычно применяется разработчиками и DevOps-инженерами для развертывания среды разработки, эксплуатируемой в нескольких ОС. Vagrant использует готовые образы операционных систем, получивших название «коробок». Виртуальная машина под управлением Vagrant представляет полноценный виртуальный сервер с установленной ОС, всем необходимым набором приложений и сервисов [5].

Чтобы развернуть box в виртуальную машину и произвести необходимую настройку нужен конфигурационный файл, в котором описаны все параметры развертывания – Vagrantfile. Ansible – это программное обеспечение, предназначенное для дистанционного управления конфигурациями. С его помощью можно удаленно обслуживать кластер из серверов, массово устанавливая, настраивая программное обеспечение и отслеживая состояние рабочих станций.

Администратору системы достаточно создать один специальный файл в котором описывается желаемый сценарий работы с компьютером –playbook.yml и файл инвентаризации, содержащий список обслуживаемых машин [3].

Первоначально необходимо выстроить кластер из нескольких виртуальных машин, на которых будут работать студенты. Для этого создается отдельный каталог с конфигурационным файлом Vagrantfile, в котором содержится описание настроек, создаваемых виртуальных машин (количество выделенных ресурсов, ip-адреса, названия и прочее):

```
hosts = {
  "ws_pc1" => "192.168.88.10", "ws_pc2" => "192.168.88.11"
  "ws_pc3" => "192.168.88.12", "ws_pc4" => "192.168.88.13"
  "ws_pc5" => "192.168.88.14", "ws_pc6" => "192.168.88.15"}
Vagrant.configure("2") do |config|
  config.vm.box = "bento/ubuntu-20.04"
  hosts.each do |name, ip|
    config.vm.define name do |machine|
      machine.vm.network :private_network, ip: ip
      machine.vm.network "forwarded_port", guest: 80, host: 8000
      machine.vm.provider "virtualbox" do |v|
        v.name = name
      end
    end
  end
end
```

С помощью команды *Vagrant up* запускается установка виртуальных станций. Затем создается файл инвентаризации Ansible, где перечисляются созданные с помощью Vagrant виртуальные машины: [wordskills_cluster] ws_pc1 ws_pc2 ws_pc3 ws_pc4 ws_pc5 ws_pc6

Для установки на развернутых рабочих станциях нужного программного обеспечения из каждого блока компетенций формируется отдельный playbook-сценарий в формате YML. Пример плейбука для установки и настройки связи LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) приведен на рис. 1.

Запустить массовое выполнение плейбука на всех хостах можно с помощью команды *ansible-playbook -i hosts playbook.yml*. После успешного завершения yml-сценариев студенты могут подключиться к настроенным виртуальным машинам через ssh (указывая ip-адрес необходимой станции из Vagrantfile) [2].

```

- hosts: wordskills_cluster
  become: true
  vars_files:
    - vars/default.yml
  tasks:
    - name: Install prerequisites
      apt: name=aptitude update_cache=yes state=latest force_apt_get=yes
      tags: [ system ]
    - name: Install LAMP Packages
      apt: name={{ item }} update_cache=yes state=latest
      loop: [ 'apache2', 'mysql-server', 'python3-pymysql', 'php', 'php-mysql', 'libapache2' ]
      tags: [ system ]
    - name: Install PHP Extensions
      apt: name={{ item }} update_cache=yes state=latest
      loop: "{{ php_modules }}"
      tags: [ system ]
  # Apache Configuration
  - name: Create document root
    file:
      path: "/var/www/{{ http_host }}"
      state: directory
      owner: "www-data"
      group: "www-data"
      mode: '0755'
    tags: [ apache ]
  - name: Set up Apache VirtualHost

```

Рис. 1. Содержимое файла playbook.yml

Таким образом, позволяет Vagrant организовать работу удаленного и массового создания кластера рабочих станций студентов. В свою очередь Ansible дает возможность управления этими виртуальными машинами: настройки, установки, обновления, удаления необходимого ПО для подготовки к профессиональным блокам и базового конфигурирования систем.

Список литературы

1. Колясников П.В., Силаков И.Н., Ильин Д.Ю., Гусев А.А., Никульчев Е.В. Повышение эффективности виртуального рабочего окружения распределенной разработки программ // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2019. №1.

2. Филимонов А. Ю., Аксёнов К. А., Климова А. С., Колодов С. Д. Построение лабораторного стенда для исследования программно конфигурируемых сетевых инфраструктур // Приборостроение. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-laboratornogo-stenda-dlya-issledovaniya-programmno-konfiguriruemyh-setevyh-infrastruktur> (дата обращения: 19.02.2022).

3. Хохитейн Л., Мозер Р. MIS Запускаем Ansible /пер. с англ. Е. В. Филонова, А. Н. Киселева. М: ДМК Пресс, 2018. 382 с.

4. WSI Веб-технологии WorldSkills Russia [Электронный ресурс]. – URL: <https://esat.worldskills.ru/competencies/dac59f20-134b-4aa4-94e5-518c488ccc9e/categories/7441e91f-1db4-4552-ae17-4547cdd1fb4e>
5. Jay LaCroix. Mastering Ubuntu Server (2020). Pakt: 702
6. Gift N, Behrman K, Deza A, Gheorghiu G. Python for DevOps: Learn Ruthlessly Effective Automation (2019) 506.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЕЙ PAGESPEED, SECURITY И SPAMHAUS ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ САЙТОВ

Недонёкина К.И.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

e-mail: swallow_ks@mail.ru

Аннотация. В статье приведена классификация основных киберпреступлений. Рассмотрены достоинства и недостатки сервера Apache для обеспечения безопасности хостов и серверов. Охарактеризованы возможности использования встроенных модулей pagespeed, security и spamhaus для повышения безопасности веб сайтов.

Ключевые слова: информационная безопасность, кибербезопасность, DDoS атаки, модули сервера.

USING PAGESPEED, SECURITY AND SPAMHAUS MODULES TO ENSURE SITE SECURITY

Abstract. The article provides a classification of the main cybercrimes. The advantages and disadvantages of the Apache server for ensuring the security of hosts and servers are considered. The possibilities of using the built-in modules pagespeed, security and spamhaus to improve the security of websites are characterized.

Keywords: information security, cybersecurity, DDoS attacks, server modules.

Кибербезопасность – область информационных технологий, ориентированная на защиту сетей, сайтов, компьютеров и программ от информационных атак, повреждения или несанкционированного доступа. История развития такой науки, как кибербезопасность, берет свое начало с 1989 года и сопоставляется с появлением первого компьютерного вируса, а именно, компьютерного червя Роберта Моррисона. Именно эта программа дала начало первой глобальной DoSатаки.

С развитием информационных технологий веб-сайты и компьютерные сети стали подвергаться атакам с целью хищения данных. На государственном уровне вопросы обеспечения безопасности впервые были затронуты в 1990 году в США. Дата знаменательна созданием первого Консорциума по исследованиям в области информационной безопасности, в рамках которого разработали предложение по Международной конвенции по борьбе с киберпреступностью и терроризмом.

В сентябре 1997 года был опубликован документ RFC 2196, который представлял собой руководство по разработке политики в области компьютерной безопасности в рамках интернет-сообщества.

В 2014 году Европейским институтом стандартизации электросвязи (ETSI) был создан технический комитет CyberSecurity, отвечающий за стандартизацию кибербезопасности на международном уровне.

Правительства различных стран борются с киберпреступностью на законодательном уровне, привлекая к уголовной ответственности лица, совершившие преступления в сфере компьютерной информации. К таким преступлениям можно отнести неправомерный доступ к компьютерной информации; создание, использование и распространение вредоносных компьютерных программ; нарушение правил эксплуатации средств хранения, обработки или передачи компьютерной информации и информационно-телекоммуникационных сетей; неправомерное воздействие на критическую информационную инфраструктуру страны.

Первые попытки обеспечения кибербезопасности являлись малоэффективными, поскольку выполнялись вручную. В настоящее время этот процесс автоматизирован и преимущественно осуществляется с помощью компьютеров.

Согласно официальному отчету, опубликованному Генпрокуратурой РФ, преступления в сфере информационных технологий непрерывно увеличиваются. Лишь по отчету за 2017 год, число преступлений увеличилось на 37% по сравнению с предыдущим годом (с 65 949 в 2016 г. до 90 587 в 2017 г.). Относительно свежих данных, в январе – мае 2021 года количество таких преступлений выросло на 25,7% в сравнении с аналогичным периодом 2020 года. При этом возросло количество тяжких и особо тяжких преступлений [1].

Наиболее популярными атаками на сайты и серверы остаются DDoS атаки (Distributed Denial of Service). Такие атаки характеризуются полным или частичным отказом в обслуживании. Целью, как правило, является нарушение работы интернет-сервисов и подрыв доверия к организациям. Последствиями атак являются медленная работа или полная недоступность сайта, отвлечения ресурсов с других проектов на обеспечение безопасности, разработки плана обновления ПО, модернизации оборудования.

Для обеспечения безопасности хостов и серверов была разработана программа Apache. Apache является свободным программным обеспечением, с помощью которого можно создать веб-сервер. Благодаря серверу Apache можно открывать динамические страницы формата PHP, распределять нагрузку на сервер и обеспечить его отказоустойчивость, а также потренироваться в написании скриптов.

Основным плюсом Apache является кроссплатформенность программного обеспечения. Иными словами, программа может поддерживать на разных операционных системах (Windows, Linux и т.д.).

Apache работает по следующему принципу: сервер настроен для работы через файлы конфигурации, в которые добавляются директивы для управления его поведением. В состоянии ожидания Apache прослушивает IP-адреса, указанные в его файле конфигурации (HTTPd.conf). Всякий раз, когда он получает запрос, он анализирует заголовки, применяет правила, указанные для него в файле Config, и принимает меры. Стоит отметить, что каждое соединение с сервером помещается в отдельный поток и проходит этапы. Несколько соединений невозможно обработать параллельно. Сервер обработает запрос от второго пользователя только тогда, когда будет обработан запрос от первого пользователя, а от третьего только тогда, когда будет обработан запрос от второго. Новое соединение не может начаться, пока предыдущая операция не завершится и не освободит поток. Предусмотрен и факт существования нескольких сайтов на одном сервере. В этом случае каждому сайту присваивается отдельное имя. Достигается это с помощью использования виртуальных хостов [2].

Стоит отметить, что Apache ограничен в своих функциях. Однако к серверу можно подключить различные модули для расширения функционала. Наиболее используемыми модулями для обеспечения информационной безопасности являются PageSpeed, Security и Spamhaus. Рассмотрим каждый из них наиболее подробно.

Модуль PageSpeed позволяет оптимизировать контент, то есть изменять размер данных, удалять из конфигураций пробелы, выполнять кэширование, тем самым ускоряя работу сайта. PageSpeed помогает справиться с SlowReadDoS. К таким атакам могут относиться Slowloris, RU-Dead-Yet, и медленное чтение. Slowloris характеризуется открытием большого количества соединений с веб-сервером, поддержанием их активности и, как следствие, замедляя отправку бесконечных заголовков. Сервер не закрывает соединения, поскольку запрос не завершен, и в конечном итоге он исчерпывает все ресурсы на сервере, блокируя законные запросы.

RU-Dead-Yet имеет похожий принцип работы, как и Slowloris, однако имеет принципиальную разницу. Вместо отправления бесконечных заголовков, отправляется бесконечное тело POST, который заставляет сервер поддерживать соединения открытыми. К медленному чтению можно отнести вышеупомянутые атаки. POST работает, объявляя об очень маленьком размере буфера приема клиента, вызывая большой ответ от сервера и занимая до нескольких минут, чтобы прочитать один ответ. Когда несколько таких подключений создаются одновременно, это может потреблять все ресурсы сервера и приводить к DoS.

Модуль Security принимает или отклоняет трафик на основе заданных правил, а также скрывает уязвимости сервера.

Модуль Spamhaus позволяет блокировать злоумышленников, сбрасывая запросы от IP адресов, находящихся в черном списке. Spamhaus фильтрует запросы на основе целого ряда различных критериев, а также позволяет настроить белый список адресатов. В большинстве случаев Spamhaus применяется для предотвращения Flood-атак. Целью flood-атак является вызов перерасхода ресурсов системы. Отказ в обслуживании наступает при потоке SYN Flood от 100 до 500 тыс. пакетов за секунду.

К достоинствам сервера Apache можно отнести масштабируемость, поддержка языков программирования, модульная структура, открытый код. К недостаткам можно отнести следующее – скорость работы падает при большом количестве посетителей сайта, взаимозависимость трафика и производительности.

Учитывая тенденции и статистику, мошенничество будет развиваться и приобретать новые направления. Борьба с этим видом преступности должна вестись всеми действующими лицами: разработчиками, владельцами магазинов приложений и, конечно же, самими пользователями. На помощь к разработчикам пришли серверы и бесплатные приложения с модулями, которые успешно помогают предотвращать информационные атаки.

Таким образом, обеспечение безопасности сайта является первостепенной задачей разработчиков сайта. Сервер Apache со встроенными модулями PageSpeed, Security и Spamhaus успешно проверены временем и помогают предотвратить вирусные атаки. Данный сервер является абсолютно бесплатным и имеет множество модулей и дополнений, которые могут быть успешно применены для обеспечения безопасности и поддержания работоспособности.

Список литературы

1. Право [Электронный ресурс]. М., 2021 URL: <https://pravo.ru/news/232676/>
2. 2domains [Электронный ресурс]. URL: <https://2domains.ru/support/vps-i-servery/shto-takoye-apache>
3. Баранова Е. К., Бабаиш А.К. Информационная безопасность и защита СПб.: Питер, 2021
4. Соболев А. С., Сенашов С. И. Обработка «больших данных» в телекоммуникационных компаниях // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. С. 3914.
5. Сыч О.С. Комплексная антивирусная защита локальной сети. - М.: финансы и статистика, 2006. 736 с.
6. Крат Ю.Г. Основы информационной безопасности. - Хабаровск: ДВГУПС, 2008. 112 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЭЛЕКТРОДЕПО МЕТРОПОЛИТЕНА В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА

Лосева А.В.

Российский университет транспорта РУТ (МИИТ)

e-mail: isosceles.rectangular@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности проектирования и строительства электродепо метрополитена с учетом современных тенденций развития транспортного комплекса мегаполиса. Охарактеризованы особенности, связанные с обоснованием необходимости строительства электродепо, с выбором конкретных приемов строительства и технологических решений в стесненных условиях. Проанализированы экологические аспекты строительства электродепо и аспекты обеспечения эффективной гражданской обороны.

Ключевые слова: проектирование, строительство, реконструкция, транспортная инфраструктура, электродепо метрополитена, технологический процесс.

FEATURES OF THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE ELECTRIC SUBWAY IN THE CONDITIONS OF A MEGALOPOLIS

Abstract. The features of the design and construction of the electric subway taking into account the current trends in the development of the transport complex of the metropolis are considered. The features associated with the justification of the need to build an electric depot, with the choice of specific construction techniques and technological solutions in cramped conditions are characterized. The ecological aspects of electric depot construction and aspects of ensuring effective civil defense are analyzed.

Keywords: design, construction, reconstruction, transport infrastructure, electric subway, technological process.

За прошедшие 12 лет протяженность линий метрополитена выросла в два раза. В 2020-2023 г.г. запланировано построить 105 километров линий и открыть 44 новые станции. Предполагается, что к концу 2022 года будут построены все участки Большой кольцевой линии.

С увеличением пассажиропотока и километража железнодорожного пути на обслуживание линий требуется большее количество подвижного состава, соответственно, возрастает нагрузка на электродепо.

На данный момент, производственный процесс существующих 20 электродепо не позволяет расширить количество обслуживаемых составов, так как это может повлечь за собой перегрузку технологического оборудования, недо-

статок канав и нехватку персонала. Поэтому для дальнейшего развития транспортного комплекса было принято решение подвергнуть реконструкции часть существующих электродепо и построить новые. Соответствующая нормативная документация регламентирует особенности процессов проектирования, строительства и реконструкции (например, [1–4]).

Для строительства новых электродепо, как правило, выбираются открытые пространства большой площади поодаль от густонаселенных мест. Так, например, электродепо «Солнцево», открытое в 2018 году занимает 26,3 га, а электродепо «Руднево», запущенное в эксплуатацию в 2020, чуть менее – 20,7 га. Однако, для оперативного обслуживания Большой кольцевой линии требуется сооружение новых электродепо на территории города Москвы.

При сооружении электродепо на территории Москвы следует учитывать факторы, осложняющие строительство. В первую очередь, это стесненная городская застройка и густая сеть уже существующих подземных коммуникаций, которые в значительной мере ограничивают и требуют нестандартных инженерных решений.

Проектирование таких электродепо начинается со строго определенного месторасположения портала – места выхода электроподвижного состава на поверхность электродепо. В связи тем, что на относительно небольшой площади, требуется поместить все основные здания и сооружения электродепо, для прокладки соединительных путей используются кривые наименьшего допустимого радиуса.

В электродепо производится технического обслуживание и ремонт подвижного состава. В новых электродепо внедряют дистанционные методы диагностики неисправностей, которые представляют собой комплекс специальных датчиков, оценивающих различные параметры поезда.

В новых электродепо предусматривается камера-мойка для наружной обмывки электроподвижного состава и мойки подвагонного оборудования.

Для плановой обточки колес электропоездов поездов устанавливаются специализированные станки. Рассматривается вопрос о возможности использования проходной системы обточки. Данное оборудование входит в состав отстойно-ремонтного корпуса, в котором расположены все основные производственные участки и около 30 мест ночного отстоя.

Для размещения персонала электродепо проектируется административно-бытовое здание, которое включает в себя комнаты отдыха для локомотивных бригад, столовую, медицинский пункт, тренажерный и актовый залы и т.д.

Для обеспечения работы моторно-рельсового транспорта каждое электродепо включает в себя мотодепо. Мотовозы включаются в состав хозяйственных поездов и необходимы для обеспечения транспортировки и других хозяйственных работ в ночное время во время снятия высокого напряжения.

Для укрытия наибольшей рабочей смены в случае чрезвычайных ситуаций нормативной базой РФ предусмотрено проектирование защитного сооружения. Как правило, это убежище 4 класса, заглубленное.

Дополнительно в каждом электродепо проектируется ряд вспомогательных зданий и инфраструктурных объектов (компрессорная станция, тягово-понижительная подстанция и другие).

В целях благоустройства территории и соответствия заданным экологическим параметрам, выделяются площади для рекреационной зоны.

Таким образом, для нормального функционирования современного электродепо на его территории проектируется около 45 различных зданий и сооружений.

Следует отметить, что при строительстве электродепо в настоящее время используются методы информационного моделирования с разработкой 3D-паспортов объектов [4, 5].

В рамках настоящей работы анализируется структура комплекса объектов, относящихся к проектируемому и строящемуся электродепо, и приводится характеристика технологических решений, связанных со проектированием электродепо. Приемы строительства электродепо в условиях мегаполиса и соответствующие технологические решения направлены на обеспечение эффективного и безопасного функционирования подвижного состава на различных участках метрополитена.

Список литературы

1. СП «Метрополитены». Актуализированная редакция (2-я редакция) СНиП 32-02-2003. 2012. (Электродепо. С. 91–108).
2. Федеральный закон от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
3. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 15.04.2016 №248/пр «О порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства».
4. ГОСТ Р 57311-2016. «Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершеного строительства».
5. *Дмитриев В.Н., Дружинина О.В., Локтев А.А., Шеронова Т.Н.* Разработка систем информационного моделирования для управления объектами инфраструктуры железнодорожного транспорта на протяжении жизненного цикла // Транспорт: наука, техника, управление. 2020. №108. С. 20–26.

Научное издание

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ,
СЛОЖНЫЕ СИСТЕМЫ:
МОДЕЛИРОВАНИЕ, УСТОЙЧИВОСТЬ,
СТАБИЛИЗАЦИЯ,
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Материалы VIII Международной
научно-практической конференции**

21-22 апреля 2022 г.

*Технический редактор – М.О. Мельников
Техническое исполнение – В.М. Гришин
Книга печатается в авторской редакции*

Формат 60 x 84 1/16. Гарнитура Times. Печать трафаретная.
Печ.л. 24,5 Уч.-изд.л. 24,3
Тираж 500 экз. (1-й завод 1-50 экз.). Заказ 59

Отпечатано с готового оригинал-макета на участке оперативной полиграфии
ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
399770, г. Елец, ул. Коммунаров, 28,1