

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ДНР

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДОННТУ)

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

# СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

ХIII МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

## ИНФОРМАТИКА, УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ - 2022 (ИУСМКМ-2022)

В РАМКАХ  
VIII МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО  
ФОРУМА ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
"ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ДОНБАССА"



25-26 МАЯ 2022 ГОДА

ДОНЕЦК - 2022



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ**

**ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**ИНФОРМАТИКА, УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ,  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
(ИУСМКМ-2022)**

**Материалы XIII Международной научно-технической конференции  
в рамках**

**VIII Международного Научного форума  
Донецкой Народной Республики**

**25-26 мая 2022 г.**

Научное издание

**ИНФОРМАТИКА, УПРАВЛЯЮЩИЕ  
СИСТЕМЫ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
(ИУСМКМ-2022)**

Материалы XIII Международной научно-технической конференции в  
рамках

VIII Международного Научного форума  
Донецкой Народной Республики

25-26 мая 2022 г.

Web-сайт конференции: <http://www.iuskm.donntu.ru>

УДК 004

Материалы XIII Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование» (ИУСМКМ-2022). – Донецк: ДОННТУ, 2022. – 512 с.

Рецензенты: Карабчевский В.В., к.т.н., доц., зав.каф. КМД; Павлыш В.Н., д.т.н., проф., зав.каф. ПМИИ; Завадская Т.В., к.т.н., доц., зам.директора ИКНТ; Зори С.А., д.т.н., доц., зав. каф. ПИ; Секирин А.И., к.т.н., доц., зав.каф. АСУ; Мальчева Р.В., к.т.н., доц., доц. каф. КИ, зам.директора по науке ИКНТ; Руденко М.П., к.т.н., доц.каф. КМД; Павлий В.А., к.т.н., доц. каф. КМД; Бельков Д.В., к.т.н., доц., доц. каф. ПМ; Григорьев А.В., к.т.н., доц., доц. каф. ПИ; Светличная В.А., к.т.н., доц., доц. каф. АСУ; Орлов Ю.К., к.т.н., доц., доц. каф. ПМИИ; Копытова О.М., к.ф.-м.н., доц., доц. каф. ПМИИ.

Сборник подготовлен по результатам XIII Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование», проведенной в рамках VIII Международного Научного форума Донецкой Народной Республики.

Организаторами конференции выступили Министерство образования и науки ДНР; ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (ДонНТУ) научно-образовательный институт компьютерных наук и технологий (ИКНТ), факультет информационных систем и технологий (ФИСТ), кафедра компьютерного моделирования и дизайна (КМД); Полоцкий государственный университет (Республика Беларусь, г. Полоцк), Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Институт информационных технологий (Республика Беларусь, г. Минск) и НИУ «Московский институт электронной техники» (Российская Федерация, г. Москва).

Материалы, вошедшие в сборник, представлены научно-педагогическими сотрудниками, аспирантами, магистрантами и студентами высших учебных заведений из России, Беларуси, и ДНР.

Рекомендовано к публикации на заседании Ученого совета  
факультета интеллектуальных систем и программирования.  
Протокол № 5 от «17» июня 2022 г.

Адрес оргкомитета:  
г. Донецк, ул. Кобозева, 17, Донецкий национальный технический университет, 4  
учебный корпус, ФКНТ, кафедра КМД, ком. 4.42.  
E-mail: [iusmkm@mail.ru](mailto:iusmkm@mail.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
<b>ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ</b> .....	11
<b>Методические основы графической подготовки компьютерных дизайнеров.</b> <i>Карабчевский В.В.</i> .....	12
<b>Нейросетевой подход к классификации данных телеметрической информации малых космических аппаратов.</b> <i>Скобцов В.Ю.</i> .....	18
<b>О некоторых технологических принципах организации дистанционного обучения IT.</b> <i>Жданович П.Б.</i> .....	25
<b>Факторный анализ данных в задаче диагностики рака молочной железы.</b> <i>Дубовская В.И., Брыжжина К.А.</i> .....	32
<b>СЕКЦИЯ №1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА</b> .....	33
<b>Мультифрактальный анализ микроструктуры поверхности.</b> <i>Луста В.М., Едемская Е.Н., Бельков Д.В.</i> .....	34
<b>Прогнозирование финансовых показателей.</b> <i>Анохина И.Ю., Лапина Е.В., Кобец А.А.</i> .....	39
<b>Разработка и верстка макета веб-сайта для распространения материалов и текстур.</b> <i>Коленко В.А., Зензеров В.И.</i> .....	44
<b>Краевые задачи для неоднородного уравнения Шрёдингера на квазимодельных римановых многообразиях.</b> <i>Рябошлыкова Д.К., Мазепа Е.А.</i> .....	49
<b>О некоторых условиях самосопряженности блочных якобиевых матриц.</b> <i>Будыка В.С.</i> .....	53
<b>Анализ современных средств разработки при создании пользовательских интерфейсов.</b> <i>Прокопенко Е.В., Калмыков Д.Е.</i> .....	56
<b>Технический аудит сайта.</b> <i>Прокопенко Е.В., Rogozin В.В.</i> .....	61
<b>Применение платформы DEDUCTOR STUDIO для обработки и восстановления результатов измерения данных.</b> <i>Прокопенко Е.В., Букша Д.Р.</i> .....	65
<b>Разработка web-сайта для изучения дисциплины "Математический анализ".</b> <i>Прокопенко Е.В., Ваденин С.В.</i> .....	70
<b>Применение методики факторного анализа для исследования административно-хозяйственной деятельности предприятий.</b> <i>Кушнир Е.С., Тарабаева И.В.</i> .....	73
<b>О способах вывода, неоднозначности интегральных соотношений между спиновыми и зарядовыми плотностями и о следствиях из них.</b> <i>Климко Г.Т.</i> .....	78
<b>Решения задачи о лучшем выборе.</b> <i>Климко Г.Т.</i> .....	79
<b>Выбор оптимальной разностной схемы в одной задаче управления.</b> <i>Клово А.Г., Куповых Г.В.</i> .....	84
<b>О моноидах натуральных чисел.</b> <i>Добровольский Н. Н., Добровольский М. Н., Добровольский Н. М., Кожухов И. Б., Реброва И. Ю.</i> .....	88
<b>Неприводимые системы образующих частичных полигонов и их квадратов.</b> <i>Третьяк И.Д.</i> .....	91

<b>СЕКЦИЯ №2 ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ</b> .....	94
<b>Разработка мобильного приложения для контроля выполнения задач специалистами.</b> <i>Ткаченко И.С., Зори С.А.</i> .....	95
<b>Разработка программного приложения для обмена сообщениями «Мессенджер».</b> <i>Баляба Я.В., Рычка О.В.</i> .....	100
<b>Разработка приложения подбора оптимальных авиарейсов.</b> <i>Зинатулин А.В., Рудь Я.А., Незамова Л.В.</i> .....	105
<b>Типы и особенности алгоритмов синтаксических анализаторов.</b> <i>Стальнов А.Д., Боднар А.</i> .....	110
<b>Интеллект-карты как эффективный метод визуализации мышления и структурирования информации.</b> <i>Сырых А.С., Боднар А.В.</i> .....	114
<b>Статистический анализ данных в системах оценки медиа.</b> <i>Полятыкин А.С., Федяев О.И.</i> .....	119
<b>Теоретический анализ «опасных» функции системы Android.</b> <i>Боровиков А.И., Боднар А.В.</i> .....	125
<b>Разработка мобильной 3d-игры в межплатформенной среде UNITY.</b> <i>Андреева А.Э., Боднар А.В.</i> .....	129
<b>Интеллектуальная надстройка над САПР вычислительной техники Vivado.</b> <i>Григорьев А.В., Грищенко Д.А., Хвищук А.Ю.</i> .....	132
<b>Методы построения методик проектирования в интеллектуальных САПР трубопроводов.</b> <i>Григорьев А.В., Морозова О.В., Жусупов М.В., Авраимов В.С.</i> .....	138
<b>Обзор инструментов выявления семантики алгоритмов в языках программирования.</b> <i>Воробьев Л.О., Григорьев А.В.</i> .....	144
<b>Программная реализация метода определения тональности текста на примере новостных сообщений</b> <i>Бердюкова С.С., Коломойцева И.А.</i> .....	150
<b>Применение тезауруса для расширения запроса информационно-поисковой системы на примере предметной области «Программирование».</b> <i>Коломойцева И.А.</i> .....	155
<b>Использование интернета вещей (IoT) в сельском хозяйстве</b> <i>Е.С.Бондаренко, А.В.Боднар</i> .....	160
<b>Влияние цифровой экономики на киберпреступность</b> <i>В. В. Бондаренко</i> .....	165
<b>СЕКЦИЯ №3 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ</b> .....	166
<b>Использование нечеткой логики в системе поддержки принятия решений для страховых компаний.</b> <i>Грянова Д.В., Савкова Е.О.</i> .....	167
<b>Экспериментальное изучение обучающих возможностей библиотеки OpenCV на примере задачи распознавания эмоций.</b> <i>Теплова О.Вл., Теплова О.В.</i> .....	173
<b>Исследование методов детекции и классификации объектов при анализе изображений чеков.</b> <i>Ломакин Е.С., Мартыненко Т.В.</i> .....	177
<b>Разработка архитектуры автоматизированной системы анализа изображений чеков для учета финансовых средств потребителя.</b> <i>Ломакин Е.С., Мартыненко Т.В.</i> .....	183

<b>Теоретический анализ подходов к разработке автоматизированной информационной системы «Кулинарная книга».</b> <i>Близниченко Н.Э., Боднар А.В.</i> .....	188
<b>Управление XML-данными в автоматизированных системах педагогического тестирования.</b> <i>Жданович П.Б., Тарасенко И.О.</i> .....	191
<b>Экстраполяционные методы прогнозирования закупочных цен лекарств в условиях аптечной сети.</b> <i>Андриевская А.В., Светличная В.А.</i> .....	195
<b>Структурно-функциональная модель процесса анализа рекламаций.</b> <i>Вовченко В.О., Светличная В.А.</i> .....	202
<b>Анализ использования современных информационно-управляющих систем в задачах обеспечения эффективности поставок тепловой энергии потребителям.</b> <i>Путилина Д.И., Поляков А.И.</i> .....	208
<b>Проблемы разработки и внедрения цифровых платформ для дистанционного обучения в условиях вуза.</b> <i>Мариничев И.И., Афанасьев А.В. Землянская С.Ю.</i> .....	212
<b>Разработка векторных представлений слов для нейросетевой языковой модели</b> <i>Золушкин Ю.А., Васяева Т.А., Мартыненко Т.В., Шуватова Е.А.</i> .....	219
<b>Разработка алгоритмов реализации элементов адаптивного обучения в техническом вузе</b> <i>Кунцевич О.Ю.</i> .....	224
<b>Automated video surveillance system using neural networks for object recognition</b> <i>Pribytko P.D., Shvedova O.A.</i> .....	228
<b>СЕКЦИЯ №4 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ</b> .....	232
<b>Усовершенствование прототипа симуляции распространения эпидемии вируса.</b> <i>Бездетный Н. А., Зори С. А.</i> .....	233
<b>Математическая модель распространения планктона с учетом влияния генотипа.</b> <i>Таран А.Е., Ляпунова И.А.</i> .....	238
<b>Практическая программа адаптивного интегрирования быстро меняющихся функций с использованием расширения Лобатто-Кронрода седьмого порядка.</b> <i>Маглеванный И.И., Карякина Т.И., Полях Н.Ф.</i> .....	241
<b>Анализ гидрологической безопасности северной части Волго-Ахтубинской поймы методами гидродинамического и геоинформационного моделирования.</b> <i>Васильченко А.А., Воронин А.А.</i> .....	246
<b>Пакетная обработка и визуализация результатов компьютерного моделирования средствами программы PARAVIEW.</b> <i>Дубовцов И.С., Бутенко М.А., Кузьмин Н.М.</i> .....	250
<b>Построение неориентированного графа с низким коэффициентом непрямолинейности.</b> <i>Хижнякова Е.В.</i> .....	255
<b>Ресурсосбережение и повышение надежности резервуаров за счет изменения конструктивных параметров резервуара.</b> <i>Абдуллин Н. А., Фомина В. А.</i> .....	259
<b>Оценка напряженно-деформированного состояния сопряжения стенки и днища резервуара в виде углового проката.</b> <i>Семькина Д.В.</i> .....	262
<b>Имитационная модель системы подготовки питательной среды.</b> <i>Мандриченко В.Н., Павленко Л.В., Ошовский В.В.</i> .....	266
<b>Информационная подсистема оптимизации маршрутов грузоперевозок.</b> <i>Соболев Э. В. Привалов М. В.</i> .....	271

<b>Расширение функциональных возможностей подсистем моделирования и инжиниринга в современных САПР</b>	
<i>Д. Н. Чернышов, А.В. Боднар</i> .....	276
<b>СЕКЦИЯ №5 КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА И ДИЗАЙН</b> .....	279
<b>Подбор цветового решения для дизайна игры на основе психофизиологического восприятия цвета детьми дошкольного возраста.</b>	
<i>Павлова В.Л., Белоусова Я.С., Харитонова В.В</i> .....	280
<b>Сравнительный анализ некоторых параметров ADOBE ANIMATE и ADOBE AFTER EFFECTS на примере создания анимационного ролика для приложения «NIDLINK».</b>	
<i>Пятикопова А.В., Харитонова В.В</i> .....	284
<b>Среда разработки UNITY как средство разработки игр в жанре 2D-платформер.</b>	
<i>Струченкова Я.В., Киселёва О.В</i> .....	289
<b>Изучение статистики визуального контента сайта по его SEO показателям.</b>	
<i>Климко Г.Т., Юрьева А.Ю</i> .....	294
<b>Этапы создания концепт-арта персонажа для буктрейлера «Мифы и легенды Беларуси».</b>	
<i>Жадько А.В., Харитонова В.В</i> .....	299
<b>Разработка прототипа компьютерной игры «Катарсис» в жанре adventure.</b>	
<i>Воливоц Ю.С., Бабакина А.А., Киселева О.В</i> .....	303
<b>Особенности разработки приложения на IOS и ANDROID с точки зрения дизайна.</b>	
<i>Бородулина С.Ю., Харитонова В.В</i> .....	308
<b>Разработка обучающей игры «Мир животных» на платформе UNITY.</b>	
<i>Минакова В.С., Киселёва О.В</i> .....	311
<b>Разработка обучающего приложения для детей с расстройством аутистического спектра.</b>	
<i>Пасько М.С., Руденко М.П</i> .....	316
<b>Разработка боевой системы игры в жанре RPG «Поставьте три» на базе платформы Unity.</b>	
<i>Сноведская М.В., Киселева О.В</i> .....	320
<b>Разработка многофункционального веб-сервиса для фитнес-тренировок.</b>	
<i>Звягинцев Д.Е., Руденко М.П</i> .....	325
<b>Этапы и основные принципы разработки мобильной игры в жанре «Платформер».</b>	
<i>Брегеда А.В., Павлий В.А</i> .....	330
<b>Разработка приложения для создания дизайна интерьеров с использованием законов эргономики.</b>	
<i>Белик Л.Т., Руденко М.П</i> .....	335
<b>Разработка дизайна web-сайта для дзюдоистов в FIGMA.</b>	
<i>Тертичная Е.Р., Павлий В.А</i> .....	338
<b>Разработка приложения для создания анимации логотипа.</b>	
<i>Владимирова В.А., Руденко М.П</i> .....	342
<b>Разработка приложения для чтения книг для ОС ANDROID с использованием инклюзивного дизайна для детей, страдающих расстройством аутистического спектра.</b>	
<i>Сафронова Э.А., Бабакина А.А., Руденко М.П</i> .....	345
<b>Использование эффект параллакса на сайте.</b>	
<i>Чопенко В. В., Павлий В.А</i> .....	350
<b>Педагогический дизайн как средство повышения эффективности организации учебного процесса.</b>	
<i>Закамаркина Е.А, Губенко Н.Е</i> .....	353
<b>Обзор компьютерных игр в жанре хоррор.</b>	
<i>Буцхрикидзе А.Н, Бабакина А.А</i> .....	357

<b>Методы digital-коммуникации в условиях новой реальности.</b>	
<i>Шепеленко Н.С., Орехова Л.Г., Руденко М.П.</i> .....	362
<b>Особенности создания современных 3д роликов на примере рекламного ролика для игры Kingdom.</b>	
<i>Егорова В.С., Харитонова В.В.</i> .....	365
<b>Создание концепта игровых персонажей.</b>	
<i>Пафнутьева С.С., Карабчевский В.В.</i> .....	370
<b>Методы адаптации обучаемых в условиях обязательного режима дистанционного образования.</b>	
<i>Казакова А.С.</i> .....	374
<b>СЕКЦИЯ №6 КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ</b> .....	379
<b>Анализ метода отказоустойчивой интеграции абстрактных оценок датчиков с использованием декомпозиции с несколькими решениями.</b>	
<i>Иваница С.В., Иванников Д.Д.</i> .....	380
<b>Анализ требований к программному обеспечению для инженерно-геологических изысканий.</b>	
<i>Личман А.А. Чередникова О.Ю.</i> .....	384
<b>Исследование рекомендуемых характеристик ПК для обеспечения эффективной работы системы выбора комплектации компьютерных классов учебного заведения.</b>	
<i>Дорожко Л.И., Ткаченко С. А., Максименко Н. С.</i> .....	389
<b>Принятие решения по организации защиты информации на объектах информатизации.</b>	
<i>Ягнина О. А., Щербов И. Л., Якушина А. Е.</i> .....	390
<b>Процедура формирования грамматики для описания спектрограмм технических каналов утечки информации.</b>	
<i>Третьяков И.А.</i> .....	391
<b>Анализ особенностей функционирования и развития объектов и процессов компьютерной сети банка.</b>	
<i>Терещенко К.А., Мальчева Р.В.</i> .....	392
<b>Проблема балансировки нагрузки при организации распределенных сетевых ресурсов в вузе</b>	
<i>Парамонов А.И., Марков А.Н., Северин К.М.</i> .....	396
<b>СЕКЦИЯ №7 СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА</b> .....	400
<b>Цифровая интеллектуально-духовная эмоциональная трансформация человека – психоэмоциональный аспект.</b>	
<i>Изосимова С.А., Пигуз В.Н., Ивашко К.С.</i> .....	401
<b>Анализ Android-разработки с использованием Jetpack Compose.</b>	
<i>Крысанов Е. С., Бондаренко А. О., Бершадская О. А., Волков А. С, Бычкова Е. В.</i> .....	407
<b>Разработка технического предложения мобильной игры в жанре «симулятор» на платформе UNITY.</b>	
<i>Рубанов Д.Г., Едемская Е.Н.</i> .....	411
<b>Модели диагностического состояния пациентов на основе данных микроволновой радиотермометрии.</b>	
<i>Попов И.Е.</i> .....	416
<b>Анализ существующих программных средств для оптимальной загрузки транспортного средства.</b>	
<i>Черников Н.И., Бычкова Е.В., Семёнова А.П.</i> .....	419
<b>Анализ Unity-разработки с использованием C# и IDE unity.</b>	
<i>Гришин А. В., Бычкова Е. В.</i> .....	424
<b>Разработка системы реализации логических выводов.</b>	
<i>Оверчук И.Д., Чередникова О.Ю.</i> .....	427

<b>Основные инструменты анализа и визуализации данных в PYTHON.</b>	
<i>Бондаренко А.О., Бершадская О.А., Крысанов Е.С., Семёнова А.П.</i> .....	432
<b>Распознавание текстовых изображений при помощи нейронных сетей.</b>	
<i>Бершадская О.А., Семёнова А.П.</i> .....	437
<b>Анализ методов распознавания эмоций по фотоизображениям</b>	
<i>Семёнова А.П., Белинская М.А., Павлыш В.Н.</i> .....	442
<b>Программный модуль управления в системе обучения дисциплины «Алгоритмы и структуры данных».</b>	
<i>Седиков В.Р., Ольшевский А.И.</i> .....	443
<b>Повышение полноты и сбалансированности данных, используемых при диагностике рака молочной железы, методами машинного обучения.</b>	
<i>Резникова А.С., Попов И.Е.</i> .....	448
<b>Методы автоматизированной классификации статей с применением нейронных сетей.</b>	
<i>Коваленко А. А., Привалов М. В.</i> .....	453
<b>Анализ задач коммивояжера на примере метода ветвей и границ.</b>	
<i>Бирючков О.Г., Гудаев О.А.</i> .....	458
<b>Выбор современных средств для разработки мобильных приложений.</b>	
<i>Азаров Д.Б., Сердюк Е.П., Ефименко К.Н.</i> .....	463
<b>Выбор современных средств и методов для разработки web-сайта.</b>	
<i>Сердюк Е.П., Азаров Д.Б., Ефименко К.Н.</i> .....	468
<b>Использование алгоритма муравьиных колоний для решения задачи маршрутизации транспортных средств.</b>	
<i>Родь А.С, Едемская Е.Н.</i> .....	473
<b>Применение принципов SOLID при разработке приложений на C#.</b>	
<i>Титарчук В.Я., Маслова Е.А.</i> .....	479
<b>Подсистема биллинга с применением интеллектуальных методов идентификации транспортных средств.</b>	
<i>Попов И.Ю., Привалов М.В.</i> .....	484
<b>СЕКЦИЯ №8 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ</b> .....	489
<b>Математические модели и методы решения краевых задач в металлургии.</b>	
<i>Лёвкина А.В., Радевич Е.В.</i> .....	490
<b>Оптимальные и устойчивые методы безусловной оптимизации.</b>	
<i>Токмаков А.М., Радевич Е.В.</i> .....	496
<b>Создание программы для участия в соревновании «Лабиринт».</b>	
<i>Тювикова И.М., Елисеев В.И.</i> .....	501
<b>Разработки программного приложения планирования производства.</b>	
<i>Таратута М.А., Орлов Ю.К.</i> .....	504
<b>Преобразования словесного описания симптоматики болезней в числовой вид.</b>	
<i>Кравцов Д.Г. Орлов Ю.К.</i> .....	509

# **ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ**

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ДИЗАЙНЕРОВ

Карбачевский В.В.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна

E-mail: [karabchevski@mail.ru](mailto:karabchevski@mail.ru)

### ПРЕЗЕНТАЦИЯ ДОКЛАДА

## Графическая подготовка для IT направлений

- |   |  |
|---|--|
| • До 1995   | • 1995-2000  |
| 1. Инженерная графика                             | 1. Инженерная графика  |
| 2. Диалоговые системы и машинная графика (для ПО) | 2. Графическое и геометрическое моделирование и интерактивные системы (для ПО) |

### Учебник-2001

Мультиязычный электронный учебник - Microsoft Internet Explorer

Файл Сервис Вид Избранное Сервис Справка

С:\WINDOWS\Favorites\студ2\учебн #1\FPO 1\_3\аэрограф.htm

в частных случаях

- Углы и расстояния между прямой и плоскостью в частных случаях
- Углы и расстояния между двумя плоскостями в частных случаях

3. Преобразования чертежа. Решение метрических задач.

- Общие положения
- Замена плоскостей проекции.
- Примеры:
- Вращение вокруг линии уровня.
- Примеры:
- Плоскопараллельное перемещение.
- Примеры:

4. Поверхности

5. Сечения

6. Развертки

7. Пересечение поверхностей прямой. Взаимное пересечение поверхностей

8. АвтоCAD:

9. Общие положения

Вращением вокруг горизонтали можно также решить задачу на нахождение натуральной величины треугольного отсека, как показано на следующем рисунке и на анимационном слайде.

рисунок 3.3.2

Для просмотра слайда - щелчок в области изображения или кнопка

на панели проигрывателя.

**Преобразования чертежа. Решение метрических задач**  
Натуральная величина треугольника методом замены плоскостей проекций

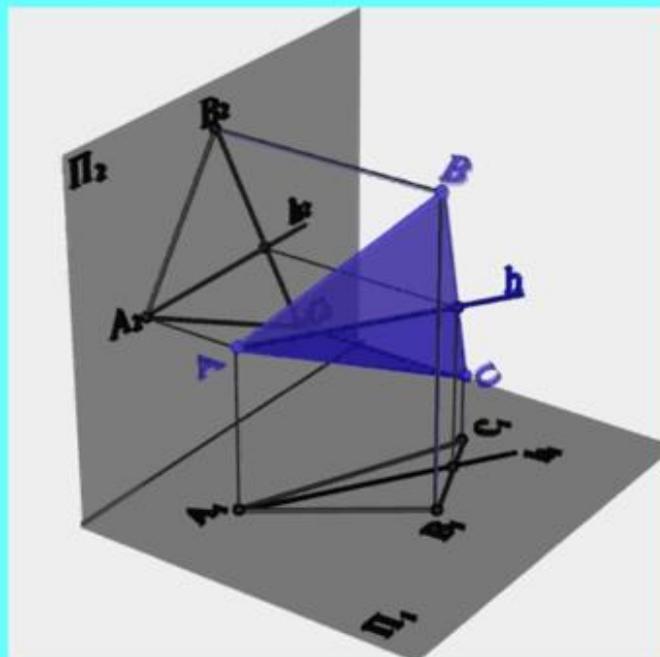
**Задача:**  
методом замены плоскостей проекций найти натуральную величину треугольника ABC, заданного проекциями на горизонтальную и фронтальную плоскости.

- [Начало](#)
- [Шаг 1](#)
- [Шаг 2](#)
- [Шаг 3](#)
- [Шаг 4](#)
- [Шаг 5](#)

Сделанная замена обеспечивает преобразование треугольника на новую плоскость в натуральную величину:

- от оси  $x_{12}$  на соответствующих вспомогательных плоскостях откладываем отрезки, равные расстояниям проекций вершин треугольника  $A_1, B_1$  и  $C_1$  до оси при помощи команды копирования COPY, а затем поворота каждой ROTATE на угол, необходимый совпадению копированного отрезка с вспомогательной прямой (используем прищипку!);
- полученные точки соединим прямыми командами и получим новую проекцию треугольника ABC -  $A_2B_2C_2$ , которая отражает треугольник ABC в натуральную величину.

## Вращение вокруг линии уровня



## Графическая подготовка для IT направлений

- 2000-2010
  - 1. Инженерная и компьютерная графика
  - 2. Графическое и геометрическое моделирование (для ПО и ПКД)
- 2011 для ПИ и КН
  - 1. Компьютерная графика
  - 2. Архитектура и проектирование графических систем (для ПИ) или Графическое и геометрическое моделирование (для ПКД, дизайн)

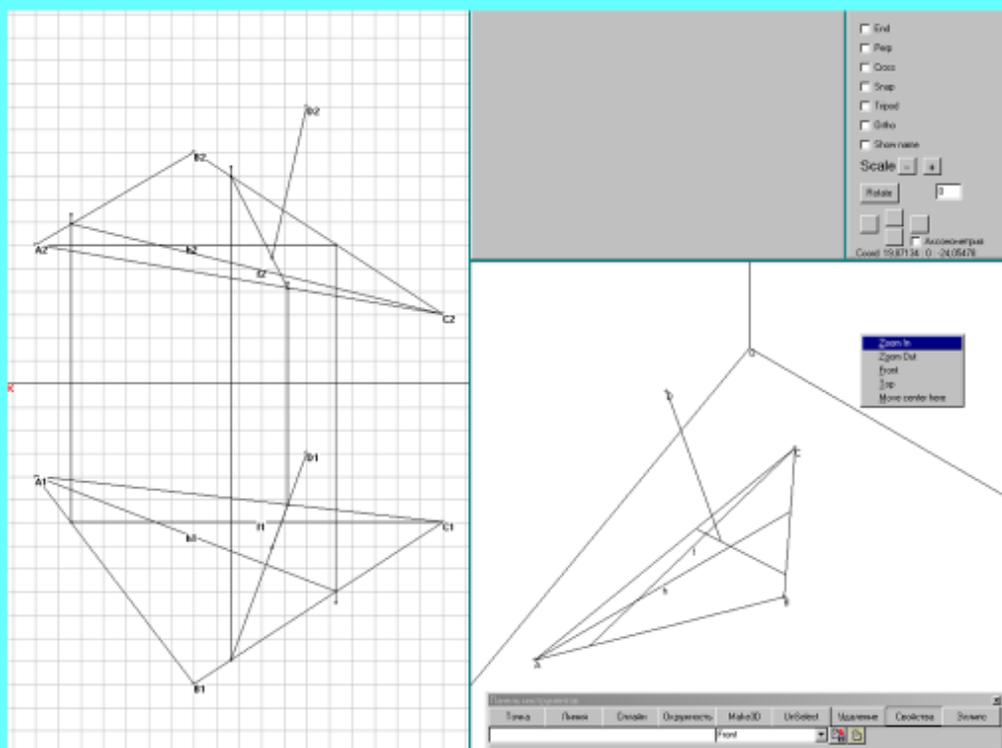
## Графическая подготовка компьютерных дизайнеров 2015-2022 (ИСТ)

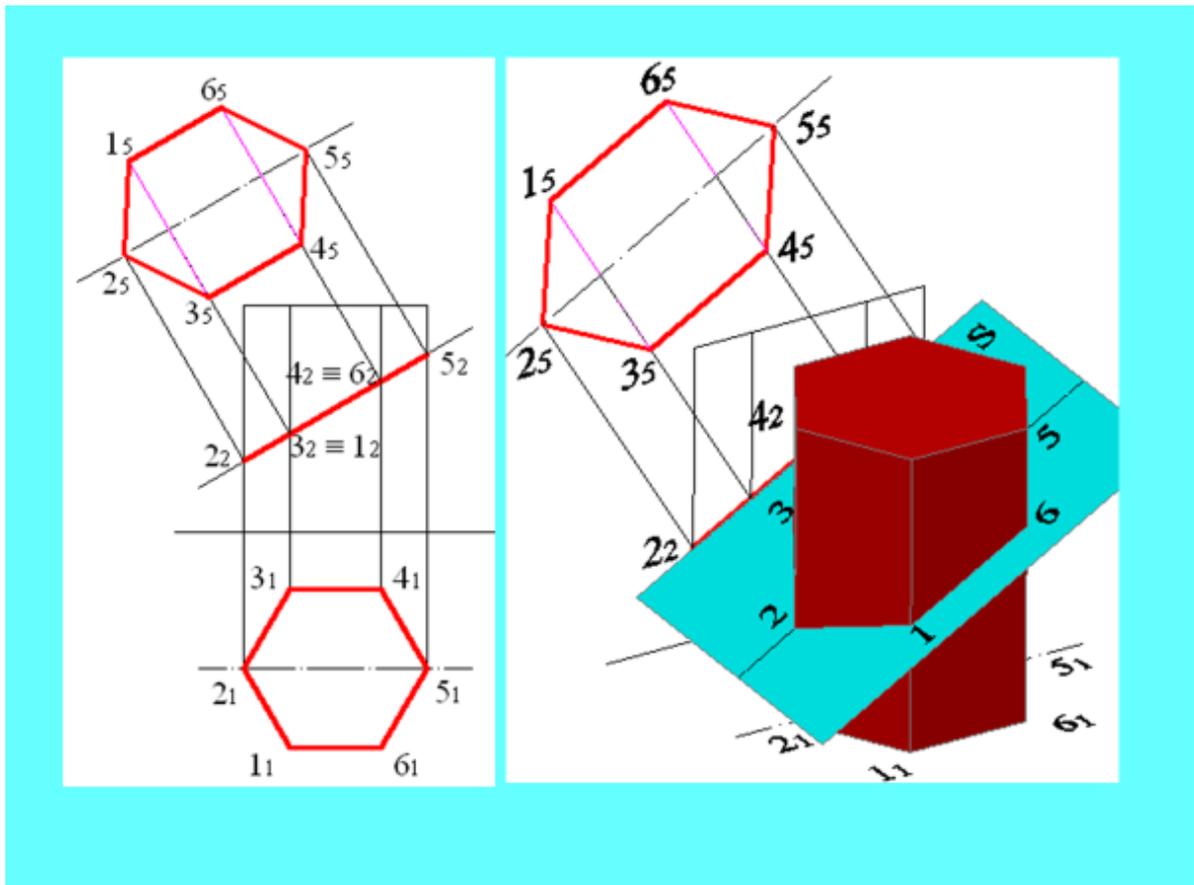
1. Компьютерная графика
2. Введение в специальность
3. Основы компьютерного дизайна
4. Графическое и геометрическое моделирование
5. Трехмерное моделирование и анимация
6. Web-технологии и web-дизайн
7. Графический дизайн
8. Разработка компьютерных игр
9. Компьютерная графика и реклама
10. Компьютерные технологии ландшафтного дизайна.

## Графическая подготовка компьютерных дизайнеров 2015-2022 (МКН)

1. Теоретические основы дизайна
2. Основы компьютерного дизайна
3. Компьютерная графика
4. Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование
5. Промышленный дизайн
6. Web-технологии и web-дизайн
7. Разработка компьютерных игр
8. Дизайн рекламных обращений
9. Математический дизайн.

### Система PrPaint





Карабчевский Виталий Владиславович,



к.т.н., доцент кафедры  
Прикладной математики и информатики.  
Специалист в области компьютерной  
графики и геометрического  
моделирования.

В книге рассматриваются компьютерные технологии решения базовых геометрических задач, таких, как прямоугольные проекции основных геометрических фигур, взаимное положение геометрических фигур, преобразование комплексного чертежа, многогранники и кривые поверхности, пересечения поверхностей плоскостью и прямой линией, развертки поверхностей, взаимное пересечение поверхностей. Описано применение методов начертательной геометрии при работе с моделями геометрических фигур на комплексном чертеже, приводятся рекомендации по созданию трехмерных моделей и использованию средств твердотельного моделирования для решения задач. Для выполнения упражнений предусмотрено использование системы AutoCAD.

Для студентов направлений подготовки «Программная инженерия» и «Компьютерные науки».

Донецкий национальный технический университет (Украина, г. Донецк,)



ДонНТУ

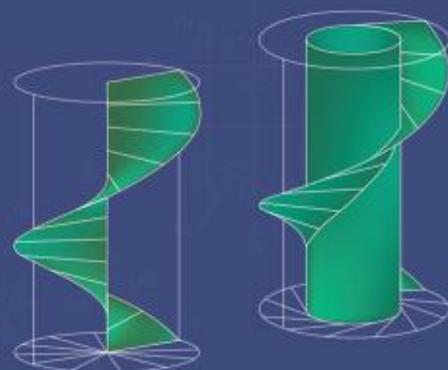
Методы компьютерной геометрии

В. В. Карабчевский

Серия «Компьютерные науки и технологии»

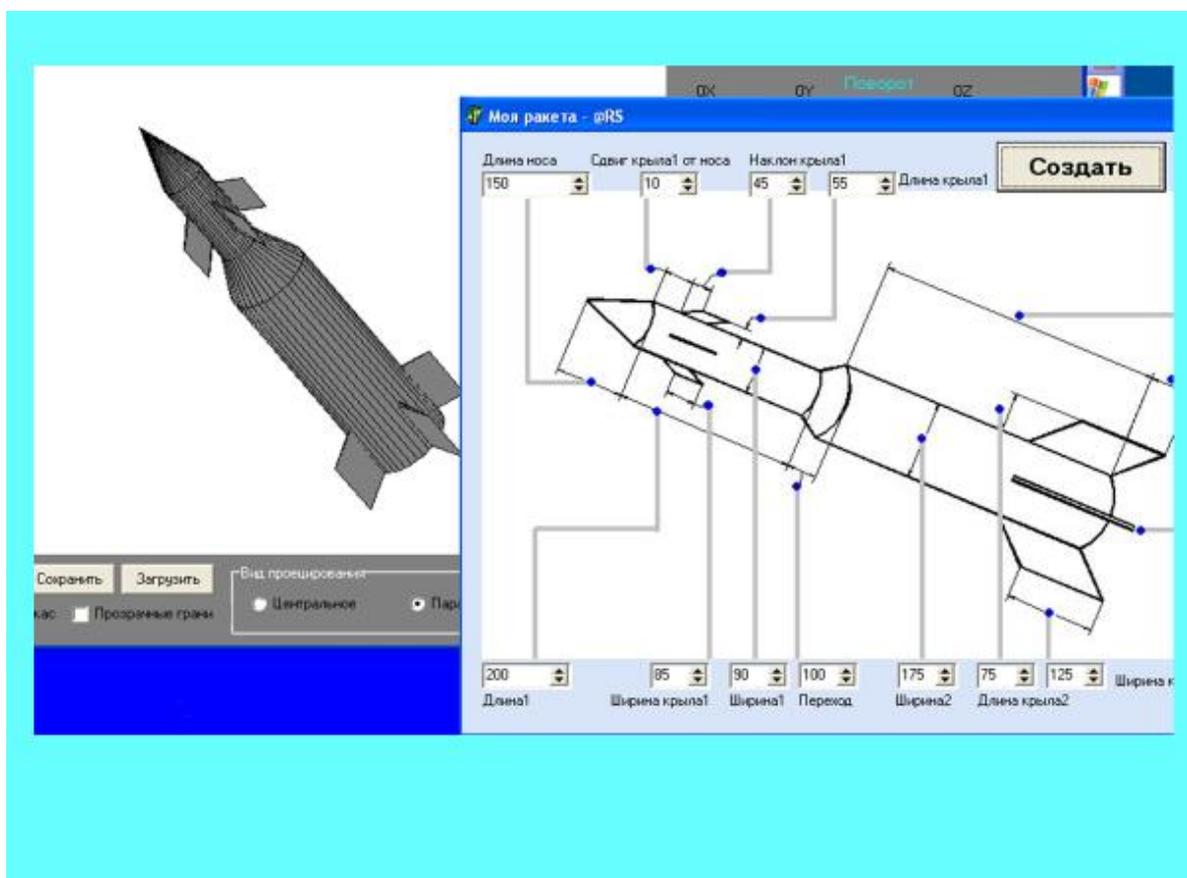
В. В. Карабчевский

Методы компьютерной геометрии



ДонНТУ

Такое содержание курса компьютерной графики служит основой для изучения методов и алгоритмов геометрического моделирования и визуализации трехмерных моделей, которые изучаются в курсах «Архитектура и проектирование графических систем» (ПИ), «Геометрическое моделирование, Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование» (ИСТ, МКН) . При изучении этих дисциплин студенты выполняют курсовой проект, стандартное задание состоит в разработке графического редактора для создания и визуализации параметризованных моделей заданного вида.



## НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД К КЛАССИФИКАЦИИ ДАННЫХ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Скобцов В.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси

E-mail: [vasko\\_vasko@mail.ru](mailto:vasko_vasko@mail.ru)

### ПРЕЗЕНТАЦИЯ ДОКЛАДА

#### Методы анализа данных и машинного обучения в анализе данных телеметрической информации и надежности БА МКА

- Данные функционирования высокотехнологичных информационных и инженерных систем, таких как МКА, на сегодняшний день по своим объемам и принципам работы с ними относятся к категории Big Data.
- Для решения задач анализа таких данных эффективным является разработка и применение методов и моделей машинного обучения с целью извлечения из них полезной информации и последующего построения с их использованием кластерно-классификационных и прогностических моделей для определения технического состояния МКА и принятия корректных управляющих и эксплуатационных решений МКА.

#### Система ДЗЗ



2

#### Комплекс методик и программных средств анализа надежности и живучести, данных телеметрии бортовой аппаратуры малых космических аппаратов

В процессе работы по двум партнерским проектам ОИПИ НАН Беларуси (Минск, РБ) и Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН, Санкт-Петербург, РФ и) в рамках программы Союзного государства «Мониторинг-СГ» был разработан экспериментальный образец комплекса методик и программных средств анализа данных телеметрии, надежности и живучести бортовой аппаратуры (БА) малых космических аппаратов (МКА).

4

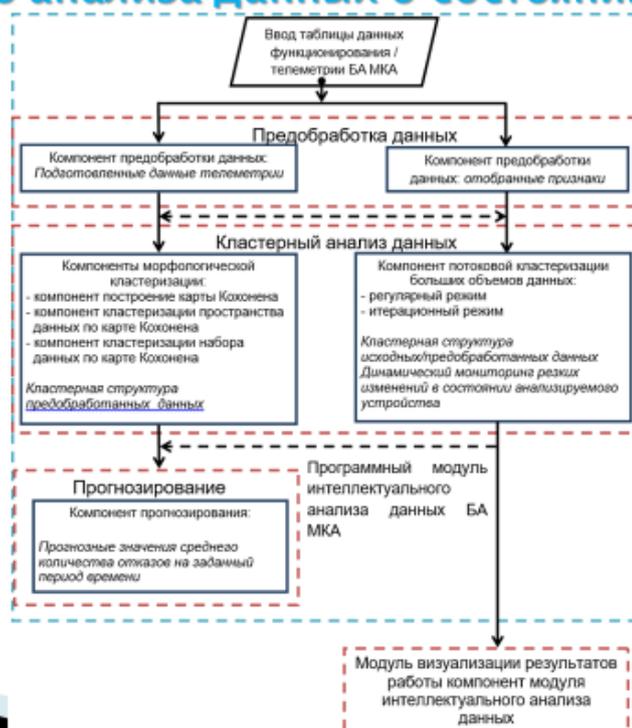
## Основные принципы обучения нейронных сетей

- Сеть обучается, чтобы для некоторого множества входов давать требуемое (или, по крайней мере, сообразное с ним) множество выходов. В процессе обучения веса сети постепенно становятся такими, чтобы каждый входной вектор вырабатывал требуемый выходной вектор. Различают алгоритмы обучения с учителем и без учителя.
- **Обучение с учителем** предполагает, что для множества входных векторов существует множество целевых (эталонных) векторов. Векторы обучающего множества предъявляются последовательно, вычисляются ошибки, и веса подстраиваются для каждого вектора до тех пор, пока ошибка по всему обучающему массиву не достигнет приемлемо низкого уровня.
- **Обучение без учителя** не нуждается в целевом векторе для выходов и, следовательно, не требует сравнения с predetermined идеальными ответами. Обучающее множество состоит лишь из входных векторов. Обучающий алгоритм подстраивает веса сети так, чтобы получались согласованные выходные векторы, т. е. чтобы предъявление достаточно близких входных векторов давало одинаковые выходы.

5

## Методика и программный модуль интеллектуального анализа данных о состоянии МКА

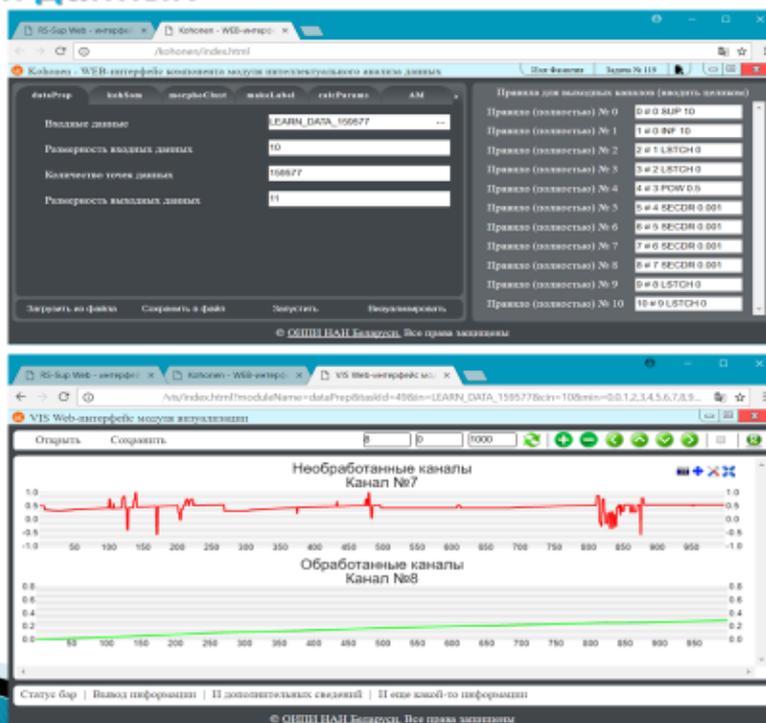
1. Skobtsov V.Yu., Arhipov V.I. Neural network analysis of telemetry data of on-board equipment of spacecraft. // Space Engineering and Technology, RSC Energia, 2021, No3(34), pp.111-124. DOI 10.33950/spacetech-2308-7625-2021-3-111-124.
2. V.Skobtsov, N.Novoselova, V.Arhipov, S.Potryasaev. Intelligent Telemetry Data Analysis of Small Satellites // In: Silhavy R., Senkerik R., Kominkova Oplatkova Z., Prokopova Z., Silhavy P. (eds) Cybernetics and Mathematics Applications in Intelligent Systems. CSOC 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing - Springer International Publishing Switzerland. – Vol.574, 2017. - P.351-361.



6

## Программный модуль интеллектуального анализа данных о состоянии БА МКА, подкомпонент предобработки данных

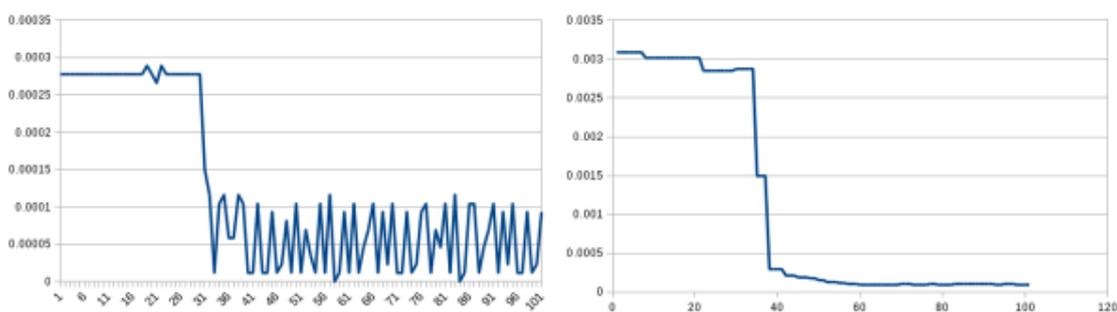
- последнее ненулевое изменение (LSTCH);
- сглаженное фильтром Баттворта 1-го порядка абсолютное значение второй производной сигнала (SECDR);
- возведение в степень (POW);
- среднее значение по набору нескольких локальных минимумов приращений исходных данных (INF);
- среднее значение по набору нескольких локальных максимумов приращений исходных данных (SUP)



7

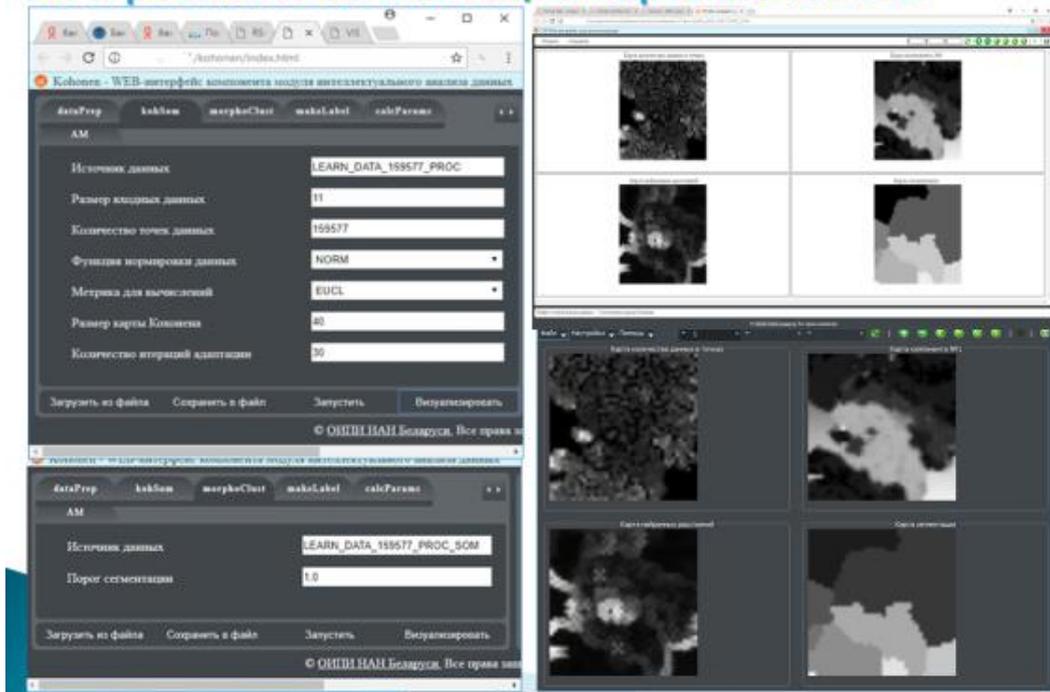
## Предобработка данных

С одной стороны выполняется сглаживание шумов, с другой стороны усиление и стабилизация переходов, свидетельствующих об изменении состояния системы.



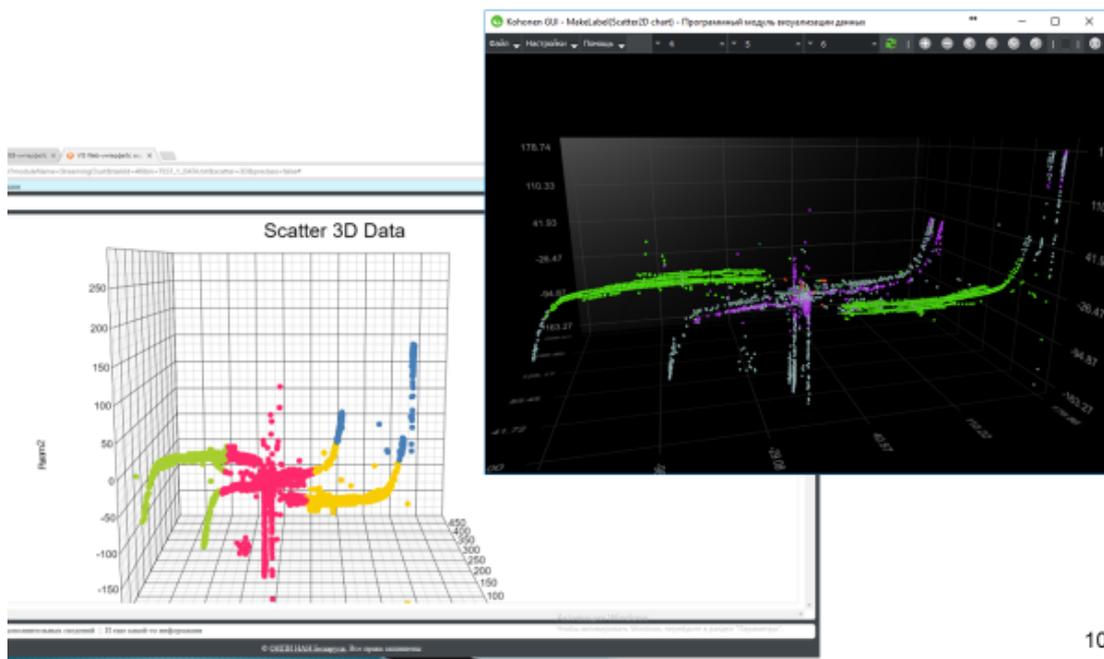
8

## Программный модуль интеллектуального анализа данных о состоянии БА МКА, подкомпоненты построения и сегментации карты Кохонена



9

## Программный модуль интеллектуального анализа данных о состоянии БА МКА, кластеризация/классификация, 3D визуализация



10

## Постановка задачи классификации данных ТМИ МКА

- Исходные данные ТМИ являются временным рядом, который можно представить как матрицу  $X = (x_{ij})$ , где  $i$ -я строка  $X_i$  является анализируемым вектором показателей ТМИ в  $i$ -й момент времени, индекс  $j$  соответствует  $j$ -му показателю ТМИ в  $i$ -м векторе  $X_i$ .
- Данные ТМИ являются  $M$ -мерным временным рядом  $X = (X_1, X_2, \dots, X_M)$ , каждый элемент которого  $X_j$  является столбцом матрицы данных ТМИ  $X$  и в тоже время одномерным временным рядом, описывающим поведение  $j$ -го показателя ТМИ на отрезке дискретных моментов времени  $[1, T]$ .
- Для каждого вектора показателей ТМИ в  $i$ -й момент времени  $X_i$  в соответствие поставлена метка класса  $y_i \in Y$ , который характеризует состояние функционирования анализируемого по данным ТМИ МКА или его подсистемы.
- Рассматриваем случаи  $k$ -классовой классификации, где  $k$  - общее число состояний, определяемое экспертом. Конечной целью является классификация векторов  $X_i$   $M$ -мерного временного ряда  $X$  ТМИ к 1 штатному и  $k-1$  нештатным состояниям. В этом случае значения компонент вектора меток классов  $Y \in \{0, 1, \dots, k-1\}$ , где 0 обозначает штатное состояние и  $1, \dots, k-1$  - нештатные состояния анализируемого МКА или его подсистемы.

11

## Постановка задачи бинарной классификации данных ТМИ МКА

- Стоит задача нахождения классификационной модели следующего отображения:

$$y: X \rightarrow Y.$$

- Для кодирования меток классов используем One Hot кодирование: вектору  $X_i$   $M$ -мерного временного ряда  $X$  соответствует не скалярное значение метки класса, а вектор  $Y_i = (y_{i0}, y_{i1}, \dots, y_{ik-1})$  размерности  $k$ . При этом в векторе  $Y_i$  присутствует только одно значение 1, соответствующее метке класса.

$k = 2$

	0	1
11488	1	0
11489	1	0
11490	0	1
11491	0	1
11492	0	1
11493	1	0
11494	1	0
11495	1	0

$k = 3$

	0	1	2
472	1	0	0
473	0	1	0
474	0	1	0
475	0	1	0
476	0	1	0
477	0	1	0
478	0	1	0
479	0	1	0
480	0	1	0
481	1	0	0
482	1	0	0
483	1	0	0
484	1	0	0

12

## Экспериментальные данные ТМИ МКА

- ❑ Для проведения компьютерных экспериментов и анализа точности разработанных нейросетевых классификационных моделей использованы данные ТМИ навигационной подсистемы Белорусского космического аппарата (БКА) и бортовой аппаратуры (БА) группировки МКА АИСТ Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П.Королева.
- ❑ Для БКА вектор матрицы ТМИ  $X_i$  имеет размерность 9 и помечается 0 в случае штатного состояния и 1 в случае нештатного состояния подсистемы. Общая размерность 9-мерного временного ряда  $X$  составляет 121690 векторов, из которых 77881 векторов составляет обучающий набор данных, 19471 векторов составляет валидационный набор данных, 24338 вектор составляет тестовый набор данных.
- ❑ Для МКА АИСТ вектор матрицы ТМИ  $X_i$  имеет размерность 49 и помечается 0 в случае штатного состояния, 1 в случае отказа, 2 - сбоя. Общая размерность 49-мерного временного ряда  $X$  составляет 2679 векторов, из которых 1714 векторов составляет обучающий набор данных, 429 векторов составляет валидационный набор данных и 536 векторов составляет тестовый набор данных.

13

## Анализ нейросетевых классификационных моделей данных ТМИ МКА

- ❑ Рассматривались нейросетевые модели от простого к более сложному, начиная с основных на текущий момент нейросетевых моделей:
  - полносвязных нейронных сетей/слоев;
  - одномерных (1D) сверточных нейронных сетей/слоев (1D CNN);
  - рекуррентных нейронных сетей/слоев типа *Long Short-Term Memory* (LSTM) и *Gated Recurrent Units* (GRU),
  - и продолжая гибридными нейронными сетями – комбинациями выше указанных типов слоев, в том числе, на основе методики использования остаточных связей семейства ResNet.
- ❑ Проведен сравнительный анализ с известными моделями AlexNet, LeNet, Inception, Xception, MobileNet, ResNet, Yolo.

14

## Анализ смешанных нейросетевых моделей классификации данных ТМИ МКА, методика остаточных связей семейства ResNet

$Z_1 = \text{Conv1D}(\text{filters}=64, \text{kernel\_size}=4, \text{activation}='relu')(X_i)$

$Z_1 = \text{Conv1D}(\text{filters}=64, \text{kernel\_size}=4, \text{activation}='relu')(Z_1) * 9$  слоев

$Z_2 = \text{add}([Z_1, X_i])$  – пропуск остаточной связи входа  $X_i$

$Z_2 = \text{Pooling1D}(2)(Z_2)$

$Z_3 = \text{Conv1D}(\text{filters}=64, \text{kernel\_size}=2, \text{activation}='relu')(Z_2)$

$Z_3 = \text{Conv1D}(\text{filters}=64, \text{kernel\_size}=2, \text{activation}='relu')(Z_2) * 9$  слоев

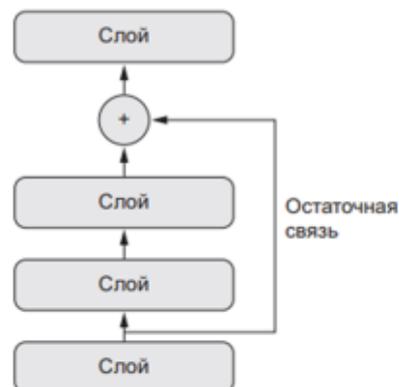
$Z_4 = \text{Pooling1D}(2)(X_i)$

**Output** =  $\text{add}([Z_2, Z_3, Z_4])$  – пропуск остаточных связей  $Z_2$  и  $Z_3$

**Output** =  $\text{Dense}(32, \text{activation}='relu')(\text{Output})$

**Output** =  $\text{Dense}(2, \text{activation}='softmax')(\text{Output})$

**(Output)**



Kaiming He et al., Deep Residual Learning for Image Recognition // Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (2015), <https://arxiv.org/abs/1512.03385>.

20

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Разработаны и исследованы нейросетевые модели для решения задачи классификации данных ТМИ, позволяющие определять штатное и нештатные технические состояния МКА.
- Проведен компьютерный анализ на данных ТМИ БКА и МКА АИСТ, позволивший оценить качество разработанных моделей на этапах обучения, валидации и тестирования. Данный анализ показал преимущество гибридных нейросетевых моделей, представляющих собой последовательное соединение трех блоков слоев: сверточного 1D CNN, рекуррентного GRU и итогового полносвязного блока классификатора, с применением слоя агрегации AveragePooling, методики пропуска остаточных связей архитектуры ResNet.
- В целом при решении рассматриваемой задачи достигнута точность на этапах валидации и тестирования более ~0.97-0.98.
- Перспективным является дальнейшее исследование современных нейросетевых моделей для задачи классификации временных рядов ТМИ, а также методов автоматизации поиска оптимальных значений гиперпараметров моделей.

24

## О НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ ОРГАНИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ИТ

**Жданович П.Б.**

Волгоградский государственный медицинский университет

Центр информационных технологий

E-mail: [pavel@12winds.ru](mailto:pavel@12winds.ru)

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ДОКЛАДА

### Дистанционное обучение — это...

- Distance learning
- E-learning
- Online learning
- Emergency remote teaching (во время эпидемии коронавируса Covid-19)

### Является ли ДО отдельной формой обучения?

- Е.С.Полат: «Мы рассматриваем дистанционное обучение как новую форму обучения»
- Теоретики Online Learning выделяют следующие аспекты:
- *Асинхронность*: студент может выполнять некоторые учебные задачи по своему индивидуальному расписанию
- *Синхронность*: при дистанционном обучении студенты получают такой же уровень поддержки со стороны преподавателей, как в кампусе
- **Информационные технологии стирают границы между очным и заочным обучением**

## Кто должен разрабатывать технологические основы ДО?

- Инженеры?..
- Преподаватели?..
- IT-компании?..
- **IT-менеджмент образовательной ИС отличается высокой сложностью**

## Некоторые проблемы IT-обеспечения дистанционного обучения

- Доступность ресурсов и сервисов
- Управление пользователями и их доступом
- Доступность аппаратного и программного обеспечения, управление лицензиями
- Качество аппаратного и программного обеспечения, унификация
- Качество компьютерных сетей, QoS
- Удаленное управление процессом обучения
- Удаленная техподдержка и мониторинг

## Некоторые принципы IT-обеспечения ДО

- IT-инфраструктура на стороне обучаемого должна быть управляемой
- Свободное ПО имеет преимущество перед проприетарным
- Собственная IT-инфраструктура имеет преимущество перед арендованной
- Если виртуализация возможна, то она необходима

## IT-инфраструктура на стороне обучаемого

- Контроль
  - параметров среды выполнения заданий
  - жизненного цикла среды выполнения
  - сетевой инфраструктуры
- Средства:
  - микрокомпьютеры
  - виртуальные машины

## Микрокомпьютеры

- Рабочая станция со сменным функционалом (одна учебная задача — одна карта памяти)
- Сервер доступа (Маршрутизатор, VLAN, VPN-сервер/клиент, межсетевой экран+IDS, DNS-сервер, Web проxy, Web reverse проxy, контент-фильтр, DHCP-сервер, точка доступа WiFi, агрегатор подключений (bonding) и многое другое)
- Тонкий клиент
- Роботы

## Виртуальные машины

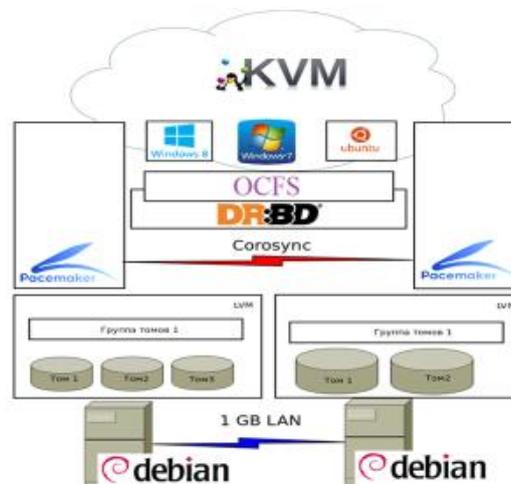
- Принципы минимальности:
- на стороне обучающегося необходимо задействовать **минимум ресурсов**
- В каждый момент времени обучающемуся нужно предоставить **минимальный набор программ** для решения учебной задачи
- IT-среда, в которой работает обучающийся, существует **ограниченное время**, требуемое для достижения целей обучения

## Размещение виртуальных ресурсов

- Облако IaaS-провайдера
- Собственный ЦОД
- ...

## Размещение виртуальных ресурсов

- Унаследованная IT-инфраструктура



## Online-обучение на виртуальных машинах

- Преподаватель:
- Имеет полный доступ к операционной системе VM, включая ее консоли
- Управляет работой VM
- показывает консоль любой VM остальным студентам
- предоставляет консоль своей VM студентам для «работы у доски»
- **[Синхронное online-обучение IT] = VM + ВКС**

## Облачные средства ВКС

- Jitsi Meet, Yandex Телемост, Skype, MS Teams, Zoom, Discord и т.д.
- Преимущества
  - Качество сервиса (edge computing)
  - Простота использования
  - Все преимущества облачных сервисов
- Недостатки
  - Отсутствие интеграции с сервисами заказчика
  - Проблемы с безопасностью
  - Ограниченное использование
  - Отсутствие техподдержки
  - Угроза эмбарго или блокировок

## Свободное ПО

- Лицензии на ПО «не любят» виртуализацию
- Бесплатное закрытое ПО не всегда можно использовать в обучении на коммерческой основе
- СПО позволяет лучше изучить технологию, т. к. некоторые его виды определяют стандарт де-факто (Apache, Nginx, Squid, Snort и т.д.)
- Знакомство студентов с возможностями СПО стратегически оправдано
- Существует угроза эмбарго
- **Свободное ПО более доступно!**

## Принципы построения системы ДО в области IT

- Управляемость на стороне обучаемого
- Свободное ПО
- Собственная IT-инфраструктура
- Виртуализация

УДК 519.7+616-001/-009

## **ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В ЗАДАЧЕ ДИАГНОСТИКИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ**

Дубовская В. И., Брыжина К. А.  
Волгоградский государственный университет. г. Волгоград  
[dubovskajav@volsu.ru](mailto:dubovskajav@volsu.ru)

*Дубовская В. И., Брыжина К. А. Факторный анализ данных в задаче диагностики рака молочной железы. Данная работа посвящена вопросу использования факторного анализа данных в рамках задачи диагностики рака молочной железы. В статье анализируются возможности применения данного многомерного статистического метода с целью установления влияния диагностических признаков на результат работы классификатора. Проведен вычислительный эксперимент, в ходе которого использовались два классификатора: на основе логистической регрессии и на основе случайного леса. Эксперимент показал, что для одной и той же обучающей выборки структура факторной нагрузки для этих методов совпадает только для тех факторов, которые способствуют правильному результату.*

*Dubovskaya V. I., Bryzhina K. A. Factor analysis of data in the problem of diagnosing breast cancer. This work is devoted to the issue of using factorial data analysis in the framework of the task of diagnosing breast cancer. The article analyzes the possibilities of using this multivariate statistical method in order to establish the influence of diagnostic features on the result of the classifier. A computational experiment was carried out, during which two classifiers were used: based on logistic regression and based on a random forest. The experiment showed that for the same training sample, the structure of the factor load for these methods is the same only for those factors that contribute to the correct result.*

**Полный текст статьи опубликован в выпуске № 2 (28), 2022 г.,  
Научного журнала «Информатика и кибернетика»**

# **ИУСМКМ-22 СЕКЦИЯ 1**

## **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА**

УДК 6.62-4

## МУЛЬТИФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ

Луста В.М., Едемская Е.Н., Бельков Д.В.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: [belkovdv@list.ru](mailto:belkovdv@list.ru)

### *Аннотация:*

*Луста В.М., Едемская Е.Н., Бельков Д.В. Мультифрактальный анализ микроструктуры поверхности. В работе выполнен мультифрактальный анализ микроструктуры поверхности стали 30ХГСА в среде Octave. Показаны результаты вычислительного эксперимента.*

### *Annotation:*

*Lusta V.M., Edemskaya E.N., Belkov D.V. Multifractal analysis of surface microstructure. The work performed a multifractal analysis of the dynamics of the surface of steel 30ХГСА in the Octave runtime. The results of the computational experiment shown.*

### **Общая постановка проблемы**

Микроструктура поверхности является важной характеристикой, с которой связаны износостойкость, усталостная прочность, коэффициент трения, теплосиловые нагрузки [1]. Математические модели поверхностей металлов и сплавов, используемые при моделировании таких физических процессов, как рассеяние световых полей, взаимодействие молекул газа с поверхностью, содержат в большинстве случаев сильные упрощения [2, 3]. Допущение о гладкости поверхности приводит к ряду физически необоснованных выводов, поскольку экспериментально доказано, что микроструктура поверхности на нанометровом и атомарном уровне оказывает значительное влияние на результаты расчетов.

Как показали исследования последних лет [4], эффективным способом моделирования шероховатых поверхностей для решения задач газодинамики является использование методов фрактальной геометрии, учитывающих шероховатость на микро- и наноуровне. Поверхность обработанной детали не является идеально ровной и геометрически правильной. Ее рельеф имеет отклонения от номинального, заданного чертежом. Шероховатость поверхности в значительной степени определяет основные эксплуатационные свойства деталей и узлов. Поэтому характеристики шероховатости поверхности должны анализироваться в технологических исследованиях и строго контролироваться в процессе производства.

Шероховатость поверхности при обработке заготовки детали зависит от большого числа технологических факторов, например, скорости резания, качества поверхности инструмента, механических свойств и химического состава материала заготовки. Учесть их влияние на качество обработанной поверхности достаточно сложно. Микрогеометрия поверхности является результатом действия совокупности процессов, характеризующих динамическую систему [5].

Традиционные методы анализа физически реализованных временных рядов, порождаемых сложными динамическими системами, в основном базируются на различных вариантах спектрально-корреляционных методов. При этом, вследствие статистического подхода к анализу сигналов динамическая сущность процессов их порождающих, как правило, уходит на второй план.

Без методики оценки топографических свойств поверхности и ее геометрических характеристик, адекватно отражающей реальные процессы формирования поверхностного

рельефа, невозможно с удовлетворительной достоверностью предсказать поведение этой поверхности в процессе эксплуатации детали или изделия. Особая заинтересованность в такой оценке проявляется в прогнозировании эксплуатационных характеристик сложных технических систем с повышенными требованиями по надежности и безопасности функционирования.

Возникает задача разработки новых подходов к оценке шероховатости. Одним из них является использование теории фракталов и фрактальной размерности, в качестве оценочного количественного параметра. Такой подход, позволит оценить шероховатость поверхности независимо от формы ее элементов и плотности их распределения, что придало бы этой оценке свойство универсальности.

Целью статьи является определение фрактальных характеристик временного ряда значений высотных отметок отсека поверхности стали 30ХГСА. Задача работы – мультифрактальный анализ временного ряда с помощью алгоритма MF DFA [6,7]. Показаны результаты вычислительного эксперимента, выполненного в среде Octave.

### Исследования

Метод мультифрактального анализа сводится к следующим шагам [7].

1. Для исследуемого ряда  $x(i)$ ,  $i=1, 2, \dots, N$  следует выделить флуктуационный профиль, где  $\bar{x}$  - среднее значение.

2. Полученные значения  $y(i)$  разделяются на  $N_s = N/s$  непересекающихся сегментов равной длины  $s$ . При этом следует учесть, что длина ряда  $N$  не всегда кратна шкале  $s$ . Поэтому, чтобы не исключать из анализа последний участок, содержащий число элементов, меньшее  $s$ , следует повторить процедуру деления, начиная с противоположного конца ряда. В результате получаем  $2N_s$  сегментов  $\nu=1, 2, \dots, N_s, N_s+1, \dots, 2N_s$  длины  $s$ .

3. Используя метод наименьших квадратов, для профиля  $y(i)$ , отвечающего каждому из этих сегментов, вычислить локальный тренд  $y_\nu(i)$ , представляющий полином, степень которого обеспечивает заданную точность. Затем для сегментов  $\nu=1, 2, \dots, N_s$  по формуле (1) определяется дисперсия:

$$F^2(\nu, s) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \{y[(\nu-1)s+i] - y_\nu(i)\}^2 \quad (1)$$

Для  $\nu = N_s + 1, \dots, 2N_s$  используется формула (2)

$$F^2(\nu, s) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \{y[N-(\nu-N_s)s+i] - y_\nu(i)\}^2 \quad (2)$$

4. Усредняя значения (1), (2), деформированные произвольным показателем  $q$ , вычисляются моменты:

$$F_q(s) = \left\{ \frac{1}{2N_s} \sum_{\nu=1}^{2N_s} [F^2(\nu, s)]^{q/2} \right\}^{1/q} \quad (3)$$

При  $q \rightarrow 0$  вместо (3) нужно использовать формулу (4)

$$F_0(s) = \exp \left\{ \frac{1}{4N_s} \sum_{\nu=1}^{2N_s} \ln [F^2(\nu, s)] \right\} \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (4)$$

Характерно, что при положительных показателях  $q$  основной вклад в сумму по  $\nu$  дают сегменты, отвечающие большим отклонениям  $F^2(\nu, s)$ , а при отрицательных доминируют вклады малых флуктуаций.

5. Самоподобное поведение, означающее наличие дальнедействующих степенных корреляций, представляется степенной зависимостью моментов (3), (4)

$$F_q(s) \propto s^{h(q)} \quad (5)$$

При фиксированном значении  $q$  эта зависимость в двойных логарифмических координатах представляет собой прямую линию. При больших значениях  $s$  зависимость  $F_q(s)$  не имеет статистической информативности, поскольку число сегментов  $N_s$ , используемых в процедуре усреднения (3), (4), становится малым. При обработке ряда нужно исключить значения  $s > N/4$ , а также малые сегменты ( $s < b$ ), для которых теряет статистическую достоверность усреднение (1), (2) по каждому из сегментов.

Если ряд экспериментальных данных является монофракталом, то обобщенный показатель Херста  $h(q)$  в равенстве (5) принимает единственное значение  $h(q) = H$ . В случае мультифрактального ряда показатель  $h$  зависит от  $q$ . Для стационарных рядов  $h(0)$  определяет топологическую размерность пространства, содержащего фрактальное множество,  $h(1)$  – меру его беспорядка,  $h(2)$  – показатель дальних корреляций.

В рамках стандартной фрактальной идеологии используется не только обобщенный показатель Херста  $h(q)$ , но массовый показатель  $\tau(q)$  и мультифрактальный спектр  $f(\alpha)$ . Этот переход достигается преобразованиями

Лежандра:

$$\tau(q) = qh(q) - 1 \quad (6)$$

$$\alpha = \tau'(q), f(\alpha) = q\alpha - \tau(q) \quad (7)$$

Для монофрактальных объектов функция  $\tau(q)$  является прямолинейной зависимостью, которая с переходом к мультифракталам выгибается, сохраняя прямолинейные участки. Наиболее ярко строение самоподобного объекта представляется формой мультифрактального спектра  $f(\alpha)$ , ширина которого дает набор фрактальных размерностей. Для монофракталов функция  $f(\alpha)$  имеет  $\delta$ -образную форму с фиксированным значением  $\alpha$  [7].

В данной статье выполнен вычислительный эксперимент, результаты которого свидетельствуют о мультифрактальности микроструктуры поверхности стали 30ХГСА. Исходные данные, полученные в работе [4], показаны рисунке 1. На рисунках 2–5 показаны результаты эксперимента.

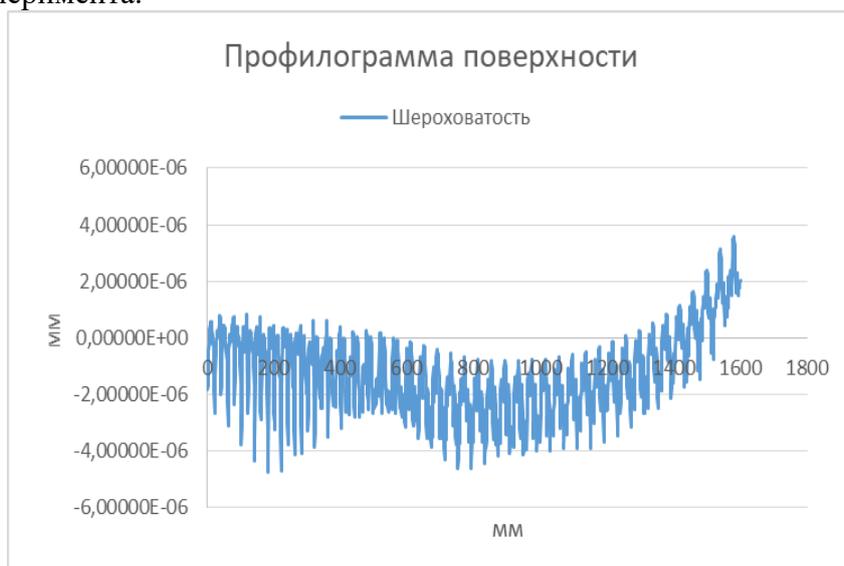


Рис. 1. Исходный ряд

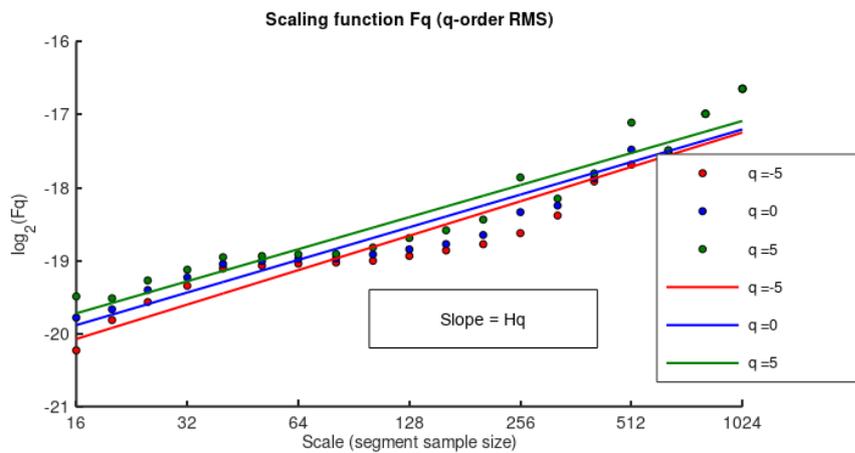


Рис. 2. Скейлинг

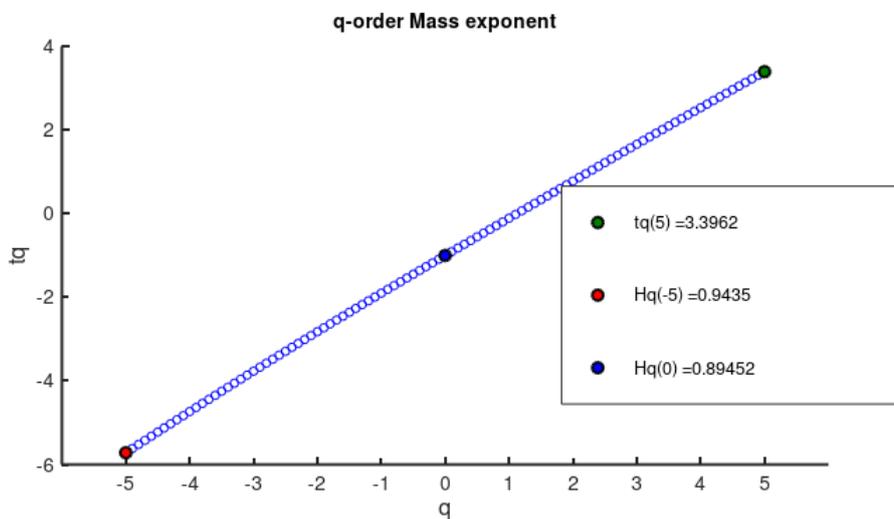


Рис. 3. Массовая экспонента

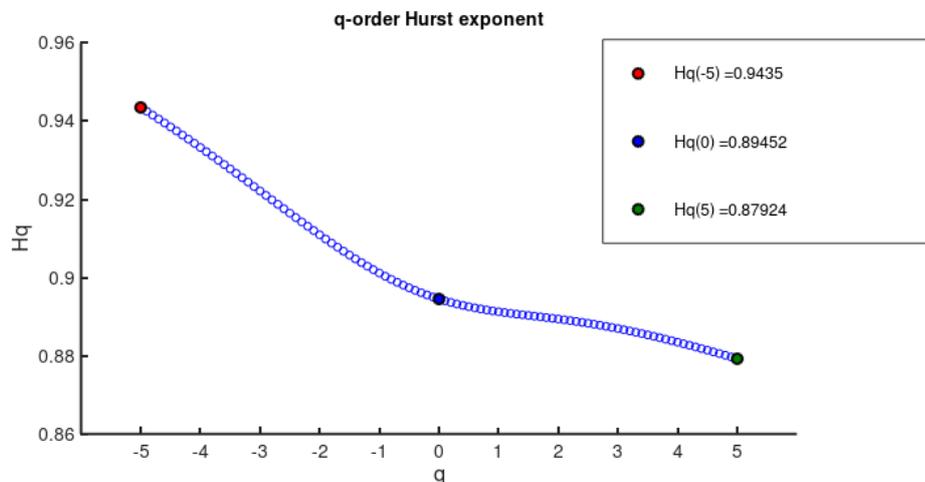


Рис. 4. Фрактальная экспонента

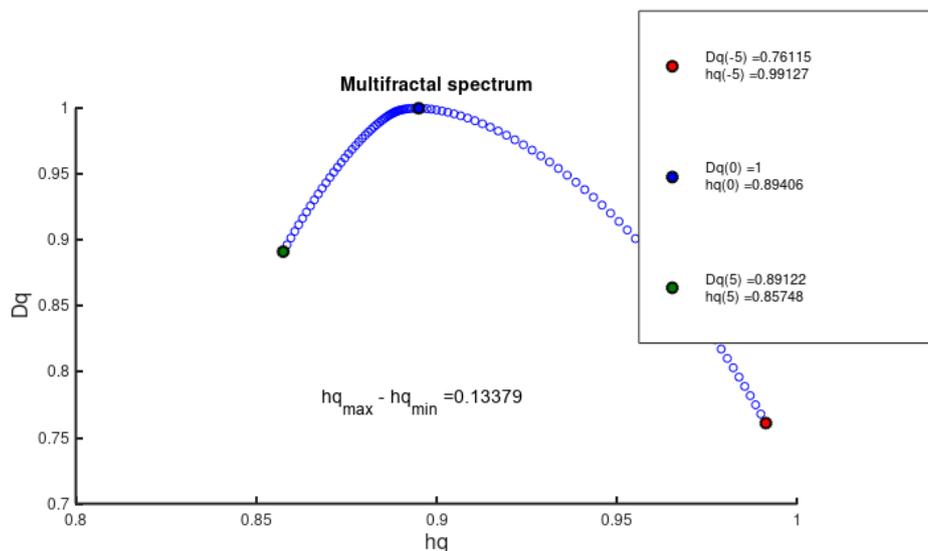


Рис. 5. Фрактальная размерность

### Выводы

В работе выполнен мультифрактальный анализ микроструктуры поверхности стали 30ХГСА в среде Octave. Поскольку функция  $tq$  линейно зависит от параметра  $q$  и значение  $f = hq_{\max} - hq_{\min}$  близко к нулю, то микроструктура поверхности стали 30ХГСА имеет монофрактальную структуру.

### Литература

1. Назаров Ю.Ф., Ломаев В.И., Спиридонов Е.Н. Применение методов фрактальной геометрии в технологии изготовления деталей из композитных материалов. // <http://www.ihst.ru/personal/akm/11t29.htm>.
2. Белкин, Е.А. Модульно-геометрический подход к моделированию процесса формирования микрорельефа поверхности: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Н. Новгород, 2012. – 341 с.
3. Брылкин, Ю.В. Рационализация алгоритма моделирования поверхности методом броуновского движения по критерию минимизации количества итераций. // Геометрия и графика. – 2017. – Т. 5, № 1. – С.43-50.
4. Брылкин, Ю.В. Геометрическое моделирование микроструктуры поверхности на основе теории фракталов: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2017. – 121 с.
5. Слободчуков В.М., Лазебная Л.А., Бельков Д.В. Определение фрактальной размерности рельефа обработанной поверхности. //Материалы IX Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование» (ИУСМКМ-2018). – Донецк: ДонНТУ, 2018. - С. 12-16.
6. Introduction to multifractal detrended fluctuation analysis in Matlab. – Режим доступа: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2012.00141/full>
7. Олемской А.И., Данильченко С.Н., Борисюк В.Н., Шуда И.А. Мультифрактальный анализ рентгеновских дифрактограмм сложных конденсированных сред. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/279505834\\_Multifraktalnyj\\_analiz\\_rentgenovskih\\_difraktogramm\\_sloznyh\\_kondensirovannyh\\_sred](https://www.researchgate.net/publication/279505834_Multifraktalnyj_analiz_rentgenovskih_difraktogramm_sloznyh_kondensirovannyh_sred).

УДК 330.43

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

**Анохина И.Ю., Лапшина Е.В., Кобец А.А.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: [ingatula@mail.ru](mailto:ingatula@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Анохина И.Ю., Лапшина Е.В., Кобец А.А. Прогнозирование финансовых показателей. Рассматриваются вопросы моделирования динамики цен акций магазинов электронной коммерции. Особое внимание уделяется определению параметров, по которым можно оценивать точность получаемых моделей. Исследование проведено на примере динамики цен акций интернет - магазина Эльдорадо на Московской Бирже.*

### **Annotation:**

*Anokhina I.Yu. , Lapshina E.V., Kobets A.A. Forecasting financial indicators. The issues of modeling the dynamics of prices for shares of e-commerce stores are considered. Particular attention is paid to the definition of parameters by which the accuracy of the resulting models can be assessed. The study was conducted on the example of the price dynamics of the shares of the Eldorado online store on the Moscow Exchange.*

### **Общая постановка проблемы.**

Для принятия эффективных решений в областях управления предприятиями необходимы анализ и прогнозирование финансовых показателей. Прогноз используют при разработке бизнес-планов, стратегических и оперативных планов, что позволяет снизить риски предпринимательской деятельности.

Используемые методы и приемы прогнозирования в контексте финансов можно разделить на три группы:

- методы экспертных оценок;
- методы экстраполяции;
- методы экономико-математического моделирования.

Методы экспертных оценок основываются на анализе оценок специалистов и субъективны.

Методы экстраполяции – это экстраполирование имеющихся тенденций на будущее. Такие методы требуют достаточно высокого уровня стабильности и инерционности исследуемой среды.

Методы экономико-математического моделирования основываются на разработке статистических моделей для описания имеющихся процессов и тенденций.

Нами ставилась задача разработки статистических моделей, позволяющих прогнозировать динамику курсов акций магазинов электронной коммерции. В качестве исходных данных рассматривались массивы курсов акций таких крупных компаний, как OZON, Эльдорадо, СИТИЛИНК, Wildberries и др. Для прогнозирования использованы данные Московской Биржи по ценовой истории финансовых инструментов, в том числе стоимости акций, объема продаж [1]. Кроме этого анализировалась динамика трафика, т.е. посещаемость сайтов компаний. Логично, что прибыль магазинов электронной коммерции существенным образом зависит от числа посетителей на их сайтах [2].

Как правило, котировки акций исследовались за 5-7 лет. Исходные данные рассматривали как временные ряды. При анализе такого рода выделяют трендовую, циклическую, сезонную и случайную (шум) составляющие.

При моделировании на первом этапе оценивают тренд, позволяющий предсказать направление изменения стоимости акций, происходит ли в заданном временном интервале их падение или рост.

Построение трендовой линии является важной составляющей технического анализа, который часто используется для краткосрочного прогнозирования. И весьма существенна точность построения таких линий. По имеющимся данным можно построить одну линию тренда, коэффициенты которой определяются методом наименьших квадратов по формулам:

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad (1)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2)$$

Однако возникает вопрос. Следует ли учитывать всю имеющуюся информацию или при прогнозировании достаточно брать в расчет только определенный интервал данных. Это обусловлено постоянно меняющимися курсами акций и наличием большого числа факторов, влияющих на цену. Допустим, известна стоимость акций за двадцать лет, вряд ли следует детально исследовать тенденции двадцатилетнего прошлого, т.к. за двадцать лет изменилась и ситуация на рынке, и ситуация в компании и пр.

Авторами ставилась задача разработки алгоритма выделения интервала данных, которые действительно описывают имеющуюся на данный момент ситуацию, т.е. сокращение массива исследуемых значений при этом без потери качества прогноза.

### Исследования.

В качестве исходных данных взят массив котировок акций Эльдорадо, интернет - магазина электроники и бытовой техники. На рис. 1 показана динамика курса акций Эльдорадо за период с 01.01.2017 по 01.02.2022г.г.



Рис. 1. Изменение курса акций Эльдорадо

График составлен следующим образом. «Тело» свечи лежит между ценами открытия и закрытия периода. «Хвосты» означают максимальную и минимальную цену в один период. Зелёный цвет означает, что цена растёт, красный — падает. График дискретный, цены отображаются ежедневно.

Поиск точки смены тренда проводили по следующему алгоритму.

1. Рассматривался массив возможных точек смены уравнения тренда. Т.к. массив состоял из 62 точек, то исключались левые и правые четыре точки.
2. Определяли уравнения трендов для линий, проходящих через точки 1..5 и 6..62; затем через точки 1..6 и 7..62 и т.д. Т.е. рассматривали все возможные точки разрыва, для каждой точки определялись уравнения тренда по формулам (1) и (2).
3. Оценивали погрешности и выбирали точку смены уравнения тренда, которая обуславливает наименьшую погрешность.

Алгоритм реализован с использованием языка программирования R, т.к. именно этот язык является оптимальным вариантом для программирования алгоритмов, связанных со статистическими расчетами за счет большого числа встроенных статистических функций и алгоритмов.

На рис. 2 показано окно программы (левая часть рисунка) и переменных, используемых при расчетах (правая часть).

```

1 getwd()
2 setwd('F:/Программирование R/Тема 3')
3
4 bif_gr <- read.csv('bifurcation.csv', sep=';')
5 bif_gr$visit_t <- as.numeric(bif_gr$visit_t)
6 library(ggplot2)
7 ggplot(bif_gr, aes(x = num, y = gap3)) + geom_
8   geom_point(size = 2.5, color="red")
9
10 plot(bif_gr$num,
11      bif_gr$gap3,
12      pch=20,
13      type="o",
14      ylim = c(0,120000),
15      col="red3")
16 points(bif_gr$num, bif_gr$visit_t, pch=20, col=
17 lines(bif_gr$num, bif_gr$visit_t, pch=20, col=
18
19 #столбец 15 |
20 grid(2, 25)
21 plot(bif_gr$num,
22      bif_gr$gap15,
23      pch=20,
24      type="o", lwd = 2, lty = 1,
25      ylim = c(0,160000),

```

descr2	24 obs. of 15 variables
descr3	24 obs. of 10 variables
descr4	List of 4
descriptions_stat	2 obs. of 3 variables
df	32 obs. of 14 variables
e1_gr	75 obs. of 11 variables
date2	chr "01.01.2017" "01.02.2017" "0
num	int 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
Price	num 388 370 370 382 388 ...
P45	num 379 381 383 385 387 ...
P13	num 380 383 386 389 392 ...
Eldorado	62 obs. of 7 variables
num	int 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
date1	chr "01.08.2018" "01.09.2018" "0
visit	int 22772197 22664700 21127213 2
visit_t	num 2277 2266 2113 2014 2606 ..
date2	chr "01.01.2017" "01.02.2017" "0
price	num 388 370 370 382 388 ...
num	int 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
date1	chr "01.08.2018" "01.09.2018" "0

Рис. 2. Фрагмент программы

Основной проблемой при решении поставленной задачи являлась проблема оценки погрешности и сравнения теоретических значений, полученных при расчетах по разным уравнениям тренда. При прогнозировании с использованием технологий временных рядов выделяют несколько составляющих временного ряда. Это тренд, сезонная составляющая, циклическая и нерегулярная или шум.

Сезонная составляющая (S) определяет изменения стабильной структуры, повторяющиеся из года в год. Циклическая компонента описывает волнообразные, циклические изменения экономических условий, С. Нерегулярная компонента включает в себя непредсказуемые или случайные события, I. При анализе временных рядов может быть выбрана мультипликативная или аддитивная модель, нами выбрана мультипликативная, в этом случае теоретические значения рассчитываются как произведение всех перечисленных выше составляющих [3].

$$Y = T \cdot C \cdot S \cdot I$$

Метод прогнозирования выполнялся поэтапно путем последовательного исключения составляющих, причем на первом этапе находились точки разрыва тренда, затем выделялись с использованием пакета Statistica сезонная, циклическая и нерегулярные составляющие. Для прогнозирования значений применяли обратную схему, когда перемножаются все полученные значения.

Оценку погрешности проводили по нескольким параметрам.

1. Относительная погрешность, определяемая по формуле

$$\Delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_i^T)^2}{n}} / \sum_{i=1}^n y_i$$

где  $n$  – число экспериментальных данных;  $y_i$  – исходные данные;  $y_i^T$  – прогнозируемые.

Полученная относительная погрешность варьировалась от 1.5% (в точке разрыва 45) до 3% в других точках. Столь незначительная вариация относительной погрешности не позволяла дать однозначный ответ, какая точка должна считаться точкой бифуркации процесса. Поэтому для оценки погрешности произвели расчеты еще нескольких параметров.

2. Средняя ошибка аппроксимации – среднее отклонение расчётных значений от фактических, определяемая по формуле

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - y_i^T|}{y_i} \cdot 100$$

На рис. 3 дана графическая интерпретация поиска бифуркационных точек.

Цифрой 1 отмечен построенный в Microsoft Excel график с наложенным на него трендом, причем построен один тренд, идущий от первой до последней точки. Как видно, тренд не достаточно хорошо описывает имеющиеся тенденции, особенно с учетом последних данных.

Цифрой 2 на рис.3 отмечен график, построенный в среде R-Studio, построено два тренда, один из которых описывает первые 45 точек исходных данных (ранний этап) и второй от 46-ой точки и до конца временного ряда (поздний этап). Первый тренд является восходящим, свидетельствующим о росте стоимости акций, второй –нисходящим, отражающим тенденции убывания цен акций.

Цифра 3 - тренды проведены в точках 1-13 и 14-62. Оба тренда восходящих, меняется только угол наклона.

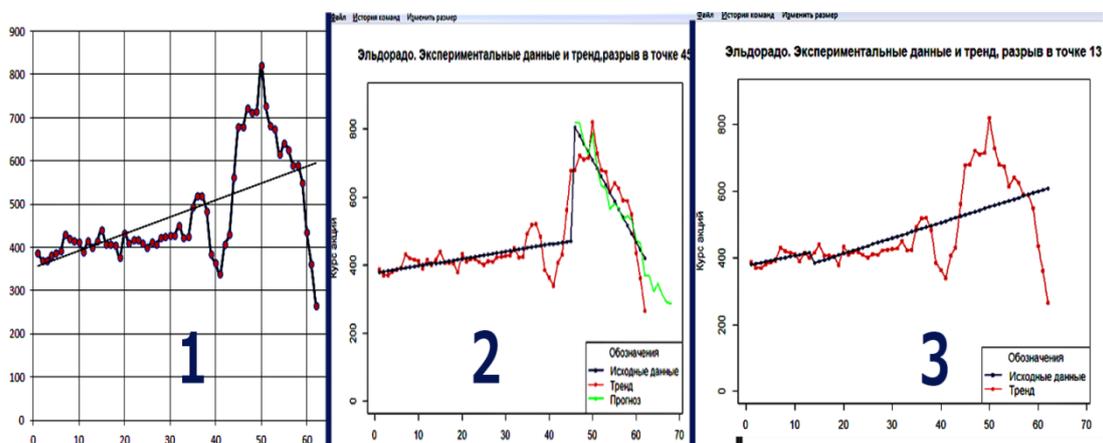


Рис. 3. Прогнозирование с использованием разрывных линий тренда

Анализ показал, что тренд с точкой разрыва 45(вторая часть рис.3) точнее других отражает имеющиеся тенденции.

3. Еще одним вариантом точности модели был расчет точек касания. При техническом анализе считается существенным определение точек касания трендовых линий. Чем больше точек касания проходит через трендовую линию, тем больше достоверность трендовой линии. Две точки формируют трендовую линию, следующие точки касания подтверждают ее. На рис.4 видно, что цена акций соприкасается с восходящей трендовой линией 5 раз. После третьего касания в точке 54, нисходящий тренд был окончательно подтвержден. Последующие **точки касания все больше подтверждают трендовую линию.**

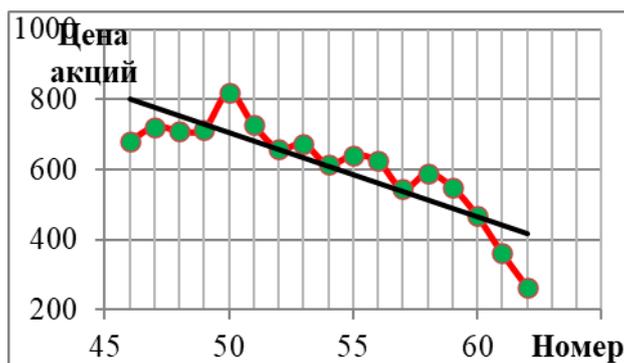


Рис. 4. Точки касания на тренде

4. И последней характеристикой, на основании которой были выбраны точки разрыва являлся угол наклона трендов. Исходили из того, что если угол наклона первого и второго трендов отличается незначительно, то деление на зоны именно в этой точке нецелесообразно. Поэтому определяли разницу в углах наклона для всех точек разрыва.

Таким образом выбор оптимальных зон разрыва для последующего прогнозирования осуществлялся на основании оценки относительной погрешности, средней ошибки аппроксимации, числа точек касания тренда и наличием существенной разницы в углах наклона трендов.

Т.к. исходные данные на момент расчетов относились к 1 февраля 2022г., то имелась возможность оценить точность прогнозирования на последующие два месяца, сравнив расчетные данные с данными биржи. Погрешность менее 12% позволила рекомендовать предложенную методику для моделирования динамики биржевых котировок.

#### **Выводы.**

По итогам проведенного исследования можно сделать следующие выводы. Использование разрывных трендов с точками бифуркации позволяет эффективно прогнозировать изменения рыночной ситуации и смоделировать вероятное изменение цен на основе их динамики с достаточной степенью достоверности.

#### **Литература**

1. MFD.RU [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mfd.ru/>
2. Интерактивный рейтинг сайтов на основе Big Data [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.rating.com/>
3. Анохина И.Ю., Перинская Е.В., Власов Я.С. Задачи временного прогнозирования. Материалы IV международной научно-технической конференции студентов и молодых ученых «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» (СИТОНИ – 2013), с.170-176

УДК 004.514

## РАЗРАБОТКА И ВЕРСТКА МАКЕТА ВЕБ-САЙТА ДЛЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ТЕКСТУР

**Коленко В.А., Зензеров В.И.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: [joylz@mail.ru](mailto:joylz@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Коленко В.А., Зензеров В.И. Разработка и верстка макета веб-сайта для распространения материалов и текстур. Проанализированы сайты-конкуренты материалов и текстур. Разработан макет сайта в программе Figma. Сверстан макет веб-сайта для распространения материалов и текстур с использованием: CSS3/SCSS, JS, Webpack по методологии БЭМ. Веб-сайт будет предлагать цифровые материалы. На сервисе будут находиться текстуры тканей, дерева, металла, кирпича, пластика и др., которые графические дизайнеры могут использоваться для своего дизайна, визуальных эффектов, в компьютерных играх.*

### **Annotation:**

*Kolenko V.A., Zenzerov V.I. Development and layout of a website layout for the distribution of materials and textures. Competitor sites of materials and textures were analyzed. The site layout has been developed in the Figma program. A layout of a website for distributing materials and textures was compiled using: CSS3/SCSS, JS, Webpack according to the BEM methodology. The website will offer digital content. The service will contain textures of fabrics, wood, metal, bricks, plastic, etc., which graphic designers can use for their design, visual effects, in computer games.*

### **Общая постановка проблемы**

Когда смоделировать объект слишком сложно, в ход идут текстуры. С их помощью создают реалистичные модели, не тратя ресурсов. За точную передачу геометрии 3D-объекта отвечает количество полигонов — тех самых векторных многоугольников, из которых состоит модель и с которыми работает дизайнер при её создании. Очевидно, что чем их больше, тем выше будет уровень детализации готовой модели. Но нельзя добавлять их до бесконечности — создание и отрисовка займут слишком много времени.

Текстура (иногда её называют картой) — это растровое изображение, накладываемое на поверхность модели для придания ей цвета, свойств окраски или иллюзии рельефа. Процесс создания текстур называется текстурированием или 3D-мэппингом (от англ. map — карта). Сделать цифровой образ реалистичным, сохранив минимальное количество полигонов, позволяют текстуры и материалы.

Использование текстур значительно ускоряет работу 3D-художника. Даже если вы создаёте модели в мультяшном стиле, без текстур не обойтись, потому что для этого понадобится как минимум указать цвета разных частей объекта.

### **Разработка веб-сайта**

#### **Анализ веб-сайтов для распространения материалов и текстур**

Инструменты, которые позволяют анализировать конкурентов, незаменимы.

Сегодня можно узнать, что происходит на сайте:

- какие используются источники трафика,

- как они используются,
- какая у них эффективность и какая интенсивность,

Точность этих данных повысилась за последние 2 года, появились инструменты, которые помогают решать эти задачи [1]. Поэтому конкурентный анализ – это шаг номер один в digital-проекте.

Для данного проекта я буду использоваться сервис SimilarWeb.

Анализировать конкурентов по различным показателям удобнее всего в табличном виде. В таблице 1, 2 приведена сравнительная характеристика, полученная с помощью SimilarWeb.

Таблица 1 – Характеристика SimilarWeb

	textures.com	poliigon.com	3dtextures.me
Всего посещений за 6 м.	1.19M	541.05K	278.95K
Avg просмотра	00:04:35	00:04:11	00:02:49
Стр. за посещение	7.50	9.03	4.18
Процент отказов	30.35%	31.86%	41.00%
Источники трафика (Прямой/Реферальный/Поиск/ Соц. сети)	66.84%/2.54%/ 26.15%/3.97%	48.76%/2.17%/ 31.58%/15.60%	37.51%/8.41%/ 50.49%/2.89%

Таблица 2 – Сравнительная таблица по функционалу

	textures.com	poliigon.com	3dtextures.me
Создание аккаунта	+	+	–(подписка на patreon)
Предпросмотр текстур в 3D	–	+	–
Распространение других видов контента	3D, HDR, Regular Photos	3D, HDR, Brushes	–
Размер библиотеки текстур	1,5к+	3к+	1,5к+
Способ распространения	По подписке.Бесплатно в низком разрешении	Большая часть по подписке	Бесплатно

### Разработка макета веб-сайта

Проектирование макета веб-сайта нужна для понимания того, что вообще должно находиться на сайте. Прототип макета приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Прототип макета

<b>Навигация</b>
<b>Состав:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Логотип</li> <li>• Ссылки разделов</li> <li>• Кнопка поиска</li> <li>• Меню аккаунта</li> </ul>
<b>Обложка</b>
<b>Описание:</b> Краткая информация для привлечения внимания
<b>Состав:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Фото,</li> <li>• Заголовок (5-7 слов) – суть предложения</li> <li>• Описание (1 предложение)</li> </ul>

Продолжение табл. 3

<b>Слайдер</b>
<b>Описание:</b> Слайдер с последними добавленными текстурами
<b>Состав:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Картинка</li><li>• Кнопка с переходом</li></ul>
<b>Блок «Преимущества»</b>
<b>Описание:</b> Таблички с перечислением преимуществ. 1-но предложение.
<b>Блок для предложения регистрации</b>
<b>Состав:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Заголовок (2-3 слова)</li><li>• Описание (1 предложение)</li><li>• Кнопка</li></ul>
<b>Страница «Библиотека»</b>
<b>Состав:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Слева блок с выбором категорий</li><li>• Сверху выбор фильтров</li><li>• По середине список с блоками текстур. Блоки квадратные.</li></ul>
<b>Страница с предпросмотром</b>
<b>Состав:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Скрины</li><li>• Заголовок (название)</li><li>• Описание</li><li>• Выбор разрешения</li><li>• Другие опции</li><li>• Кнопка «Скачать»</li></ul>

Возможностей программы Figma будет достаточно для проектирования и дизайна сайта [2, 3].

С готовыми реферансами можно начинать разработку прототипа будущего сайта. Прототип – это промежуточный вариант между финальным дизайном и спроектированной структурой. Он уже имеет вид готового сайта, но без детальной проработки.

Во время создания прототипы работают непосредственно с композицией и компоновкой, подбором шрифтов.

На этапе финального дизайна нужно добавить цвета в прототип, выровнять все строго по сетке и подкорректировать отступы, добавить картинки и иконки туда, где они должны быть.

В процессе финального дизайна можно немного отступать от прототипа в пользу каких-то более эстетически привлекательных дизайн-решений.

### **Верстка макета веб-сайта для распространения материалов и текстур**

Процесс дизайна макета страницы плавно перетекает в процесс «оживления» сделанного на предыдущих этапах.

С помощью HTML появляется структура документа, а CSS – это уже его оформление [4,5]. При помощи CSS можно менять цвета, шрифты у текста, изменять положение элементов на странице, их размеры, задавать элементам рамки, границы и отступы. В проекте используется SCSS, который предназначен для увеличения уровня абстракции CSS-кода и упрощения файлов каскадных таблиц стилей [6].

Для оживления страниц используется Java Script [7,8]. С его помощью можно динамически управлять отображением и содержимым HTML-документов. Можно записывать в отображаемый на экран документ произвольный HTML-код в процессе синтаксического анализа загруженного браузером документа. С помощью объекта Document можно генерировать документы "с нуля" в зависимости от предыдущих действий пользователя или каких-либо иных факторов.

Java Script позволяет контролировать работу браузера. Например, объект Window поддерживает методы, позволяющие выводить на экран всплывающие диалоговые окна, создавать, открывать и закрывать новые окна браузера, задавать режимы прокрутки и размеры окон и т.д.

В ходе работы была сверстана Главная страница, показанная на рис. 1.

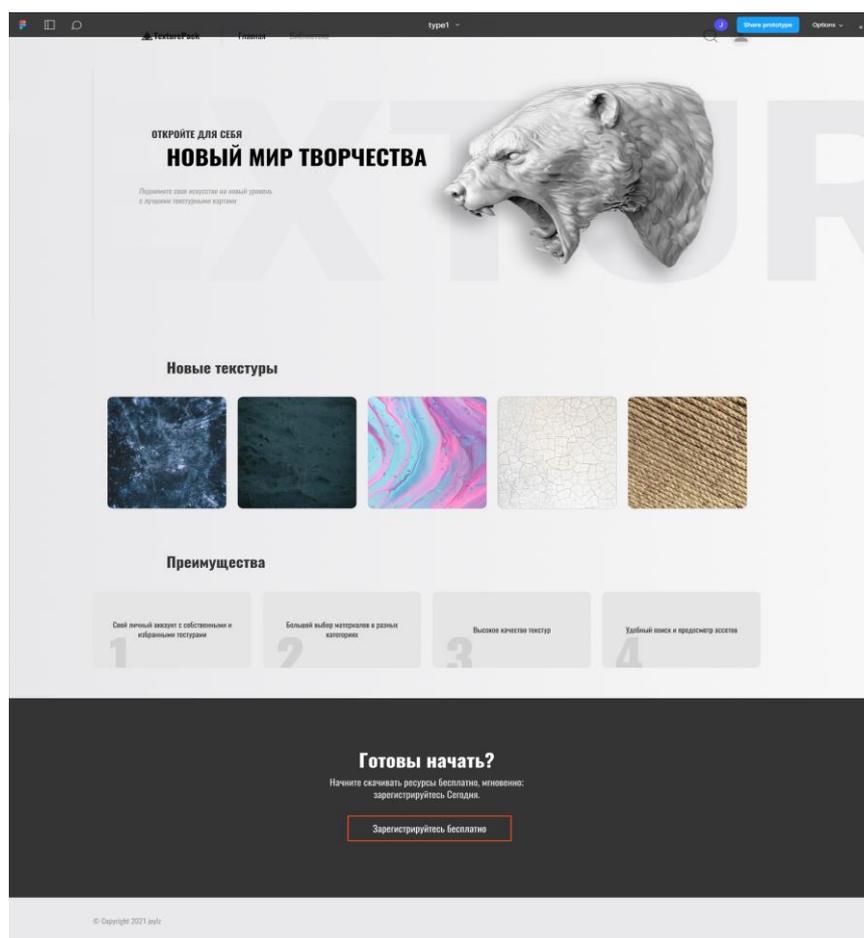


Рис. 1. Главная страница сайта

## Выводы

Дизайн сайта – это оформление контента, совокупность всех графических элементов на веб-странице. Раньше под веб-дизайном понимали исключительно визуальное оформление, но теперь на первый план вышло удобство пользователя, поэтому к задачам веб-дизайнера прибавились аналитика и грамотное структурирование информации на сайте.

Сайт – маркетинговый инструмент и представительство компании в интернете. Клиент, попавший на страницу, должен легко и быстро находить нужную информацию, в противном случае он просто уйдет к конкурентам.

SCSS это расширение CSS, которое придаёт мощи и элегантности этому простому языку. Sass даст вам возможность использовать переменные, вложенные правила, миксины,

инлайн-импорты и многое другое, всё с полностью совместимым с CSS синтаксисом. Sass помогает сохранять огромные таблицы стилей хорошо организованными, а небольшим стилям работать быстро.

JavaScript позволяет добавлять скрипты в HTML страницы, чтобы сделать ваш веб-сайт более динамичным и интерактивным. А также, создавать реакции на события, проверять правильность введенных данных в форму, и как заставить различные скрипты запускаться на выполнение в различных ситуациях.

WebGL позволяет браузеру запускать двухмерный и трехмерный рендеринг без установки дополнительных плагинов [9]. Это также позволяет браузеру использовать аппаратный графический процессор для выполнения графических вычислений вместо вашего процессора. Это означает, что графический рендеринг будет работать лучше и, что самое главное, будет работать.

Webpack – это инструмент, позволяющий скомпилировать, например, JavaScript модули в единый JS-файл. При большом количестве файлов он создает один объемный файл (или несколько файлов) для запуска вашего приложения.

Webpack не ограничивается одним лишь фронтендом, его также успешно применяют в бэкенд-разработке на Node.js. У Webpack есть предшественники, у которых он перенял многие идеи. Основное различие заключается в том, что те инструменты известны как task runners (такс-раннеры), в то время как Webpack ничто иное, как сборщик модулей.

Для того, чтобы сверстать самую обыкновенную интернет-страницу Вам может понадобиться только блокнот. Но если Вы заглядываетесь на более масштабные проекты, то здесь уже не обойтись без специализированных html-редакторов. По большей части профессионалами используются такие программы, как: Notepad++, Microsoft FrontPage, CoffeeCup HTML Editor и NetBeans. Чаще всего такие редакторы делятся на обычные и визуальные. Работая со вторыми, справиться сможет даже новичок. В проекте используется Visual Studio Code.

Использование методологии БЭМ позволило упростить разработку веб-страниц за счет «единого словаря терминологий» и единой структуры страницы [10, 11].

#### Литература

1. Лучшие дизайн Проекты [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://www.behance.net/>.
2. Figma: the collaborative interface design tool [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://www.figma.com/>
3. Обучающие уроки по Figma [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://figma.info/blog/lessons/>
4. Основы Sass [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://sass-scss.ru/>.
5. Руководство по HTML5 и CSS3 [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://metanit.com/web/html5/>.
6. Самоучитель CSS [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://htmlbook.ru/samcss>
7. Современный учебник JavaScript [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://learn.javascript.ru/>
8. Руководство по JavaScript [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://metanit.com/web/javascript/>.
9. «WebGL Beginner's Guide» Глава 1: Начиная работать с WebGL [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://habr.com/ru/post/198306/>.
10. БЭМ [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://ru.bem.info/>
11. Руководство к действию БЭМ [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://ru.bem.info/methodology/key-concepts/>

УДК 517.95

## КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЁДИНГЕРА НА КВАЗИМОДЕЛЬНЫХ РИМАНОВЫХ МНОГООБРАЗИЯХ

Рябошлыкова Д.К., Мазепа Е.А.

ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет»  
кафедра математического анализа и теории функций

Email: [daria\\_ryaboshlikova@volsu.ru](mailto:daria_ryaboshlikova@volsu.ru), [elena.mazepa@volsu.ru](mailto:elena.mazepa@volsu.ru)

### Аннотация:

*Рябошлыкова Д.К., Мазепа Е.А. Краевые задачи для неоднородного уравнения Шрёдингера на квазимодельных римановых многообразиях. В представленной работе изучаются вопросы разрешимости некоторых краевых задач, в частности задачи Дирихле, для неоднородного уравнения Шрёдингера на квазимодельных римановых многообразиях. Получены условия однозначной разрешимости рассматриваемых краевых задач.*

### Annotation:

*Ryaboshlykova D.K., Mazepa E.A. Boundary value problems for the inhomogeneous Schrodinger equation on quasi-model Riemannian manifolds. In this paper, we study the solvability of some boundary value problems, in particular the Dirichlet problem, for the inhomogeneous Schrodinger equation on quasi-model Riemannian manifolds. The conditions of unique solvability of the boundary value problems under consideration are obtained.*

### Общая постановка задачи.

Проблема разрешимости краевых задач для уравнений эллиптического типа (в частности, для уравнения Шрёдингера) одна из классических задач в теории уравнений математической физики. В своей классической постановке в ограниченной области  $G \subset R^2$  она звучит так: найти решение  $u \in C^2(G) \cap C^0(G)$  для уравнения Пуассона

$$\Delta u = f(x),$$

где  $f(x) \in C^{0,\alpha}(G)$ , удовлетворяющее условию  $u|_{\partial G} = \varphi$ , где  $\varphi \in C^0(\partial G)$ .

Однако более интересной является проблема разрешимости краевых задач в неограниченных областях  $R^n$  и некомпактных римановых многообразиях. Например, ранее в работе [2] были получены условия разрешимости краевых задач на римановых произведениях, а в [3] было исследовано поведение решений уравнения Пуассона на модельных многообразиях. Кроме того, в [3] были найдены точные условия однозначной разрешимости задачи Дирихле о восстановлении решений уравнения Пуассона по непрерывным граничным данным на «бесконечности».

В настоящей работе изучаются решения  $u \in C^2(M)$  неоднородного уравнения Шрёдингера:

$$Lu \equiv \Delta u - c(x)u = f(x), \tag{1}$$

где  $c(x), f(x) \in C^{0,\alpha}(G)$  для любого  $G \subset \subset M$ ,  $0 < \alpha < 1$ ,  $c(x) \geq 0$ , на некомпактных римановых многообразиях  $M$  следующего вида.

Пусть  $M$  – полное риманово многообразие без края, представимое в виде объединения  $M = B \cup D$ , где  $B$  – некоторый компакт, а область  $D$  изометрична произведению  $R_+ \times S_1 \times S_2 \times \dots \times S_k$  (где  $R_+ = (0; +\infty)$ ,  $S_i$  – компактные римановы многообразия без края) и имеет метрику

$$ds^2 = dr^2 + g_1^2(r)d\theta_1^2 + g_2^2(r)d\theta_2^2 + \dots + g_k^2(r)d\theta_k^2.$$

Здесь  $g_i(r)$  – положительные, гладкие на  $R_+$  функции, а  $d\theta_i^2$  – метрика на  $S_i$ . Пусть  $\dim S_i = n_i$ . Ясно, что  $\dim M = n_1 + n_2 + \dots + n_k + 1$ . Некомпактные римановы многообразия такого вида часто называют квазимодельными многообразиями (или римановыми произведениями). Всюду в дальнейшем будем считать, что на  $D$

$$c(r, \theta_1, \dots, \theta_k) \equiv c(r).$$

Введем обозначения:

$$I = \int_{r_0}^{\infty} \frac{1}{g_1^{n_1}(t) \dots g_k^{n_k}(t)} \left( \int_{r_0}^t c(z) g_1^{n_1}(z) \dots g_k^{n_k}(z) dz \right) dt,$$

$$I_i = \int_{r_0}^{\infty} \frac{1}{g_1^{n_1}(t) \dots g_k^{n_k}(t)} \left( \int_{r_0}^t \frac{g_1^{n_1}(z) \dots g_k^{n_k}(z)}{g_i^2(z)} dz \right) dt,$$

$$K = \int_{r_0}^{\infty} \frac{1}{g_1^{n_1}(t) \dots g_k^{n_k}(t)} dt,$$

где  $r_0 > 0, i = 1, \dots, k$ .

Из классической теории уравнений в частных производных известно, что существование решений краевых задач для неоднородных уравнений тесно связано с разрешимостью определенных краевых задач для соответствующих однородных уравнений.

Поэтому сформулируем утверждения, доказанные ранее в [1]-[2], для стационарного уравнения Шрёдингера

$$Lu \equiv \Delta u - c(x)u = 0,$$

где  $c(x) \geq 0$  в  $G, c(x) \in C^{0,\alpha}(G)$ .

### Теорема 1 ([1], [2]).

1) Пусть многообразии  $M$  таково, что  $I < \infty$  (если дополнительно  $c(x) \equiv 0$ , то  $K < \infty$ ),  $I_1 = \dots = I_s = \infty, I_i < \infty$  для всех  $i = s + 1, \dots, k, 0 \leq s \leq k$ . Тогда для любой непрерывной на  $S_1 \times S_2 \times \dots \times S_k$  функции  $\Psi(\theta_{s+1}, \dots, \theta_k)$  на  $M$  существует ограниченное решение стационарного уравнения Шрёдингера  $Lu = 0$  такое что

$$\lim_{r \rightarrow +\infty} u(r, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) = \Psi(\theta_{s+1}, \dots, \theta_k).$$

2) Пусть многообразии  $M$  таково, что  $I < \infty$  (если  $c(x) \equiv 0$ , то  $K < \infty$ ),  $I_1 = \dots = I_s = \infty, I_i < \infty$  для всех  $i = s + 1, \dots, k, 0 \leq s \leq k$ . Тогда для любых непрерывных на  $S_1 \times S_2 \times \dots \times S_k$  функций  $\Psi(\theta_{s+1}, \dots, \theta_k)$  и  $\chi(\theta_{s+1}, \dots, \theta_k)$  на  $M \setminus B$  существует ограниченное решение  $u(r, \theta_{s+1}, \dots, \theta_k)$  стационарного уравнения Шрёдингера  $Lu = 0$  с граничными условиями

$$u(r_0, \theta_{s+1}, \dots, \theta_k) = \chi(\theta_{s+1}, \dots, \theta_k), \lim_{r \rightarrow +\infty} u(r, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) = \Psi(\theta_{s+1}, \dots, \theta_k).$$

3) На  $M$  всякая ограниченная гармоническая функция тождественно равна константе тогда и только тогда, когда  $I_i = \infty$  для всех  $i = 1, \dots, k$ .

4) На  $M$  всякое ограниченное решение для стационарного уравнения Шрёдингера тождественно равно нулю тогда и только тогда, когда  $I = \infty$ .

### Основной результат.

Без ограничения общности будем полагать, что  $k = 2$  и на  $D$  выполнено условие  $f_1(r) \leq f(x) \leq f_2(r)$ , где  $f_i(x) \in C^{0,\alpha}(G)$  для любого  $G \subset \subset M, 0 < \alpha < 1$ .

Ключевым результатом, на основании которого получены условия разрешимости краевых задач для неоднородного уравнения, является первое утверждение теоремы 1. Кроме того, для доказательства был использован метод, подробно описанный в [2] и [3].

Введем дополнительные обозначения:

$$I_f = I + \int_{r_0}^{\infty} \frac{1}{g_1^{n_1}(t)g_2^{n_2}(t)} \left( \int_{r_0}^t \max_{j=1,2} |f_j(\xi)| g_1^{n_1}(\xi) g_2^{n_2}(\xi) d\xi \right) dt.$$

Сформулируем основной результат.

**Теорема 2.**

1) Пусть многообразие  $M$  и правая часть уравнения (1) таковы, что  $I_f < \infty$  и  $I_i < \infty$ . Тогда для любых функций  $\Phi(\theta_1, \theta_2) \in C(S_1 \times S_2)$  на  $M$  существует единственное решение  $u(x)$  уравнения (1) такое, что на  $D$  выполнено

$$\lim_{r \rightarrow \infty} u(r, \theta_1, \theta_2) = \Phi(\theta_1, \theta_2).$$

2) Пусть  $M$  и правая часть уравнения (1) таковы, что  $I_f < \infty$  и  $I_1 = \infty, I_2 < \infty$ . Тогда для любых функций  $\Phi(\theta_2) \in C(S_2)$  на  $M$  существует единственное решение  $u(x)$  уравнения (1) такое, что на  $D$  выполнено

$$\lim_{r \rightarrow \infty} u(r, \theta_1, \theta_2) = \Phi(\theta_2).$$

3) Пусть  $M$  и правая часть уравнения (1) таковы, что  $I_f < \infty$  и  $I_1 = I_2 = \infty$ . Тогда для любой константы  $C$  существует единственное решение  $u(x)$  уравнения (1) такое, что на  $D$  выполнено

$$\lim_{r \rightarrow \infty} u(r, \theta_1, \theta_2) = C.$$

Построение искомого решения происходит в несколько этапов. Опишем ход доказательства для первого утверждения теоремы. Сначала строим решения внешних краевых задач на квазимодельном конце  $D$  для произвольной константы  $A$

$$\begin{cases} Lu_{0i} = f_i(r), \\ u_{0i}(r_0, \theta_1, \theta_2) = A, \\ \lim_{r \rightarrow \infty} u_{0i}(r, \theta_1, \theta_2) = \Phi(\theta_1, \theta_2). \end{cases}$$

При этом каждое решение ищем в виде суммы  $u_{0i}(r, \theta_1, \theta_2) = u_1(r, \theta_1, \theta_2) + u_2(r)$ , где  $u_1(r, \theta_1, \theta_2)$  – решение краевой задачи на  $D$  для однородного уравнения

$$\begin{cases} Lu_1 = 0, \\ u_1(r_0, \theta_1, \theta_2) = A, \\ \lim_{r \rightarrow \infty} u_1(r, \theta_1, \theta_2) = \Phi(\theta_1, \theta_2), \end{cases}$$

а  $u_2(r)$  – радиально-симметричное решение однородной краевой задачи на  $D$  для неоднородного уравнения

$$\begin{cases} Lu_2 = f_i(r), \\ u_2(r_0) = 0, \\ \lim_{r \rightarrow \infty} u_2(r) = 0. \end{cases}$$

Существование решения  $u_1(r, \theta_1, \theta_2)$  следует из теоремы 1 (утверждение 2)). Построение решения  $u_2(r)$  осуществляется методом подробно описанном в работе [3] с учетом выполнения условий пункта 1) теоремы 2.

Следующий этап доказательства включает в себя построение решения  $u(x)$  на  $D$

$$\begin{cases} Lu_0 = f(r, \theta_1, \theta_2), \\ u_0(r_0, \theta_1, \theta_2) = A, \\ \lim_{r \rightarrow \infty} u_0(r, \theta_1, \theta_2) = \Phi(\theta_1, \theta_2) \end{cases}$$

такого что

$$u_{02}(r, \theta_1, \theta_2) \leq u_0(r, \theta_1, \theta_2) \leq u_{01}(r, \theta_1, \theta_2).$$

На заключительном этапе доказательства продолжаем решение  $u_0(r, \theta_1, \theta_2)$  с квазимодельного конца  $D$  на все многообразии  $M$  методом исчерпания, получаем искомое решение  $u(x)$ . Единственность решения следует из теоремы единственности для решений эллиптических дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка.

Аналогичным образом строятся решения во втором и третьем утверждении теоремы.

### Выводы.

При изучении вопросов разрешимости краевых задач для решений неоднородных эллиптических уравнений на некомпактных римановых многообразиях кроме непрерывности по Гельдеру на правую часть накладывают дополнительные условия. Так, например, в [3] требовалась достаточно высокая степень гладкости, а в [4] на правую часть уравнения Пуассона было наложено условие бесконечной дифференцируемости. В [5], дополнительно, была задана определенная скорость убывания правой части к нулю на "бесконечности". В [6] на правую часть уравнения было наложено условие неотрицательности, а в [7], дополнительно к непрерывности по Гельдеру, наложили условие ее ограниченности.

В данной работе были получены точные условия разрешимости краевых задач для неоднородного уравнения (1), при этом было ослаблено условий на гладкость правой части неоднородного уравнения за счет требования ее ограниченности сверху и снизу функциями, зависящими только от радиальной координаты.

Полученные результаты являются новыми и обобщают аналогичные результаты, полученные ранее А.Г. Лосевым и Е.А. Мазепой в работах [2,3], для неоднородного уравнения Шредингера на квазимодельных римановых многообразиях.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (правительственное задание № 0633-2020-0003).

### Литература

1. Лосев А.Г. О некоторых лиувиллевых теоремах на некомпактных римановых многообразиях [Текст] / А.Г. Лосев // Сиб. Мат. Журнал, 1998, т. 39, № 1, с. 87- 93.
2. Лосев А.Г. Ограниченные решения уравнения Шредингера на римановых произведениях [Текст] / А.Г. Лосев, Е.А. Мазепа // Алгебра и анализ, 2001, с. 84-110.
3. Лосев А.Г. О разрешимости задачи Дирихле для уравнения Пуассона на некоторых некомпактных римановых многообразиях [Текст] / А.Г. Лосев // Дифференциальные уравнения, 2017, т. 53, № 12, с. 1643-1652.
4. Cheng S.-Y. The Dirichlet problem at infinity for nonpositively curved manifolds [Text] / S.-Y. Cheng // Communications in analysis and geometry, 1983, v. 1, № 1, p. 101-112.
5. Munteanu O. The Poisson equation on complete manifolds with positive spectrum and applications [Text] / O. Munteanu, N. Sesum // Adv. in Math, 2010, v. 223, p. 198-219.
6. Ni L. Poisson equation, Poincare-Delong equation and curvature decay on complete Kahler manifolds / L. Ni, Y. Shi, L.-F. Tam // J. Diff. Geom, 2001, v. 57, p. 339-388.
7. Mastrolia P. Elliptic and parabolic equations with Dirichlet conditions at infinity on Riemannian manifolds [Electronic resource] / P. Mastrolia, D. D. Monticelli, F. Punzo // arXiv: 1511.09023v1, 2015, p. 1-15. Режим доступа: <https://archive.org/details/arxiv-1511.09023>.

УДК 517.984

## О НЕКОТОРЫХ УСЛОВИЯХ САМОСОПРЯЖЕННОСТИ БЛОЧНЫХ ЯКОБИЕВЫХ МАТРИЦ

Будыка В.С.

ГОУ ВПО «Донецкая академия управления и государственной службы  
при Главе Донецкой Народной Республики»  
кафедра высшей математики,  
ГУ «Институт прикладной математики и механики»  
отдел уравнений в частных производных  
E-mail: [budyka.vik@gmail.com](mailto:budyka.vik@gmail.com)

### Аннотация:

**Будыка В.С. О некоторых условиях самосопряженности блочных якобиевых матриц.** Работа посвящена бесконечным симметрическим блочным якобиевым матрицам  $J$  с  $p \times p$ -матричными элементами. Получены новые условия самосопряженности блочных якобиевых матриц.

### Annotation:

**Budyka V.S. On some conditions for self-adjointness of block Jacobi matrices.** Paper concerns with infinite symmetric block Jacobi matrices  $J$  with  $p \times p$ -matrix entries. New conditions for self-adjointness of block Jacobi matrices are obtained.

### Общая постановка проблемы

Проблема вычисления индексов дефекта якобиевых матриц является первой основной задачей, естественно возникающей, как в спектральной теории якобиевых матриц, так и в проблеме моментов. Эта проблема привлекла значительное внимание, особенно в течение последних двух десятилетий.

### Исследования

Рассмотрим блочные якобиевы матрицы

$$J = \begin{pmatrix} A_0 & B_0 & O_p & O_p & O_p & \dots & O_p & O_p & O_p & O_p & \dots \\ B_0^* & A_1 & B_1 & O_p & O_p & \dots & O_p & O_p & O_p & O_p & \dots \\ O_p & B_1^* & A_2 & B_2 & O_p & \dots & O_p & O_p & O_p & O_p & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots \\ O_p & O_p & O_p & O_p & O_p & \dots & B_{n-1}^* & A_n & B_n & O_p & \dots \\ \vdots & \ddots \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Здесь  $A_n = A_n^*$ ,  $B_n \in \mathbb{C}^{p \times p}$ ,  $\det B_n \neq 0$ ,  $n \in \mathbb{N}_0 := \mathbb{N} \cup \{0\}$ ,  $O_p$  – нулевая матрица, и  $\mathbb{C}^{p \times p}$  – множество всех  $p \times p$ -матриц с элементами из  $\mathbb{C}$ . С матрицей  $J$  ассоциируют минимальный якобиев оператор в  $l^2(\mathbb{N}_0; \mathbb{C}^p)$ . Оператор  $J$  симметричен, но не обязательно самосопряжен.

Доказательство следующих результатов существенно опирается на теоремы Като-Реллиха и Вюста.

**Теорема 1.** Пусть  $J$  – минимальный блочный якобиев оператор, ассоциированный с матрицей вида (1) и  $A = \text{diag} \{A_0, \dots, A_n, \dots\}$ ,  $\ker A = \{0\}$ . Пусть при некотором  $N \in \mathbb{N}_0$  выполнены неравенства

$$a_1(N) := \sup_{n \geq N} \left( \|A_n^{-1} B_n\| + \|A_n^{-1} B_{n-1}^*\| \right) < \infty, \quad (2)$$

$$a_2(N) := \sup_{n \geq N} \left( \|A_n^{-1} B_n\| + \|A_{n+2}^{-1} B_{n+1}^*\| \right) < \infty. \quad (3)$$

Если

$$\sqrt{a_1(N)a_2(N)} \leq 1, \quad (4)$$

то оператор  $J$  самосопряжен в  $l^2(\mathbb{N}_0; \mathbb{R}^p)$ . При этом  $\text{dom } J = \text{dom } A$ , если оценка (4) – строгая, т.е.  $\sqrt{a_1(N)a_2(N)} < 1$ .

**Следствие 1.** Пусть в условиях теоремы 1 выполнено хотя бы одно из условий:

- (i)  $a_1(N) \leq 1$  и  $a_2(N) \leq 1$ ;
- (ii)  $a_1(N) \leq 1$  и  $a_2(N) < 1$  ( $a_1(N) < 1$  и  $a_2(N) \leq 1$ ).

Тогда оператор  $J$  самосопряжен.

**Следствие 2.** Пусть  $J$  – минимальный блочный якобиев оператор, ассоциированный с матрицей вида (1) и  $\ker A = \{0\}$ . Тогда оператор  $J$  самосопряжен, т.е.  $J = J^*$ , если для некоторого  $N \in \mathbb{N}_0$  выполнены условия

$$\sup_{n \geq N} \|A_n^{-1} B_n\| \leq \frac{1}{2}, \quad \sup_{n \geq N} \|A_n^{-1} B_{n-1}^*\| \leq \frac{1}{2}.$$

**Теорема 2.** Пусть  $J$  – минимальный блочный якобиев оператор, ассоциированный с матрицей вида (1) и  $A = \text{diag} \{A_0, \dots, A_n, \dots\}$ ,  $\ker A = \{0\}$ . Пусть при некотором  $N \in \mathbb{N}_0$  выполнено хотя бы одно из условий:

$$\sup_{n \geq N} \left( \|A_n^{-1} B_n\|^2 + \|A_n^{-1} B_{n-1}^*\|^2 \right) \leq \frac{1}{2}, \quad (5)$$

$$\sup_{n \geq N} \left( \|A_n^{-1} B_n\|^2 + \|A_{n+2}^{-1} B_{n+1}^*\|^2 \right) \leq \frac{1}{2}. \quad (6)$$

Тогда оператор  $J$  самосопряжен в  $l^2(\mathbb{N}_0; \mathbb{R}^p)$ . и  $\text{dom } A \subseteq \text{dom } J =$ .

**Замечание 1.** 1) Теорема 2 показывает, что условия (5) и (6) более строгие, чем (2) и (3).

2) Условие (6) в случае строгого неравенства было доказано другим методом в [1]. А именно, доказательство в [1] существенно опирается на теорию матричных ортогональных полиномов второго рода.

3) Другие условия самосопряженности якобиевой матрицы  $J$  были получены в недавних публикациях Г. Свидерского и Б. Трояна [2] ( $p = 1$ ) и Г. Свидерского [3] ( $p > 1$ ).

Для доказательства следующего результата необходимо применить KLMN-теорему.

**Теорема 3.** Пусть  $J$  – минимальный блочный якобиев оператор, ассоциированный с матрицей вида (1) и диагональный оператор  $A$  – положительно определен, т.е.  $(Af, f) \geq m\|f\|^2$ ,  $f \in \text{dom } A$ ,  $m > 0$ . Если для некоторого  $N \in \mathbb{N}_0$  выполнено хотя бы одно из условий:

$$\sup_{n \geq N} \left( \|A_n^{-1/2} B_n A_{n+1}^{-1/2}\| + \|A_{n+2}^{-1/2} B_{n+1}^* A_{n+1}^{-1/2}\| \right) < 1, \quad (7)$$

$$\sup_{n \geq N} \left( \|A_n^{-1/2} B_n A_{n+1}^{-1/2}\|^2 + \|A_{n+2}^{-1/2} B_{n+1}^* A_{n+1}^{-1/2}\|^2 \right) < \frac{1}{2}, \quad (8)$$

$$\sup_{n \geq N} \|A_n^{-1/2} B_n A_{n+1}^{-1/2}\|^2 < \frac{1}{2}, \quad (9)$$

то оператор  $J$  самосопряжен в  $l^2(\mathbb{N}_0; \mathbb{C}^p)$ .

**Замечание 2.** Теорема 3 также верна в случае полуограниченного диагонального оператора  $A$ ,  $(Af, f) \geq c_0\|f\|^2$ ,  $c_0 \in \mathbb{R}$ . В этом случае матрицы  $A_n^{-1/2}$  в оценках (7) – (9) необходимо заменить на  $(A_n - c_0 I_p)^{-1/2}$ .

### Выводы

В данной работе получены новые условия нулевых индексов дефекта (самосопряженности) якобиевых матриц с матричными элементами. Данная работа основана на статьях [4] и [5].

### Литература

1. Бройтигам, И. Н., Мирзоев, К. А. О дефектных числах операторов, порожденных якобиевыми матрицами с операторными элементами [Текст] / И. Н. Бройтигам, К. А. Мирзоев // Алгебра и анализ, т. 30, вып. 4. – 2018. – С. 1–26.
2. Świdorski, G., Trojan, B. About essential spectra of unbounded Jacobi matrices [Text] / G. Świdorski, B. Trojan // J. Approx. Theory, vol. 278. – 2022. – Paper № 105746.
3. Świdorski, G. Spectral properties of block Jacobi matrices [Text] / G. Świdorski // Constr. Approx., vol. 48 (2). – 2018. – Pp. 301–335.
4. Будыка, В. С., Маламуд М. М. Самосопряженность и дискретность спектра блочных якобиевых матриц [Текст] / В. С. Будыка, М. М. Маламуд // Матем. заметки., вып. 108:3. – 2020. – С. 457–462.
5. Budyka, V. S., Malamud M. M. Deficiency indices and discreteness property of block Jacobi matrices and Dirac operators with point interactions [Text] / V. S. Budyka, M. M. Malamud // J. Math. Anal. Appl. vol. 506, № 1. – 2022. – Paper № 125582.

УДК 004.5

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ ПРИ СОЗДАНИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ

**Прокопенко Е.В., Калмыков Д.Е.**

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
[prokopenko1515@rambler.ru](mailto:prokopenko1515@rambler.ru)

### **Аннотация:**

*Е.В.Прокопенко, Д.Е.Калмыков. Анализ современных средств разработки при создании пользовательских интерфейсов. Рассмотрены возможности изучения современных средств разработки, используемых при создании пользовательского интерфейса, разработке архитектуры web-сайтов, выделение преимуществ и недостатков представленных средств.*

### **Annotation:**

*Prokopenko E.V., D.E. Kalmykov. Analysis of modern development tools when creating user interfaces. The possibilities of studying modern development tools used in creating a user interface, developing the architecture of websites, highlighting the advantages and disadvantages of the presented tools are considered.*

### **Общая постановка проблемы**

Представим такую ситуацию, когда человек хочет арендовать квартиру, но для этого необходимо просмотреть большое количество объявлений: у вас есть компьютер с выходом в Интернет, вы знаете адрес другого, более мощного компьютера, который хранит огромное множество объявлений. Если представить, что привычных сайтов не существует и вы не можете, например, посмотреть объявления на карте, отфильтровать ненужные, заполнив удобную форму, вам придётся самим составлять сетевой запрос и разбираться в том, как и куда отправлять данные.

В настоящее время инженеры придумали браузеры, а веб-технологии развиваются, и вам достаточно лишь воспользоваться удобным интерфейсом, который предоставляют разработчики разных компаний. Осталось сделать пару кликов, и нужная информация найдена.

Фронтенд-разработчиками называют программистов, которые отвечают за создание такой внешней стороны (англ. front end) веб-сайтов. Это клиентская часть сайта, с которой пользователь непосредственно взаимодействует на своем компьютере или телефоне (клиенте).

Многим известно, что сайты включают в себя разметку и стили, которые необходимы, чтобы обеспечить понятную структуру страницы и дизайн, однако фронтенд-разработка этим не ограничивается. Большинство сайтов, которыми мы постоянно пользуемся, это полноценные веб-приложения: почта, онлайн-банк, онлайн-кинотеатры, редакторы фото, заметки. Чтобы такие приложения работали, фронтенд-разработчики добавляют программный код, который выполняется в браузере, реализует нужную функциональность и, при необходимости, взаимодействует с сервером, динамически получая нужную информацию. [1]

### **Постановка задачи.**

Целью данной работы является изучение современных средств разработки, используемых при создании пользовательского интерфейса, разработке архитектуры web-

сайтов, выделение преимуществ и недостатков представленных средств. В данной статье сделаем обзор современных средств обработки.

1. **jQuery** — это замечательный JavaScript Framework, который подкупает своей простотой в понимании и удобством в использовании. Это быстрая, лёгкая и многофункциональная JavaScript библиотека, основанная на принципе «пиши меньше, делай больше».

Её создал Джон Резиг в начале 2006 года. В настоящее время jQuery разрабатывается и поддерживается распределенной группой разработчиков как проект с открытым исходным кодом.

### Преимущества и недостатки jQuery

Преимущества, которые даёт нам библиотеки jQuery при её использовании для написания клиентских сценариев:

- компактность кода. Позволяет писать код более компактно чем на чистом JavaScript, т.е. за гораздо меньшее количество строк кода.
- простой и понятный синтаксис. Значительно упрощает написание многих вещей, например, таких как манипулирование DOM элементами, обработку событий, добавление эффектов анимации на страницу, AJAX запросов и т.д.
- кроссбраузерность. Код написанный на jQuery будет гарантированно работать во всех основных браузерах. В то время как код, написанный на чистом JavaScript надо будет однозначно проверять во всех браузерах. Т.к. некоторые фрагменты кода могут не поддерживаться и их реализацию для этих браузеров нужно будет выполнять как-то по-другому, или например, использовать полифиллы.
- открытый код. Библиотека jQuery является полностью бесплатной как для личных, так и для коммерческих проектов.

Кроме преимуществ, приведённых выше, у библиотеки jQuery имеются конечно и недостатки.

К недостаткам jQuery можно отнести то, что она может немного увеличивать скорость загрузки веб-страницы (её сжатый размер составляет около 30КБ), а также немного снижать производительность выполнения кода, чем если он был бы написан на чистом JavaScript.

## 2. REACT.JS

С технической точки зрения фронтенд-часть приложения — это набор файлов, среди которых есть файлы HTML, CSS и JavaScript, картинки и т.п. Работу с CSS и HTML относят к вёрстке, JavaScript — к программированию.

Оба этих направления предлагают большое количество инструментов и технологий для работы, активно развиваются и требуют большого количества знаний. Особенно это относится к JavaScript, на котором написано гигантское количество фреймворков и библиотек для «всё более эффективного» создания веб-приложений.

Воспользуемся аналитикой Google запросов за последний 5 лет, отследив запросы по самым популярным JavaScript фреймворкам и библиотекам:

За последние несколько лет пользователи Google больше всего искали React.js, это приводит нас к выводу, что React пользуется высокой репутацией среди программистов.

React - это декларативная, эффективная и гибкая библиотека JavaScript для создания пользовательских интерфейсов (UI). Она позволяет вам создавать сложные пользовательские интерфейсы из небольших и изолированных частей кода, называемых «компонентами». React разрабатывается и поддерживается Facebook, Instagram и сообществом отдельных разработчиков и корпораций.

Фреймворк был разработан, чтобы позволить дизайнерам и разработчикам создавать современные графические интерфейсы приложений. React.js использует компоненты, которые значительно улучшают весь процесс создания веб-проекта. Благодаря своей

высокой эффективности этот JS-фреймворк идеально подходит для приложений с высокой посещаемостью. Как Netflix, Dropbox или Pinterest, которые все основаны на React.js.

#### **Преимущества React:**

- Легко изучить, благодаря простому дизайну, использованию JSX (HTML-подобный синтаксис) для шаблонов и очень подробной документации. Разработчики тратят больше времени на написание современного JavaScript и меньше беспокоятся о коде, специфичном для фреймворка.
- Очень быстрая, благодаря реализации React Virtual DOM и различным оптимизациям рендеринга.
- Отличная поддержка рендеринга на стороне сервера, что делает его мощной платформой для контент-ориентированных приложений.
- Первоклассная поддержка Progressive Web App (PWA) благодаря генератору приложений `create-react-app`.
- Привязка данных является односторонней, что означает меньше нежелательных побочных эффектов.
- Redux, самая популярная платформа для управления состоянием приложений в React, ее легко учить и использовать.
- React реализует концепции функционального программирования (FP), создавая простой в тестировании и многократно используемый код.
- Приложения могут быть созданы с помощью TypeScript или Facebook's Flow, имеющими встроенную поддержку JSX.
- Переход между версиями, как правило, очень прост: Facebook предоставляет «кодовые модули» для автоматизации большей части процесса.
- Навыки, полученные в React, могут быть применены к разработке на React Native.

#### **Недостатки**

- React не однозначен и оставляет разработчикам возможность выбирать лучший способ развития. Это может быть решено сильным лидерством проекта и хорошими процессами.
- Сообщество делится по способам написания CSS в React, которые разделяются на традиционные таблицы стилей (CSS Modules) и CSS-in-JS (т.е. Emotion и Styled Components).
- React отходит от компонентов на основе классов, что может стать препятствием для разработчиков, которым более комфортно работать с объектно-ориентированным программированием (ООП).
- Смешивание шаблонов с логикой (JSX) может сбить с толку некоторых разработчиков при первых знакомствах с React.

### **3. WEBPACK**

При создании приложений разработчики делят код на части (модули), подключают дополнительные обработчики кода, настраивают приложения для различных окружений (development и production). Чтобы это было возможным, а нам не пришлось вручную подключать модули в HTML-файле в нужном порядке и следить за изменениями, в приложениях используются сборщики модулей (бандлеры).

Сборщики подключают и комбинируют модули и их зависимости в один или несколько файлов в правильном порядке, а также позволяют дополнительно преобразовывать код.

**Webpack** — один из самых популярных сборщиков модулей. Это помощник разработчиков, несмотря на то, что по началу он может показаться достаточно сложным. Его гибкость позволяет настроить сборку с использованием огромного множества плагинов и загрузчиков (пре- и пост- процессоров CSS и HTML, Babel и др.), оптимизировать ресурсы,

быстро подгружать изменения в процессе разработки с помощью hot module replacement, и многое другое.

Вебпак на данный момент является одним из самых мощных подобных модульных сборщиков. Он имеет открытый исходный код и позволяет решать большое количество задач. Как и другие инструменты разработчика, вебпак имеет свои плюсы и минусы.

**Начнем с плюсов:** он отлично подходит для работы с одностраничными приложениями. Также вебпак может осуществлять продвинутое разделение кода. Из-за этих и других преимуществ он является одним из наиболее популярных инструментов JS-разработки на данный момент.

**Минусы:** сложно разобраться в его работе, часть документации устарела из-за большого количества изменений в обновлениях.

#### 4. AJAX

Это аббревиатура, которая означает Asynchronous Javascript and XML. На самом деле, AJAX не является новой технологией, так как и Javascript, и XML существуют уже довольно продолжительное время, а AJAX — это синтез обозначенных технологий. AJAX чаще всего ассоциируется с термином Web 2.0 и преподносится как новейшее Web-приложение.

При использовании AJAX нет необходимости обновлять каждый раз всю страницу, так как обновляется только ее конкретная часть. Это намного удобнее, так как не приходится долго ждать, и экономичнее, так как не все обладают безлимитным интернетом. Правда в этом случае, разработчику необходимо следить, чтобы пользователь был в курсе того, что происходит на странице. Это можно реализовать с использованием индикаторов загрузки, текстовых сообщений о том, что идёт обмен данными с сервером. Необходимо также понимать, что не все браузеры поддерживают AJAX (старые версии браузеров и текстовые браузеры). Плюс Javascript может быть отключен пользователем. Поэтому, не следует злоупотреблять использованием технологии и прибегать к альтернативным методам представления информации на Web-сайте.

##### **Обобщим достоинства AJAX:**

- Возможность создания удобного Web-интерфейса
- Активное взаимодействие с пользователем
- Частичная перезагрузка страницы, вместо полной
- Удобство использования

AJAX использует два метода работы с веб-страницей: изменение Web-страницы не перезагружая её, и динамическое обращение к серверу. Второе может осуществляться несколькими способами, в частности, XMLHttpRequest, о чем мы и будем говорить, и использование техники скрытого фрейма.

Выделим достоинства и недостатки данной технологии:

##### **Плюсы использования:**

• Экономичность. Ввиду того, что при запросе AJAX-страницы серверу нет необходимости заново «перегружать» весь контент и повторно генерировать всю страницу, а только часть ее (ту, которая изменяется/подгружается AJAX-скриптом), происходит значительная экономия web-трафика и снижается количество запросов-обращений на сервер.

• Снижение серверной нагрузки. Данное преимущество вытекает из первого, когда за счет снижения количества запросов, посылаемых на сервер, снижается и нагрузка. Это особенно актуально на крупных сайтах, где количество генерируемых запросов пользователями может стать серьезной проблемой, ставящей под угрозу работоспособность.

• Ускорение загрузки страницы. Отсутствие необходимости в перезагрузке страницы, позволяет добиться того, что конечный пользователь, значительно быстрее увидит результат своего взаимодействия с интернет-ресурсом.

В то же время AJAX может в буквальном смысле «похоронить» всю работу SEO-специалиста при некорректном использовании. Поэтому о минусах использования данной технологии говорят обычно именно оптимизаторы.

**Минусы использования:**

- Страницы сайта не индексируются поисковыми системами. Это одна из основных проблем использования AJAX. Особенно она актуальна, если принимается решение о реализации динамической подгрузки содержимого на уже оптимизированных сайтах. Некорректное использование может привести к тому, что проиндексированные страницы, которые и создают трафик, просто исчезнут из результатов поиска.

- Искажение данных статистики. Так как поисковые системы перестают «видеть» AJAX-страницы, данные от счетчиков, установленных на них, передаются некорректно. Для крупных ресурсов, особенно работающих в нише e-commerce, это такая же большая потеря, как и исчезновение посадочных страниц из выдачи.

Мы рассмотрели некоторые, одни из наиболее популярных, средства разработки web-приложений, подчеркнули их достоинства и выделили недостатки. Фреймворки JavaScript постоянно развиваются. И для веб-приложений, и для мобильных. Все они предоставляют различные библиотеки, функции и расширения. Некоторые подходят для одностраничных веб-приложений, другие лучше работают с более крупными проектами.

Окончательное решение по-прежнему остается за вами, независимо от того, для чего вы планируете использовать фреймворки. Не стоит полагаться только на популярность веб-фреймворка. Наиболее правильным решением будет выбирать фреймворки, которые удовлетворят ваши потребности.[2,3]

**Выводы**

В данной статье рассмотрены одни из наиболее популярных, средства разработки web-приложений, подчеркнули их достоинства и выделили недостатки. Фреймворки JavaScript постоянно развиваются. И для веб-приложений, и для мобильных. Все они предоставляют различные библиотеки, функции и расширения. Некоторые подходят для одностраничных веб-приложений, другие лучше работают с более крупными проектами. Окончательное решение по-прежнему остается за вами, независимо от того, для чего вы планируете использовать фреймворки. Не стоит полагаться только на популярность веб-фреймворка. Наиболее правильным решением будет выбирать фреймворки, которые удовлетворят ваши потребности.

## Литература

1. Тузовский, А. Ф. Проектирование и разработка web-приложений : учебное пособие / А. Ф. Тузовский. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 219 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/34702.html> (дата обращения: 12.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Лучанинов, Д. В. Основы разработки web-сайтов образовательного назначения : учебное пособие / Д. В. Лучанинов. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 105 с. — ISBN 978-5-4486-0174-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70775.html> (дата обращения: 12.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/70775>
3. Сычев, А. В. Web-технологии / А. В. Сычев. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 184 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/56344.html> (дата обращения: 05.12.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

УДК 004.5

## ТЕХНИЧЕСКИЙ АУДИТ САЙТА

**Прокопенко Е.В., Рогозин В.В.**

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
[prokopenko1515@rambler.ru](mailto:prokopenko1515@rambler.ru)

### **Аннотация:**

**Е.В.Прокопенко, В.В.Рогозин. Технический аудит сайта.** Рассмотрены возможности проведения технического аудита сайта и приведены различные виды технических аудитов на основе обзора каждого аудита. В статье даны выводы о применении технических аудитов.

### **Annotation:**

**Prokopenko E.V., V.V. Rogozin. Website technical audit.** The possibilities of conducting a technical audit of the site are considered and various types of technical audits are given based on a review of each audit. The article gives conclusions about the application of technical audits.

### **Общая постановка проблемы**

Техническая сторона сайта имеет большое влияние на эффективное функционирование ресурса, а также на быстроту и качество его продвижения в поисковых системах. Даже одна незначительная, на первый взгляд ошибка, может привести к достаточно серьезным последствиям, вплоть до исключения ресурса из индекса поисковиков. Чтобы этого избежать, проводится технический аудит сайта – комплекс работ, позволяющих определить и устранить программные и технические неполадки или «уязвимые места» сайта.

Небольшой пример: один из сайтов туристической тематики достаточно плохо индексировался в поисковой системе Яндекс. После проведения технического аудита было выявлено, что хостинг, на котором расположен сайт, выбран крайне неудачно: сервер хостинга регулярно давал сбой, и в то время как поисковый робот пытался зайти на ресурс, последний оказывался недоступным. Кроме этого, время загрузки страниц превышало допустимую норму, так как подолгу не удавалось установить связь с сервером. Как только все эти ошибки были устранены, сайт вновь занял те позиции в поисковой системе, которые некогда утратил. [1]

### **Постановка задачи.**

Технический аудит условно разделяется на две категории – начальный, более общий и подробный, более детальный и глубокий. Начальный включает в себя следующие виды работ:

- анализ качества и количества внешних ссылок на ресурс,
- диагностика количества страниц сайта, попавших в индекс поисковых систем Яндекс и Google,
- исследование показателей сайта: возраст, ТИЦ и PR, наличие в Яндекс.Каталоге и пр.,
- проверка количества релевантных страниц ресурса по тематическим запросам в сравнении с сайтами-конкурентами,
- анализ тайтлов (заголовков окна), мета-тегов (описание страниц, ключевых слов и т.д.).

Часто уже начального аудита достаточно, чтобы обнаружить какие-то системные ошибки или проблемы в технической стороне сайта. Если после устранения выявленных

недочетов, сайт по-прежнему не выходит на продвигаемые позиции (при учете грамотного продвижения, конечно), это может свидетельствовать о наличии еще более серьезных упущений и необходимости более глубокого анализа ресурса.

#### **Глубокий технический аудит**

Включает в себя такие виды работ как:

- анализ программной части, в том числе кода и соответствия сайта стандартам W3C,
- проверка настроек сервера,
- диагностика работы хостинга,
- диагностика ошибок навигации сайта,
- проверка ресурса на наличие несуществующих страниц и диагностика 404-ошибки,
- анализ структуры данных,
- диагностика всей системы управления ресурсом,
- анализ robots.txt,
- диагностика верстки сайта,
- анализ скорости загрузки страниц,
- анализ корректной работы отдельных сервисов ресурса,
- диагностика оптимизации графических элементов, включая flash-анимацию.

Это далеко не полный перечень работ, который может включать технический аудит.

Если заказывать данную процедуру в сторонней организации, специалисты по окончании диагностики обязаны предоставить подробный отчет с указанием всех обнаруженных ошибок и рекомендациями по их скорейшему устранению.

#### **Некоторые примеры технического аудита**

**Описание проблемы №1:** поисковая система Google индексировала только главную страницу сайта, почему-то «пропуская» все остальные, в то время поисковик Яндекс по тем же самым запросам выводил все страницы сайта.

**Решение:** как только был проведен аудит, была обнаружена программная ошибка в CMS: ее результатом стало появление огромного дублей внутренних страниц. Неполадка была исправлена настройкой 404 ошибки и результат не заставил себя долго ждать. Через некоторое время сайт начал появляться в поисковой системе Google по продвигаемым запросам.

**Описание проблемы №2:** выкладывая редизайн сайта, разработчика ресурса перенесли файл robots.txt вместе с новой версией, файл запрещал индексацию данной версии, пока она находилась в разработке.

**Решение:** Своевременный технический аудит (тотчас после обновления сайта) позволил определить этот недочет и устранить его. Благодаря этому удалось избежать выпадения ресурса из индексации и не потерять уже занятые позиции.

#### **Некоторые рекомендации по самостоятельному техническому аудиту сайта**

Если вы решили провести базовый аудит самостоятельно, внимательно ознакомьтесь с приведенными ниже рекомендациями по проверке ключевых технических моментов сайта:

1. Проверка показателей сайта (информации о домене). Проверка позволяет определить возраст сайта, наличие верификации, период продления и т.д. вплоть до употребления ключевого слова в названии сайта. Лучшим помощником в этом может выступить whois-сервис (<https://pr-cy.ru/whois>): пройдя по данной ссылке, введите в открывшемся окне наименование нужного домена вместо site.ru.

Небольшие пояснения:

- created — дата регистрации домена. Любая поисковая система охотнее ранжирует те сайты, которые зарегистрированы как можно раньше («возраст» придает ресурса авторитетности),

- paid-till — дата, до которой домен оплачен. Этот аспект важен для оптимизаторов, которые берутся за продвижение: чтобы не возникло недоразумений, лучше заранее выяснить, до какого времени оплачен домен.

- строка verified или unverified — говорит о том, верифицирован ли домен (то есть html и CSS кода сайта соответствует мировым стандартам). Если не верифицирован, это может создать в дальнейшем большие сложности.

## 2. Проверка хостинга.

Чтобы определить скорость загрузки и работы сайта, есть много сервисов. Один из самых известных - [https://pr-cy.ru/speed\\_test](https://pr-cy.ru/speed_test) (он позволяет одновременно проверить до 10 сайтов). В зависимости от цвета, который будет показан вам после проверки, можно будет говорить о качестве загрузки сайта:

- светло-зеленый – сайт загружается нормально,

- светло-красный – со скоростью есть некоторые проблемы, нужно разбираться.

Приемлемой считается загрузка хостинга в течение 3 секунд.

Чтобы узнать о наличии сбоев в работе сервера, нужно посмотреть логи ошибок (прочитать о них можно в разделе FAQ на сайте вашего хостера).

## 3. Проверка файла robots.txt.

Чтобы узнать, есть ли данный файл на сайте вообще, введите в адресной строке «site.ru/robots.txt», где вместо site.ru будет стоять проверяемый вами адрес. Если файл не сможет открыться, значит, он отсутствует и его нужно создавать.

Этот файл нужен для управления индексацией поисковыми системами. Таким образом, вы даете поисковому роботу необходимые указания, что нужно индексировать, а что нет.

Файл robots.txt нужно создавать корректным, так как можно допустить некоторые ошибки, которые вообще могут запретить индексацию всего сайта. Без грамотного файла robots.txt поисковые роботы просто не смогут провести качественную индексацию ресурса.

Если файл есть, проанализировать качество его составления можно, например, на [сервисе от Яндекса](#).

## 4. Проверка HTML-кода.

Ошибки в коде HTML влияют на качество индексации сайта, то есть на его продвижение в целом. Поэтому необходимо анализировать код на наличие ошибок. Самый простой и популярный способ узнать подробности составления HTML-кода – проверить его на валидность через [W3C Validator](#). Если страница не валидна, необходимо выявить ошибки и устранить их, переписав код. Конечно, не стоит доискиваться самых мелких ошибок, но таких грубых и очевидных, как неправильная кодировка, отсутствие декларации или незакрытые теги, стоит избегать.

## **Программы, которые могут помочь в самостоятельном техническом аудите сайта.**

Существует множество программ, с помощью которых можно проанализировать техническую сторону вашего сайта. Есть программы платные (NetPeak Spider, Screamingfrog и др.), есть бесплатные (Xenu, RDS бар, SiteAnalyzer и др.), все они помогут выявить и впоследствии устранить технические ошибки, которые мешают продвижению.

NetPeak Spider и Screamingfrog имеют понятный интерфейс и подойдут как для рядового пользователя, так и для продвинутого. Результаты аудита с помощью этих программ можно выгрузить в виде таблицы Excel, это сильно ускоряет обработку результатов. Программы показывают, на всех ли страницах прописаны метатеги title и description, уникальны ли они в пределах ресурса. Также можно выявить дубли страниц, которые вам предложат или удалить, или закрыть от индексации поисковыми системами с помощью robots.txt.

RDS бар - это плагин для Chrome, Firefox и Opera. Его установка занимает меньше времени, чем установка упомянутых выше программ. Плагин предлагает более 60 параметров, по которым может быть проанализирована страница, причем вы можете выбрать именно те параметры, которые интересны вам, а также добавить новые с помощью кнопки “Я хочу новый параметр!”.

SiteAnalyzer - это веб-краулер, позволяющий сканировать сайты и проверять их основные технические и SEO-параметры на предмет ошибок и эффективно их исправлять. Программа имеет внушительный набор параметров по которым будет проводиться анализ сайта.

На данный момент имеется огромное количество разнообразных платных и бесплатных программ, в основной своей сути они все похожи, так что выбрать какой именно программой или сервисом пользоваться не составит труда.

### **Выводы**

В целом, технический аудит сайта сегодня можно проводить самостоятельно, прибегая к помощи бесплатных или платных сервисов и программ. Но делать это нужно как можно раньше, желательно еще до того, как сайт будет выведен для продвижения в поисковые системы. А лучше всего – на этапе завершения работ над созданием ресурса, когда есть время исправить ошибки без особых потерь для ранжирования.[2,3]

### **Литература**

1. Тузовский, А. Ф. Проектирование и разработка web-приложений : учебное пособие / А. Ф. Тузовский. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 219 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/34702.html> (дата обращения: 12.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
2. Лучанинов, Д. В. Основы разработки web-сайтов образовательного назначения : учебное пособие / Д. В. Лучанинов. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 105 с. — ISBN 978-5-4486-0174-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70775.html> (дата обращения: 12.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/70775>
3. Сычев, А. В. Web-технологии / А. В. Сычев. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 184 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/56344.html> (дата обращения: 05.12.2019). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

УДК 004.5

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАТФОРМЫ DEDUCTOR STUDIO ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ДАННЫХ

Прокопенко Е.В., Букша Д.Р.

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта

[prokopenko1515@rambler.ru](mailto:prokopenko1515@rambler.ru)

### **Аннотация:**

*Е.В.Прокопенко, Д.Р.Букша. Применение платформы DEDUCTOR STUDIO для обработки и восстановления результатов измерения данных. Рассмотрены возможности анализа данных, которые не соответствуют определенным критериям качества. Предварительная обработка таких данных становится необходимым шагом для обеспечения удовлетворительного результата анализа. Необходимость в предварительной обработке возникает независимо от того, какие алгоритмы и технологии используются. В данной статье для обработки таких данных применяется платформа DEDUCTOR STUDIO.*

### **Annotation:**

*Prokopenko E.V., D.R. Buksha. Application of the DEDUCTOR STUDIO platform for processing and restoring data measurement results. The possibilities of analyzing data that do not meet certain quality criteria are considered. Pre-processing of such data becomes a necessary step to ensure a satisfactory analysis result. The need for pre-processing arises regardless of which algorithms and technologies are used. In this article, the DEDUCTOR STUDIO platform is used to process such data.*

### **Общая постановка проблемы**

Если анализируемые данные не соответствуют определенным критериям качества, то их предварительная обработка становится необходимым шагом для обеспечения удовлетворительного результата анализа. Необходимость в предварительной обработке возникает независимо от того, какие алгоритмы и технологии используются. Также эта задача может представлять самостоятельную ценность в областях, не имеющих непосредственное отношение к анализу данных. Очевидно, что исходные данные чаще всего нуждаются в очистке.

Задач, решаемых на этапе очистки данных множество: аномалии, пропуски, шумы и прочие.

В процессе парциальной обработки восстанавливаются пропущенные данные, редактируются аномальные значения, проводится спектральная обработка. В Deductor Studio при этом используются алгоритмы, в которых каждое поле анализируемого набора обрабатывается независимо от остальных полей, то есть данные обрабатываются по частям. По этой причине такая предобработка получила название парциальной. В числе процедур предобработки данных, реализованных в Deductor Studio, входят сглаживание, удаление шумов, редактирование аномальных значений, заполнение пропусков в рядах данных.

Часто бывает так, что в столбце некоторые данные отсутствуют в силу каких-либо причин (данные неизвестны, либо их забыли внести и т.п.). В программе предусмотрено два способа заполнения пропущенных данных:

-аппроксимация – пропущенные данные восстанавливаются методом аппроксимации.

-максимальное правдоподобие – алгоритм подставляет наиболее вероятные значения вместо пропущенных данных.

### Постановка задачи.

Рассмотрим применение парциальной обработки данных на примере восстановления массива значений измерений, полученных при построении функции  $Y = \cos(x)$  на отрезке от 0 до 3,14. Шаг изменения аргумента  $x - 0,1$ .

Исходные данные были подготовлены в виде таблицы значений функции на листе Excel

x	Y = cos(x)
0,1	1,00
0,2	0,98
0,3	0,96
0,4	0,92
0,5	0,88
0,6	0,83
0,7	0,76
0,8	0,70
0,9	0,62
1	0,54
1,1	0,45
1,2	0,36
1,3	0,27
1,4	0,17
1,5	0,07
1,6	-0,03
1,7	-0,13
1,8	-0,23
1,9	-0,32
2	-0,42
2,1	-0,50
2,2	-0,59

Рис.1. Фрагмент листа Excel с исходными данными

В исходном файле данных удалили 5 - 6 значений функции  $Y$ . Например, для  $x = 0,4; 0,7; 1,3; 2,0; 2,4; 3,0$ . Полученные измененные данные вставили в область блокнота в виде таблицы. Это показано на рисунке 2.

x	Y = cos(x)
0,1	1,00
0,2	0,98
0,3	0,96
0,5	0,88
0,6	0,83
0,7	
0,8	0,70
0,9	0,62
1	0,54
1,1	0,45
1,2	0,36
1,3	
1,4	0,17
1,5	0,07
1,6	-0,03
1,7	-0,13
1,8	-0,23
1,9	-0,32
2	
2,1	-0,50
2,2	-0,59
2,3	-0,67

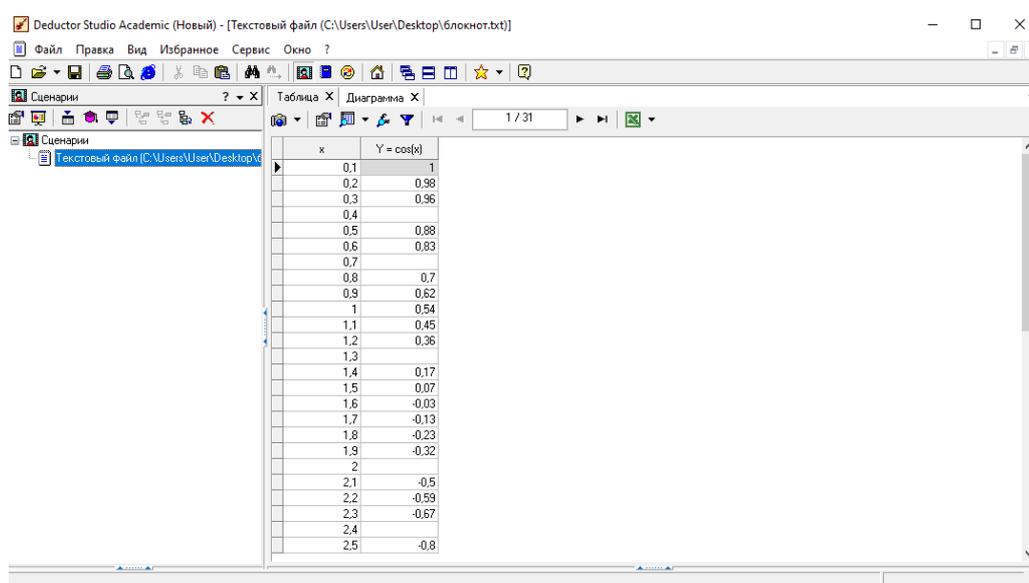
Рис.2. Фрагмент области блокнота с пропущенными данными

Используя платформу *Deductor studio* с помощью Мастера импорта импортируем данный файл. После импорта файла с пропущенными данными и построением диаграммы для данного файла получаем результаты, представленные на рисунках 3 и 4.

Для восстановления данных используем так называемую спектральную обработку данных, которая находится в мастере обработки платформы *Deductor studio*. Фрагмент данного окна показан на рисунке 5.

Парциальная обработка обеспечивает сглаживание путем удаление шумов из исходного набора данных. Виды спектральной обработки:

- Сглаживание данных путем указания полосы пропускания;
- Вычитание шума путем указания степени его вычитания;



x	Y = cos(x)
0.1	1
0.2	0.98
0.3	0.96
0.4	0.92
0.5	0.88
0.6	0.83
0.7	0.77
0.8	0.7
0.9	0.62
1	0.54
1.1	0.45
1.2	0.36
1.3	0.26
1.4	0.17
1.5	0.07
1.6	-0.03
1.7	-0.13
1.8	-0.23
1.9	-0.32
2	-0.42
2.1	-0.5
2.2	-0.59
2.3	-0.67
2.4	-0.75
2.5	-0.8

Рис.3. Фрагмент области платформы *Deductor studio* с пропущенными данными

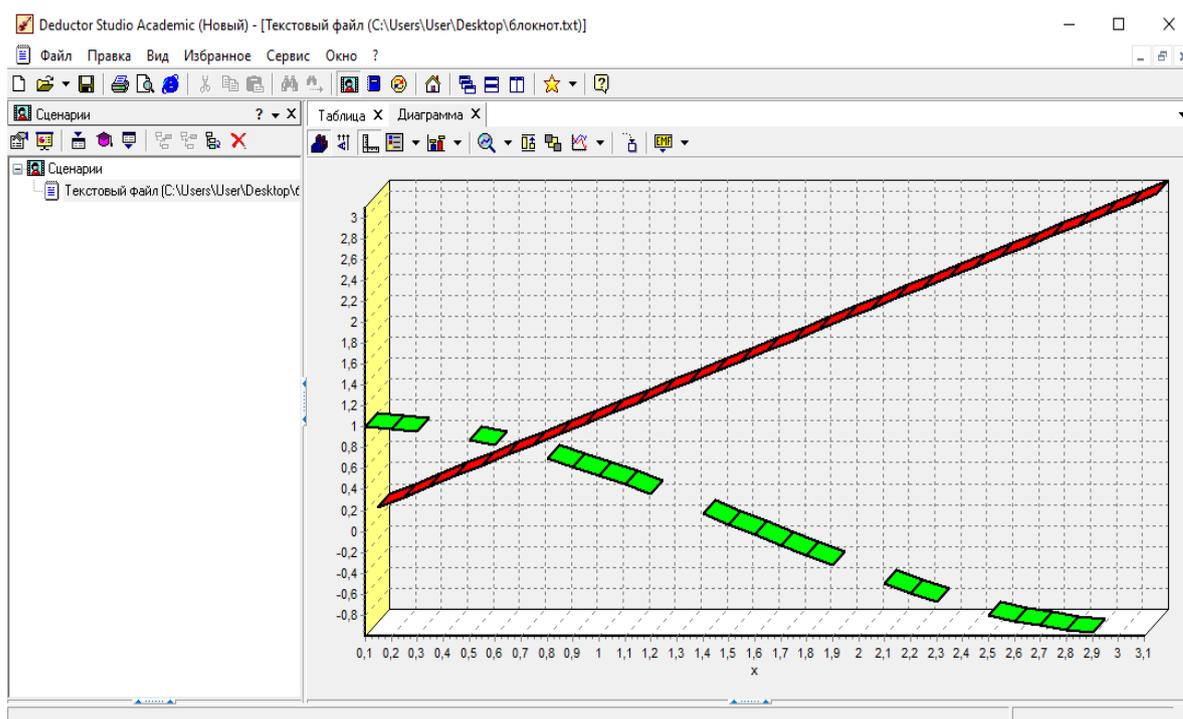


Рис.4. Фрагмент области построения диаграммы *Deductor studio* с пропущенными данными

• Вейвлет преобразование путем указания глубины разложения и порядка вейвлета. Вейвлеты (от англ. wavelet), всплески — это математические функции, позволяющие анализировать различные частотные компоненты данных.

Вейвлет-коэффициенты определяются интегральным преобразованием сигнала. Полученные вейвлет-спектрограммы дают четкую привязку спектра различных особенностей сигналов ко времени. Вейвлет-преобразование (англ. Wavelet transform) —

интегральное преобразование, которое представляет собой свертку вейвлет-функции с сигналом.

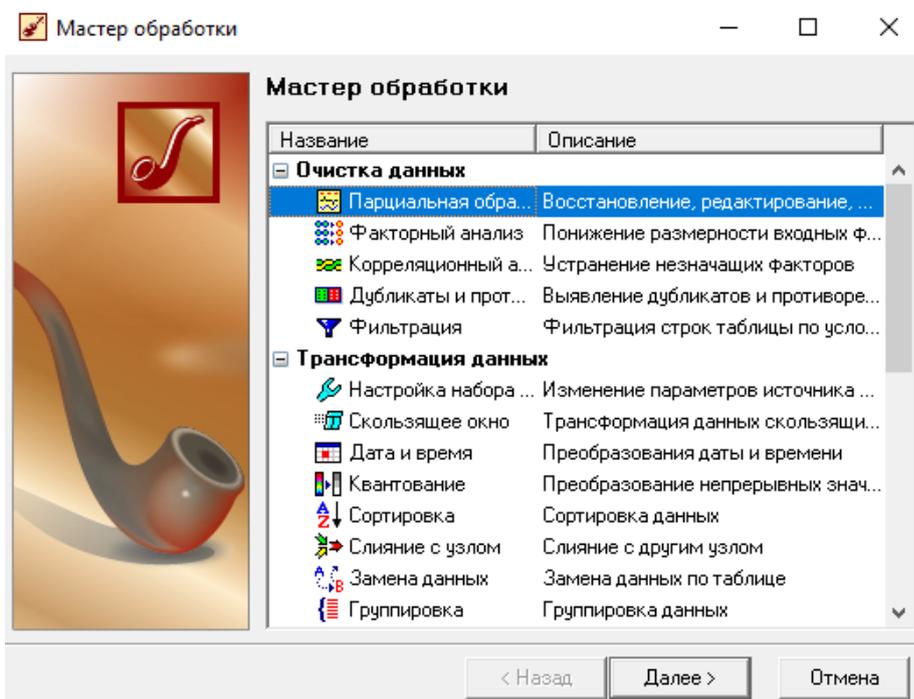


Рис.5. Фрагмент области мастера обработки платформы *Deductor studio*

Способ преобразования функции (или сигнала) в форму, которая или делает некоторые величины исходного сигнала более поддающимися изучению или позволяет сжать исходный набор данных. Вейвлетное преобразование сигналов является обобщением спектрального анализа.

После обработки спектральным анализом полностью восстанавливаются исходные данные и перестраивается диаграмма построения данных. Эти изменения показаны на рисунках 6 и 7.

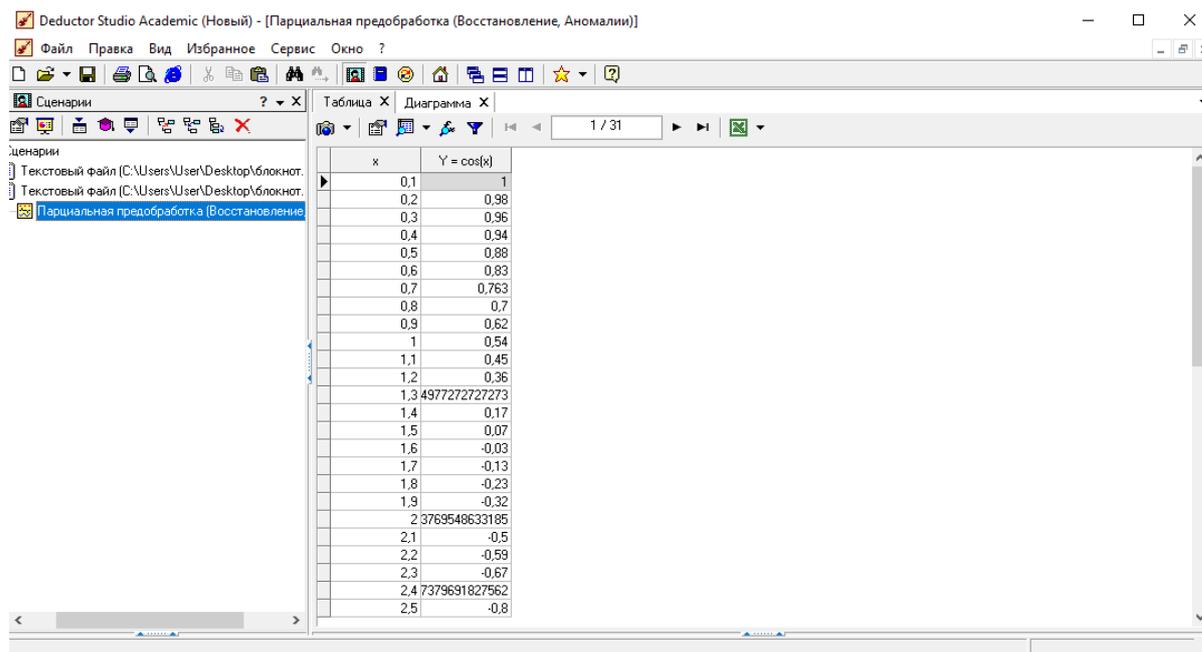


Рис.6. Фрагмент области таблицы *Deductor studio* с восстановленными данными

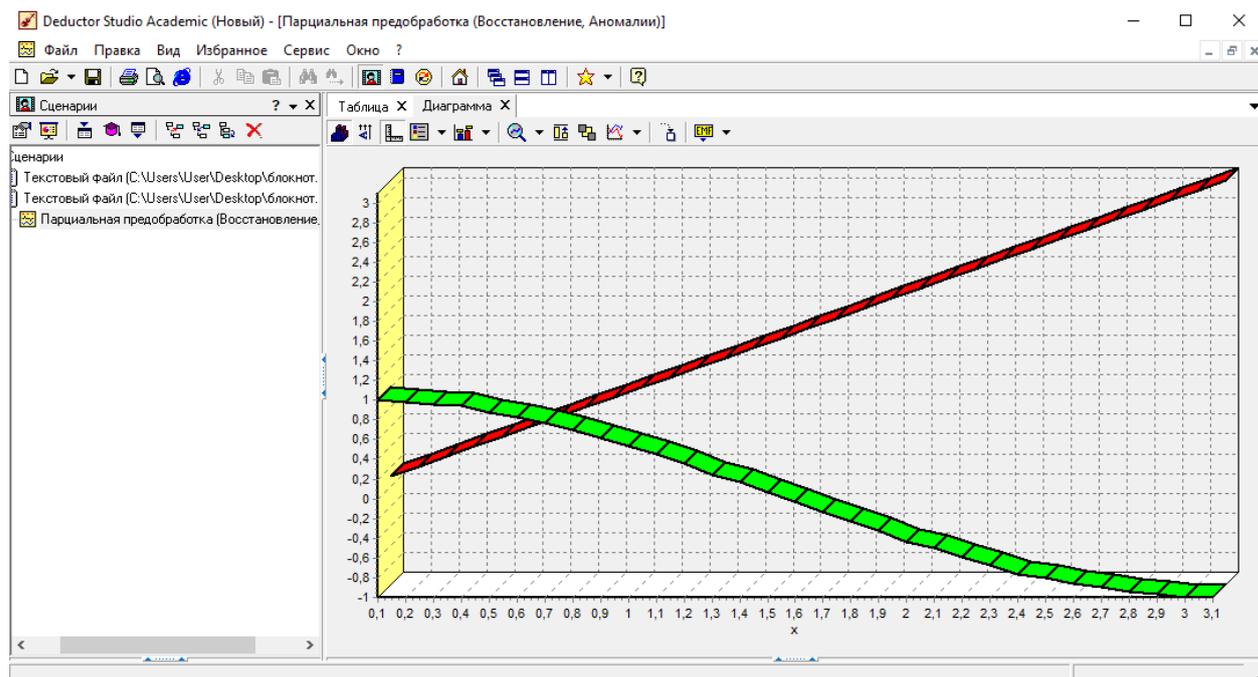


Рис.7. Фрагмент области построения диаграммы *Deductor studio* с восстановленными данными

## Выводы

В данной статье рассмотрен один из способов восстановления пропущенных данных, а именно парциальная обработка данных. Данный способ используется при большом объеме данных и является наиболее эффективным не только в математике, но и в других областях знаний.

## Литература

1. Курносков М.Г. Анализ и организация функционирования вычислительных систем / Курносков М.Г., Берлизов Д.М.. — Новосибирск : Автограф, 2020. — 54 с. — ISBN 978-5-907221-23-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102116.html> (дата обращения: 15.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Александровская Ю.П. Многомерный статистический анализ в экономике : учебное пособие / Александровская Ю.П.. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 96 с. — ISBN 978-5-7882-2191-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79330.html> (дата обращения: 15.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Михальчук А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум : учебное пособие / Михальчук А.А., Языков Е.Г.. — Томск : Томский политехнический университет, 2015. — 152 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/55196.html> (дата обращения: 15.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

УДК 004.5

## РАЗРАБОТКА WEB-САЙТА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ "МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ"

**Прокопенко Е.В., Ваденин С.В.**

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта

[prokopenko1515@rambler.ru](mailto:prokopenko1515@rambler.ru)

### **Аннотация:**

*Е.В.Прокопенко, С.В.Ваденин. Разработка web-сайта для изучения дисциплины "Математический анализ". В статье приводится краткий обзор разработки веб – приложения для изучения дисциплины "Математический анализ", описание языков программирования и средств разработки данного приложения.*

### **Annotation:**

*Prokopenko E.V., S.V. Vadenin. Development of a website for studying the discipline "Mathematical analysis". The article provides a brief overview of the development of a web application for studying disciplines "Mathematical analysis", a description of programming languages and development tools for this application*

### **Общая постановка проблемы**

В последние годы можно наблюдать значительные изменения в сети интернет. Сайты, которые ранее являлись платформой для расположения статического контента, теперь стали многофункциональными, интерактивными системами для предоставления различной информации.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью анализа существующих методов разработки корпоративных и информационных ресурсов для выявления наиболее эффективного метода их создания. Целью данного исследования является определение эффективных методов разработки для грамотного построения корпоративных и информационных Интернет-ресурсов. Под методами создания интернет-сайтов понимается совокупность приемов и инструментов разработки.

Все методы разработки web-сайтов можно условно поделить на две группы. К первой группе относятся методы создания сайтов ручного написания с использованием языка разметки HTML и различных языков программирования. Для написания статического сайта достаточно сочетания HTML и CSS. Но если необходим более сложный, динамический сайт, то тут подключают языки программирования. Основными языками программирования, которые наиболее часто используются для разработки сайтов, являются PHP, Java script, APS.NET. Вторая группа методов разработки сайтов более простая по выполнению. Так как она не требует широких знаний в области программирования. Разработчику сайта предоставляется возможность через графический интерфейс специальных программ или CMS-систем создавать сайты.

При разработке сайтов не следует забывать об эстетической стороне. Ведь пользователь в первую очередь обращает внимание не та то, на сколько сложно сделан сайт, а на его внешнюю оболочку, т. е. на дизайн и удобство пользования сайтом. Дизайн – это то, что пользователь видит сразу же. Если пользователь не в состоянии найти нужную ему информацию из-за сложности навигации, то он переходит на другой сайт. Для успешного взаимодействия пользователя с сайтом необходимо его разрабатывать с учетом эргономики. Эргономика обеспечивает комфорт во время просмотра страницы, что позволяет удержать пользователя.

Сфера информационных технологий на сегодняшний день является не только одной из самых наукоемких областей человеческой деятельности, но и является одной из самых динамично развивающихся областей знаний. Сложно представить человеческое общество и процессы, проходящие в нем без компьютерной техники, средств телекоммуникаций и сети Интернет.

Интернет, как одна из разработок сферы ИТ, состоит из множества сайтов, различных web-приложений, сервисов и прочих инструментов, позволяющих пользователям находить информацию, обмениваться ей, вести коммерческую деятельность, получать образование и т.д. Одним из наиболее интересных средств сети Интернет является web-сайт. Как известно, сеть Интернет наполняет множество сайтов, которые, в свою очередь, состоят из огромных объемов информационного контента, web-приложений, различных файлов. Казалось бы, такая задача, как разработка web-сайта – это сложный, наукоемкий процесс, но реальность такова, что обычный пользователь способен создать свой собственный сайт, не обладая при этом специальными знаниями. Но это сложно считать преимуществом, т.к. не все пользователи понимают зачем им нужен сайт – одни создают свои личные сайты-визитки, другие же создают всего лишь веб-страницы, на которых размещают никому не интересную информацию.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в ней рассматриваются аспекты перспективной деятельности человека, заключающейся в проектировании, разработке и внедрении web-сайтов.

Практическая значимость заключается в том, что на основе проведенных исследований, анализов и полученных результатов, в дальнейшем данный проект можно использовать в качестве пособия по созданию и ведению практически любого web-сайта. Кроме того, в процессе выполнения работы будет создан функционирующий web-сайт.

Сайт, или web-сайт – совокупность логически связанных между собой веб-страниц; также место расположения контента сервера. Обычно сайт в Интернете представляет собой массив связанных данных, имеющий уникальный адрес и воспринимаемый пользователем как единое целое. Веб-сайты называются так, потому что доступ к ним происходит по протоколу HTTP.

Web-сайт, как система электронных документов (файлов данных и кода) может принадлежать частному лицу или организации и быть доступным в компьютерной сети под общим доменным именем и IP-адресом или локально на одном компьютере. В статье журнала «Хозяйство и право» также было высказано мнение, что каждый сайт имеет своё название, которое при этом не следует путать с доменным именем. С точки зрения авторского права сайт является составным произведением, соответственно название сайта подлежит охране наряду с названиями всех прочих произведений.

Создание Web-сайта состоит из следующих основных этапов:

- разработка проекта. На данном этапе определяются назначение будущего проекта, какие задачи он должен решать, и способы их реализации;
- создание дизайна и навигации. Дизайн отвечает за внешнее восприятие данного web-сайта, и первое на что обращает внимание пользователь - это внешнее оформление приложения. Данный этап может включать в себя: создание эскизов страниц, разработку логотипа, оформление интерфейса пользователя и их расположение на странице и другое;
- вёрстка. Описание структуры элементов проекта на языке разметки в соответствии с заданной спецификацией;
- программирование. Создание «активного» приложения, которое позволяет не только выводить требующуюся пользователю информацию, но и получать какие-либо данные от него;

- установка. Копирование проекта на рабочий сервер и инсталляция. Настройка конфигурации сервера для работоспособности сайтов;
- тестирование и отладка. Тестирование данного проекта на наличие ошибок, для удостоверения исправности работы приложения или устранения найденных неполадок.

Разрабатываемый сайт для дисциплины "Математический анализ" будет содержать 4 страницы, каждая из которых будет взаимосвязана между собой.

Начнём создание сайта с главной страницы. Главная страница - это страница, на которую попадает пользователь, как только входит на сайт. На ней должна предоставляться информация о данной дисциплине, структура читаемого курса.

Следующая страница сайта - это страница «Преподавательский состав, который обеспечивает проведение практических и лекционных занятий. На этой странице располагается информация о составе кафедры и ее преподавателей. Цель данной страницы - познакомить студента с составом кафедры. Третья страница посвящена перечню лекций, которые читаются на протяжении трех семестров данной дисциплины. Студенту предоставляется возможность выбрать соответствующую тему лекции и изучить ее самостоятельно. Последняя страница сайта посвящена перечню практических работ, где также студент может выбрать интересующую работу.

Таким образом, пройдя по всем страницам сайта, можно самостоятельно изучить данный курс.

### **Выводы**

В данной статье было рассмотрено создание сайта для изучения дисциплины "Математический анализ". Данная тема актуальна, поскольку сейчас всё больше интересуется самообразованием. И создание такого сайта поспособствует привлечь больше внимания со стороны студентов и аспирантов любых специальностей.

Целью статьи является создание сайта, который предоставит пользователю полную информацию о дисциплине "Математический анализ", а также всевозможные файлы с текстом для изучения данной дисциплины.

### **Литература**

1. Фролов А.Б. Web-сайт. Разработка, создание, сопровождение : учебное пособие / Фролов А.Б., Нагаева И.А., Кузнецов И.А.. — Саратов : Вузовское образование, 2020. — 355 с. — ISBN 978-5-4487-0700-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93989.html> (дата обращения: 17.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Фролов А.Б. Основы web-дизайна. Разработка, создание и сопровождение web-сайтов : учебное пособие для СПО / Фролов А.Б., Нагаева И.А., Кузнецов И.А.. — Саратов : Профобразование, 2020. — 244 с. — ISBN 978-5-4488-0861-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/96765.html> (дата обращения: 17.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Веселкова Т.В. Эффективная эксплуатация сайта : практическое пособие / Веселкова Т.В., Кабанов А.С.. — Москва : Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2020. — 176 с. — ISBN 978-5-394-03946-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/121398.html> (дата обращения: 17.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

УДК 378.147

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Кушнир Е.С., Тарабаева И.В.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: [inkatar1@yandex.ru](mailto:inkatar1@yandex.ru)

### **Аннотация:**

*Кушнир Е.С., Тарабаева И.В. Применение методики факторного анализа для исследования административно-хозяйственной деятельности предприятий. В данной статье приведен анализ способов детерминированного факторного анализа – цепных подстановок, абсолютных разниц, индексный и логарифмический метод.*

### **Annotation:**

*Kushnir E.S., Tarabaeva I.V. Application of the method of factor analysis for the study of administrative and economic activities of enterprises. This article provides an analysis of the methods of deterministic factor analysis – chain substitutions, absolute differences, index and logarithmic method.*

### **Общая постановка проблемы**

Анализ хозяйственной деятельности является связующим звеном между учетом и принятием управленческих решений. В процесс анализа хозяйственной деятельности учетная информация проходит аналитическую обработку: проводится сравнение достигнутых результатов деятельности с данными за прошлые периоды времени, с показателями других организаций и среднеотраслевыми; определяется влияние разнообразных факторов на результаты хозяйственной деятельности: выявляются недостатки, ошибки, неиспользованные возможности, перспективы и др.

Анализ хозяйственной деятельности как наука представляет собой систему специальных знаний, связанных с исследованием тенденций хозяйственного развития, научным обоснованием планов, управленческих решений, контролем за их выполнением, измерением влияния факторов, оценкой достигнутых результатов, поиском, измерением и обоснованием величины хозяйственных резервов, повышения эффективности производства и разработкой рекомендаций по их использованию. Аналитическое исследование, его результаты и их использование в управлении производством должны соответствовать определенным методологическим принципам, которые накладывают свой отпечаток на само аналитическое исследование и должны обязательно выполняться при организации, проведении и практическом использовании результатов анализа.

Методика АХД (анализа хозяйственной деятельности) – это совокупность способов (приемов) наиболее целесообразного выполнения аналитической работы. Любая методика анализа содержит примерно такие элементы: задачи и объекты анализа, система показателей, последовательность проведения, способы исследования объектов, источники информации, субъекты анализа, технические средства, оформление результатов и пользователи. В качестве важнейшего элемента методики АХД выступают способы исследования. Их условно можно разделить на четыре основные группы. 1) способы традиционной обработки экономической информации – сравнение, относительные и средние величины, группировка информации, графический способ, балансовый способ, табличное отражение аналитических данных; 2) способы детерминированного факторного анализа – цепных подстановок,

индексный, абсолютных разниц, относительных разниц, интегральный, пропорционального деления и долевого участия, интегральный, логарифмирование; 3) способы стохастического факторного анализа – корреляционный, дисперсионный, компонентный, многомерный факторный; 4) способы оптимизации показателей – экономико-математические методы, программирование, теория массового обслуживания, теория игр, исследование операций.

Целью данной статьи является исследование основных приемов анализа хозяйственной деятельности предприятия. Задача работы – анализ способов проведения детерминированного факторного анализа.

### **Исследования**

Предметом анализа хозяйственной деятельности являются причинно-следственные связи экономических явлений и процессов. Признаком анализа хозяйственной деятельности является изучение взаимодействия явлений, причинно-следственных связей в хозяйственной деятельности предприятий, а одной из основных функций анализа является изучение влияния объективных и субъективных, внешних и внутренних факторов на результаты хозяйственной деятельности, что позволяет объективно оценивать работу предприятия, делать правильную диагностику его состояния и прогноз развития на перспективу, выявлять основные направления поиска резервов повышения его эффективности. Объективная диагностика деятельности предприятия способствует росту производства, повышению его эффективности.

Объектами АХД являются экономические результаты хозяйственной деятельности. По методике изучения объектов различают качественный и количественный анализ, экспресс-анализ, фундаментальный анализ, маржинальный анализ, экономико-математический анализ и т.д. Качественный анализ — это способ исследования, основанный на качественных сравнительных характеристиках и экспертных оценках исследуемых явлений и процессов. Количественный (факторный) анализ основан на количественных сопоставлениях и исследовании степени чувствительности экономических явлений к изменению различных факторов. Экспресс-анализ представляет собой способ диагностики состояния экономики предприятия на основе типичных признаков, характерных для определенных экономических явлений. Знание признака позволяет быстро и довольно точно установить характер происходящих процессов, не производя глубоких фундаментальных исследований, требующих дополнительного времени и средств.

В современном мире в условиях глобализации и растущего уровня конкуренции обоснованность и точность принимаемого управленческого решения все в большей степени определяет успех и будущее организации. В этой связи методы, базирующиеся на научно-практическом подходе, становятся приоритетными в арсенале эффективного менеджера, потому что постоянное совершенствование и развитие инструментария принятия решений служит залогом успеха и эффективности принимаемых управленческих решений.

Точность и глубина понимания управленцами сущности изучаемых факторов и явлений, влияющих на эффективность функционирования субъекта рынка, требует зачастую именно рациональных количественных методов обоснования варианты управленческих решений. Для данных целей разработаны и используются способы принятия решений, основывающихся на детерминированном факторном анализе.

Детерминированный факторный анализ представляет собой методику исследования влияния факторов, связь которых с результативным показателем носит функциональный характер, т.е. результативный показатель может быть представлен в виде произведения, частного или алгебраической суммы факторов.

Наиболее важная особенность методов детерминированного факторного анализа состоит в возможности точного определения величины влияния отдельных факторов на прирост результативных показателей.

Например, на предприятии во втором квартале по сравнению с первым изменяется размер начисленной заработной платы, так как изменилась численность работников и среднемесячная заработная плата. Факторный анализ должен дать ответ на следующий вопрос: какое влияние на изменение фонда заработной платы оказало изменение численности работников и какое — среднемесячная заработная плата?

Детерминированный факторный анализ направлен на решение следующих задач. Оценку влияния абсолютного изменения любого фактора на абсолютное изменение результативного показателя. Для решения этой задачи пользуются методами, основанными на приеме элиминирования (цепные подстановки, абсолютных разниц, относительных разниц и др.). Определение доли абсолютного прироста, вызванного изменением любого фактора, в общем приросте (изменении) результативного показателя. Методы, используемые для решения этой задачи: интегральный метод, логарифмический метод, дифференциальный метод. Оценку влияния относительного изменения факторов на относительное изменение результативного показателя, т.е. определение отношения величины прироста, вызванного изменением любого фактора, к величине результативного показателя за базовый период в процентах. Такая задача решается с помощью привлечения индексов в аналитических построениях.

При использовании детерминированного факторного анализа следует учитывать, что функциональная связь между результативным показателем (функцией) и факторами (аргументами) описывается посредством модели. Различают следующие основные типы таких моделей.

Аддитивные модели:  $f = \sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n$ . Мультипликативные

модели:  $f = \prod_{i=1}^n x_i = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$ . Кратные модели:  $f = \frac{x_1}{x_2}$ . Смешанные модели:

$f = \frac{a+b}{c}$ ;  $f = \frac{a}{c+d}$ ;  $f = c(a+b)$ . Построение факторной модели — первый этап

детерминированного анализа. Далее следует выбрать способ ее решения.

Способы оценки влияния факторов в детерминированном факторном анализе. В общем виде детерминированную модель можно представить в виде функции нескольких переменных:  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ . Задача детерминированного факторного анализа заключается в определении или количественной оценке влияния каждого фактора на результативный показатель. Некоторые способы решения поставленной задачи перечислены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики методов детерминированного факторного анализа

Метод	Достоинства	Недостатки	Число факторов в модели	Типы решаемых моделей
Цепных подстановок	Универсальность	Наличие неразложимого остатка. Необходимость определения последовательности подстановки	Два и более	аддитивные, мультипликативные, кратные, смешанные.
Абсолютных разниц	Сокращается объем вычислительных процедур по сравнению с методом цепных подстановок	Наличие неразложимого остатка. Необходимость определения последовательности подстановки	Два и более	аддитивные, мультипликативные
Индексный	Применяется для	Наличие неразложимого	Два и	мультиплик

Метод	Достоинства	Недостатки	Число факторов в модели	Типы решаемых моделей
	изучения сложных статистических совокупностей	остатка. Ограничение в применении	более	ативные, кратные
Логарифмический	Безостаточное определение влияния факторов	Ограничение в применении	Два и более	мультипликативные, кратные

Метод цепных подстановок. Метод цепных подстановок заключается в определении ряда промежуточных значений результативного (обобщающего) показателя путем последовательной замены базисных значений факторов на отчетные. Разность промежуточных значений равна изменению результативного показателя за счет заменяемого фактора.

Задача. Определить изменение объема выпуска продукции за счет изменения таких факторов, как среднесписочная численность работников, отработанное время одним работником и среднечасовая выработка. Данные приведены на рисунке 1.

Показатель	Базисный период	Отчетный период	Абсолютное изменение	Относительный прирост %
Фактор: среднесписочная численность работников, чел.	15	16	1	6.6
Фактор: время, отработанное одним работником, чел.ч	1600	82	82	5.1
Фактор: среднечасовая выработка, тыс. руб.	0.2	0.22	0.02	10
Результат: объем выпуска продукции (объем реализации, услуг), тыс. руб.	4800	5920	1120	23.3

Рис. 1. Данные к задаче

Исходная модель:  $N = Ч \cdot t \cdot В$ . Тип модели — мультипликативная. При решении задачи методом цепных подстановок и производными от него методами используется прием элиминирования: для оценки влияния каждого фактора на результативный показатель предполагается, что остальные факторы на изменение результативного показателя влияния не оказывают, т.е. в исходной модели происходит последовательная замена базисных значений факторов на текущие (отчетного периода). Результаты расчета приведены на рисунке 2.

Фактор	Размер влияния, тыс. руб.	Удельный вес влияния, %
Среднесписочная численность	320	29
Отработанное время	262	23
Среднечасовая выработка	538	48
Итого	1120	100

Рис. 2. Влияние факторов на объем выпуска (метод цепных подстановок)

Вывод: выпуск продукции в отчетном периоде по сравнению с базисным вырос на 1120 тыс. руб., в том числе: за счет увеличения среднесписочной численности на 320 тыс. руб., что обеспечило прирост объема выпуска на 29%; за счет роста отработанного времени

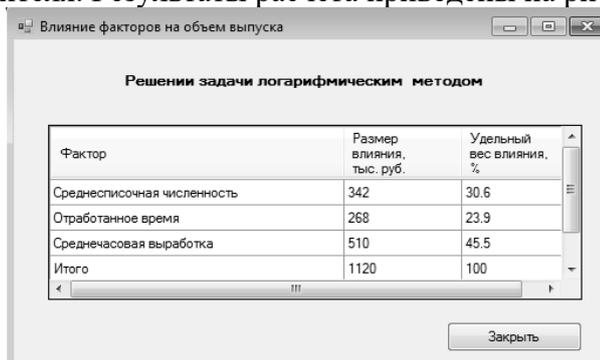
на 262 тыс. руб., что обеспечило прирост объема выпуска на 23%; за счет роста выработки на 538 тыс. руб., что обеспечило прирост объема выпуска на 48%.

Метод абсолютных разниц. Алгоритм расчета влияния отдельных факторов на результат, следующий: влияние отдельных факторов рассчитывается путем умножения абсолютного изменения изучаемого фактора на базисные или фактические значения других факторов в зависимости от выбранной последовательности подстановки. Результаты расчетов совпали с расчетами способом цепных подстановок, но объем вычислительных процедур сократился.

Индексный метод. Индексным методом при расчете влияния факторов на результирующий показатель сначала рассчитывается влияние количественного фактора (по аналогии со способом цепных подстановок) — делением темпа прироста ресурса на темп прироста результирующего показателя и умножением на 100%. Для определения доли влияния качественного фактора полученный результат вычитается из 100%. Результат аналогичен полученному при решении методом цепных подстановок и абсолютных разниц.

Рассмотренные методы детерминированного факторного анализа, основанные на методе цепных подстановок, имеют недостаток — наличие неразложимого остатка. Проблема неразложимого остатка решается использованием логарифмического и интегрального методов, когда в силу свойств логарифмической и интегральной функции неразложимый остаток отсутствует.

Логарифмический метод. Основан на свойствах логарифмических функций: логарифм произведения равен сумме логарифмов сомножителей; логарифм частного равен разности логарифмов делимого и делителя. Результаты расчета приведены на рисунке 3.



Фактор	Размер влияния, тыс. руб.	Удельный вес влияния, %
Среднесписочная численность	342	30.6
Отработанное время	268	23.9
Среднечасовая выработка	510	45.5
Итого	1120	100

Рис. 3. Влияние факторов на объем выпуска (логарифмический метод)

Результаты, полученные методом цепных подстановок, отличаются от результатов, полученных логарифмическим методом. Изменение результатов произошло за счет разложения неразложимого остатка по факторам. При этом от изменения мест сомножителей (при логарифмическом способе) в мультипликативной модели результат не изменится.

**Выводы.** Точность и глубина понимания управленцами сущности изучаемых факторов и явлений, влияющих на эффективность функционирования субъекта рынка, требует зачастую именно рациональных количественных (факторных) методов обоснования вариантов управленческих решений. Детерминированный факторный анализ, основанный на методе цепных подстановок, имеет недостаток — наличие неразложимого остатка. Проблема неразложимого остатка решается использованием логарифмического и интегрального методов детерминированного факторного анализа.

### Литература

1. Беляев С.А. Методология использования методов факторного анализа действующих на принципах элиминирования // Современная педагогика. 2017. № 3 / Интернетресурс. Режим доступа: <https://pedagogika.snauka.ru/2017/03/6883>

УДК 539.192(043.3)

## О СПОСОБАХ ВЫВОДА, НЕОДНОЗНАЧНОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ СПИНОВЫМИ И ЗАРЯДОВЫМИ ПЛОТНОСТЯМИ И О СЛЕДСТВИЯХ ИЗ НИХ

**Климко Г.Т.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
E-mail: [gtklimko@mail.ru](mailto:gtklimko@mail.ru)

**Аннотация:**

**Климко Г.Т.** *“О способах вывода, неоднозначности интегральных соотношений между спиновыми и зарядовыми плотностями и о следствиях из них”.* Получены интегральные соотношения между спиновыми и зарядовыми плотностями с разной формой записи. Их эквивалентность доказана применением изученных свойств плотностей, зависящих только от пространственных координат. Результаты дополняют методы квантовой механики без спина способами их получения и тестирования. Для значений свёрток двух-, трёх- и четырёх-частичных матриц зарядовой плотности с транспозициями, действующими на них с одной стороны, установлен физический смысл. Эти точные результаты применимы для проверки принадлежности модельных функций, их зарядовых и спиновых плотностей чистому спиновому состоянию.

**Annotation:**

**Klimko G.T.** *“On the methods of derivation, the ambiguity of integral relations between spin and charge densities and the consequences of them.”* Integral relations between spin and charge densities are obtained in various notation forms. Their equivalence is proved using the studied properties of densities that depend only on spatial coordinates. The results complement the methods of spinless quantum mechanics by ways of obtaining and verifying them. For the values of convolutions for two-, three- and four-part charge density matrices with transpositions acting on them from one side, the physical meaning is established. These exact results are applicable to check whether the model function, its charge and spin densities belong to a pure spin state.

**Полный текст статьи опубликован в выпуске № 2 (28), 2022 г.,  
Научного журнала «Информатика и кибернетика»**

УДК 519.217.2+575.1

## РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О ЛУЧШЕМ ВЫБОРЕ

**Климко Г.Т.**

Донецкий национальный технический университет  
Кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
E-mail: [gtklimko@mail.ru](mailto:gtklimko@mail.ru)

### **Аннотация:**

**Климко Г.Т. Решения задачи о лучшем выборе.** Применением только определения условной вероятности случайного события и формулы полной вероятности определены вероятности удачного выбора, лучшего из претендентов при случайном их просмотре, и сравнении оцениваемого для них качества. Подход применим для оценки вероятности сделать выбор лучшего из всех. Возможно обобщение на не хуже второго или третьего из всех, если продолжить выбор среди оставшихся, соблюдая ту же оптимальную стратегию.

### **Annotation:**

**Klimko G.T. Solutions to the problem of the best choice.** Based on the definition of the conditional probability of a random event and the formula of the total probability, the probabilities of a successful choice, the best of the applicants when they are randomly viewed, and the possibility of comparing the qualities evaluated for them are determined. The approach is applicable to assess the probability of making a choice either the best of all, or not worse than the second or third of all, if you continue to choose among the remaining ones, observing the same optimal strategy.

### **Общая постановка проблемы**

Случайный процесс рассматриваем, как последовательность его сечений, – сравнения качеств уже оцененных случайно упорядоченных объектов с очередным из списка. Момент измерения сравниваемых величин индексируем временным параметром  $t$  [1]. Он фиксирует время принятия решения о продолжении или остановке процесса [2] после анализа качеств сравниваемых объектов и нумерует сечения процесса. Каждую альтернативу рассматриваем только один раз. Принять можно одно решение: продолжить поиск лучшей альтернативы или остановиться, считая, что сделан выбор не только лучший из просмотренных, но и лучший из всех альтернатив. Такая задача возникает при выборе и гостиницы, когда обращают внимание на соотношение цены и качества предоставляемых услуг, и банка, когда важна его надёжность, и машины по качеству сборки, и места парковки или заправки автомобиля, и т.д.

Момент выбора считаем натуральным числом [1 - 3],  $t = k$ . Это номер претендента на вакантную должность или номер туроператора в списке. Предполагаем, что конкуренты в нём занимают случайное место, а сравнение очередного претендента с просмотренными ранее конкурентами, требует примерно равное время. Успех связываем с выбором лучшего из списка, а не только из сравнённых претендентов, – иначе выбор считаем не успешный.

Повторив басню Крылова «Разборчивая невеста», задачу о лучшем выборе придумал М. Гарднер [4] в 1960 году. По басне, принцессе пришло время, выйти замуж, и она устроила смотрины женихов. Их тысяча приехала с заморских стран, и в случайном порядке ждут приёма. По важным для неё качествам принцесса определяет место очередного жениха среди уже увиденных претендентов, и может ему отказать, тогда он уедет, или его предложение принять, и завершить выбор. Надо найти оптимальную стратегию поведения принцессы, чтобы максимальной была вероятность выбора лучшего из всех, иначе в задаче она не хочет.

Задача положила начало прикладному разделу теории вероятностей – оптимальной остановки случайных процессов. Решил задачу Е. Б. Дынкин [2], её обобщения развивали – С. М. Гусейн – Заде и Б. А. Березовский [5]. И поиск, и проверку верной стратегии они проводили, анализируя её решение с конца, как в динамическом программировании.

Здесь предложен прямой перебор зависимых событий, вычисляя вероятность лучшего выбора с момента перехода к оптимальной его стратегии по формуле полной вероятности.

### Стратегия выбора

Для достижения лучшего результата останавливаться на первом претенденте на место лучшего среди всех нет смысла. Вероятность, что он лучший при случайном, равномерном, распределении претендентов в списке длиной  $n$ , равна  $1/n$ . Обнаружив лучшего среди  $k$  увиденных претендентов, для решения о выборе надо оценить и вероятность события, что он лучший из  $n$ . Обозначим это событие  $G_{\{k\}}(n)$ , а его вероятность – кратко,  $g_{\{k\}} = P(G_{\{k\}}(n))$ .

По принципу динамического программирования [2 - 5] решение задачи планируют с конца. При  $k = n$  имеют редкое событие  $G_{\{n\}}(n)$ , когда лучший среди  $n$  просмотренных претендентов и есть самый лучший. Если так случилось, его надо выбирать. Задача решена.

$$P(G_{\{n\}}(n)) = g_{\{n\}} = 1. \quad (1)$$

Далее, если при  $k = n - 1$  на  $k$ -ом месте лучший претендент среди всех увиденных, для него надо оценить вероятность события  $G_{\{n-1\}}(n)$ , что он лучший и среди  $n$ , т.е. ответить на вопрос: «Чему равна вероятность наилучшего выбора,  $P(G_{\{n-1\}}(n)) = g_{\{n-1\}} = ?$ »

Возможные события:  $G_{\{n-1\}}(n)$  – лучший из  $(n-1)$ -го просмотренных является лучшим и среди  $n$  претендентов, и  $\overline{G_{\{n-1\}}(n)}$  – лучший следующий,  $n$ -ый, претендент. Для них верно:

$$P(G_{\{n-1\}}(n)) + P(\overline{G_{\{n-1\}}(n)}) = 1. \quad (2)$$

Вероятность, что лучший случайно оказался на  $n$ -ом месте, равна  $1/n$ , и поэтому:

$$P(G_{\{n-1\}}(n)) = g_{n-1} = 1 - P(\overline{G_{\{n-1\}}(n)}) = 1 - \frac{1}{n} = \frac{n-1}{n}. \quad (3)$$

Если возможность выбора возникла в  $(n-2)$ -ой момент, найден лучший среди  $(n-2)$ -ух претендентов, возможны противоположные события – это гипотезы о качествах следующего претендента: он лучший из  $(n-1)$ -го претендентов или он таковым не является:

$$G_{\{n-2\}}(n-1) \text{ и } \overline{G_{\{n-2\}}(n-1)} \quad (4)$$

Значения вероятностей гипотез,  $P(G_{\{n-2\}}(n-1))$  и  $P(\overline{G_{\{n-2\}}(n-1)})$ , в случае  $(n-1)$ -го из претендентов, определяют по аналогии с предыдущим случаем (3):

$$P(\overline{G_{\{n-2\}}(n-1)}) = \frac{1}{n-1}, \quad P(G_{\{n-2\}}(n-1)) = 1 - \frac{1}{n-1} = \frac{n-2}{n-1}, \quad (5)$$

и вероятность,  $P(G_{\{n-2\}}(n))$ , что  $(n-2)$ -ой лучший из  $n$ , – по формуле полной вероятности [1]:

$$P(G_{\{n-2\}}(n)) = g_{n-2} = P(G_{\{n-2\}}(n-1)) \cdot P(G_{\{n-2\}}(n) | G_{\{n-2\}}(n-1)) + P(\overline{G_{\{n-2\}}(n-1)}) \cdot P(G_{\{n-2\}}(n) | \overline{G_{\{n-2\}}(n-1)}). \quad (6)$$

В (6) условная вероятность,  $P(G_{\{n-2\}}(n) | \overline{G_{\{n-2\}}(n-1)}) = 0$ , т.к. не лучший среди из  $(n-1)$ -го претендентов не может стать лучшим среди всех,  $n$ , претендентов. Далее, учитывают, что из-за равноправности мест претендентов в «списке» на  $(n-2)$ -ом месте с равной вероятностью мог бы оказаться и лучший среди  $(n-1)$ -го, и лучший из  $n$  претендентов, когда он лучшим

будет и среди  $(n-2)$ -ух. Тогда по (3) оценивают,  $P(G_{\{n-2\}}(n) | G_{\{n-2\}}(n-1))$ ,  $g_{n-1} = (n-1)/n$ , как вероятность, что лучший среди  $(n-1)$ -го претендентов – лучший и среди  $n$ . Тогда по (6):

$$P(G_{\{n-2\}}(n)) = g_{n-2} = \frac{n-2}{n-1} \cdot \frac{n-1}{n} + \frac{1}{n-1} \cdot 0 = \frac{n-2}{n}. \quad (7)$$

Считая верной (7) при  $(k+1)$ -ом выборе, по индукции доказывают её для  $k$ -ого выбора:

$$P(G_{\{k\}}(n)) = g_k = k/n. \quad (8)$$

Таким образом, вероятность лучшего выбора,  $g_k = k/n$ , растёт от,  $1/n$ , при выборе первого, до 1, когда  $n$ -ый оцененный оказался лучшим. Но это условная вероятность сделать такой выбор, который можно сделать при наступлении события,  $A_k$ , с  $k$ -ым претендентом лучшим всех предыдущих. Его вероятность убывает, от 1 до  $1/n$ , и равна:

$$P(A_k) = 1/k, \quad (9)$$

так как у лучшего из  $k$  оцененных претендентов равные шансы оказаться на любом из  $k$  мест.

Вероятность *оптимального выбора*, пропустив  $k$  возможностей его сделать, зависит от значения (9). Это *событие*,  $H_k$ , и его вероятность,  $P(H_k) = h_k$ . Вычисляют,  $h_k$ , в [2 - 5] по принципу динамического программирования, планируя решение с конца аналогично выводу для (8), но с противоположными событиями,  $A_k$  и  $\bar{A}_k$ . По индукции там получают формулу:

$$h_k = g_k \cdot \left( \frac{1}{k} + \frac{1}{k+1} + \dots + \frac{1}{n-2} + \frac{1}{n-1} \right) = g_k \cdot S(k, n-1). \quad (10)$$

Для  $k = n$  сумма,  $S(k, n-1)$ , не имеет слагаемых,  $h_n = 0$ , а  $g_n = 1$  (см. (8)). Для  $k = 1$  из (8),  $g_1 = 1/n$ , а из (10),  $h_1 = g_1 \cdot S(1, n-1) > g_1$ . Убыль одной вероятности и рост второй лежит в основе предложенной оптимальной стратегии выбора. Нет смысла делать выбор до момента, пока условная вероятность лучшего выбора меньше вероятности  $h_k$ , но с момента,  $k$ , когда условная вероятность становится выше «безусловной», выбирать претендента лучшего всех предыдущих. При  $n \geq 1$  сумма  $S(k, n) \leq 1$  для  $(n-1)/k \approx e \leq 2,71828\dots$  [5], и выбор лучшего претендента с максимальной вероятностью наступает с момента,  $k \leq (n-1)/e$ . С не большим  $n$ , такой момент,  $k$ , определяют по изменению знака разности,  $g_k - h_k$ , слагаемым,  $1/k$ , после прибавления которого в сумму,  $S(k, n-1)$ , в (10), её значение будет,  $S(k, n-1) \geq 1$ .

### Другой вывод формул для вероятностей задачи о лучшем выборе

Возможен ли вывод формул (8) и (10) без планирования решения задачи с конца и без привлечения метода «по индукции»? Можно ли здесь применить классическую формулу для вероятности? Ответ, да. Бессмысленно только говорить о вероятности события, не определив все условия, при которых для него проводится случайный эксперимент.

В задаче предыдущего претендента вернуть нельзя. И выбирать лучшего из всех по оцененному претенденту можно в тот момент, когда на  $k$ -ом месте лучший претендент из уже оцененных, событие  $A_k$ . Результат сравнения претендента реализует сечение случайного процесса. Наблюдательность оценивающих претендентов, конечно, влияет, на реализацию лучшего выбора, как и верная оценка вероятности его достижения в каждом сечении.

Классическая формула для вероятности события [1] применима, если в пространстве элементарных исходов (ПЭИ) все ЭИ равновозможные. Для равномерного распределения

претендентов это верно. По ней,  $P(A_k) = \frac{m(A_k)}{n_k} = \frac{C_n^k \cdot P_{k-1}}{C_n^k \cdot P_k} = \frac{(k-1)!}{k!} = \frac{1}{k}$ . В числителе номер

лучшего претендента из  $k$  оцененных закреплён на последнем месте. Получен результат (9).

Вероятность выбора лучшего из всех при выборе лучшего из  $k$  претендентов уже оцененных тоже можно определить по классической формуле, не применяя планирование решения с конца, как в принципе динамического программирования [2 - 5]. Событию  $G_{\{k\}}(n)$  способствуют элементарные исходы (ЭИ), в которых лучший из всех на  $k$ -ом месте.

Число ЭИ благоприятствующих событию  $G_{\{k\}}(n)$  равно  $m(G_{\{k\}}(n)) = A_n^{k-1} = C_n^{k-1} \cdot P_{k-1}$ ,

где  $A_n^{k-1}$  – размещения из  $n$  по  $k-1$ ,  $C_n^{k-1}$  – сочетания из  $n$  по  $k-1$ ,  $P_{k-1}$  – перестановки  $(k-1)$ -го мест претендентов. Подсчёт размера пространства элементарных исходов учитывает, что на  $k$ -ом месте, лучшего из  $k$ , может быть любой,  $m$ -ый, из интервала:

$k \leq m \leq n$ . Поэтому верно, что  $n(G_{\{k\}}(m))_{m \geq k} = \sum_{m=k}^n A_{m-1}^{k-1} = \sum_{m=k}^n C_{m-1}^{k-1} \cdot P_{k-1}$ , и по

классической формуле имеем:

$$P(G_{\{k\}}(n)) = g_k = \frac{m(G_{\{k\}}(n))}{n(G_{\{k\}}(\forall m))_{m \geq k}} = \frac{A_{n-1}^{k-1}}{\sum_{m=k}^n A_{m-1}^{k-1}} = \frac{C_{n-1}^{k-1} \cdot P_{k-1}}{\left(\sum_{m=k}^n C_{m-1}^{k-1}\right) \cdot P_{k-1}}.$$

Вычисляя знаменатель, учитываем свойство сочетаний,  $C_{m-1}^{k-1} = C_m^k - C_{m-1}^k$ ,  $C_{k-1}^k = 0$ . После сокращения в знаменателе слагаемых с противоположным знаком получаем формулу (8):

$$g_k = P(G(n)|A_k) = \frac{C_{n-1}^{k-1}}{\sum_{m=k}^n C_{m-1}^{k-1}} = \frac{C_{n-1}^{k-1}}{C_n^k + \sum_{m=k+1}^{n-1} (C_m^k - C_{m-1}^k) + C_n^k - C_{n-1}^k} = \frac{C_{n-1}^{k-1}}{C_n^k} = \frac{k}{n}.$$

Теперь вычислим вероятность,  $h_k$ , события,  $H_k$ , – возможности выбора лучшего из претендентов после пропуска первых  $k$  претендентов, сравнивая только определённые их качества. Результатом оценки  $(k+1)$ -го претендента будут противоположные гипотезы, либо имеем событие,  $A_{k+1}$ , – он лучший из просмотренных, либо противоположное событие,  $\overline{A_{k+1}}$ , – он не лучший из оцененных. Их вероятности:  $P(A_{k+1}) = 1/(k+1)$  и  $P(\overline{A_{k+1}}) = k/(k+1)$ .

По формуле полной вероятности:  $h_k = P(A_{k+1}) \cdot P(G(n)|A_{k+1}) + P(\overline{A_{k+1}}) \cdot P(G(n)|\overline{A_{k+1}})$ .

Условная вероятность,  $P(G(n)|A_{k+1}) = g_{n+1} = (k+1)/n$ , а условная вероятность,  $P(G(n)|\overline{A_k})$ , нам не известна, но она равна вероятности,  $h_{k+1}$ , события,  $H_{k+1}$ , когда сделан выбор лучшего из всех после  $k+1$  пропущенных претендентов,  $P(G(n)|\overline{A_k}) = h_{k+1}$ . А для неё снова можно применить формулу полной вероятности. После учёта всех расщеплений, она принимает вид:

$$h_k = P(A_{k+1}) \cdot g_{k+1} + P(\overline{A_{k+1}}) \cdot h_{k+1} = \frac{1}{k+1} \cdot \frac{k+1}{n} + \frac{k}{k+1} \cdot \left( P(A_{k+2}) \cdot g_{k+2} + P(\overline{A_{k+2}}) \cdot h_{k+2} \right) = \dots =$$

$$= \frac{1}{k+1} \cdot \frac{k+1}{n} + \frac{k}{k+1} \cdot \left( \frac{1}{k+2} \cdot \frac{k+2}{n} + \dots + \frac{n-3}{n-2} \cdot \left( \frac{1}{n-1} \cdot \frac{n-1}{n} + \frac{n-2}{n-1} \cdot \left( \frac{1}{n} \cdot \frac{n}{n} + \frac{n-1}{n} \cdot h_{n=0} \right) \right) \right).$$

После сокращения равных множителей в числителях и знаменателях, учитывая также, что  $k/n = g_k$ , получаем формулу (10) и более простым, прямым, методом.

### Обобщения на успех при выборе любого из $m$ лучших претендентов

Пусть  $A_k(i)$  –  $k$ -ый претендент  $i$ -ый по качеству. Если выбор любого из  $m$  лучших даёт выигрыш, то  $G_k^m(i)$  – выигрыш при выборе  $i$ -ого по качеству из  $k$  оцененных.

Вероятность события  $A_k(i)$  для любого из  $k$  оцененных,  $P(A_k(i)) = 1/k$ , как и в (9). По классической формуле вероятность выбора  $i$ -ого по качеству из  $k$  оцененных равна:

$$P(G_k^m(i)) = \frac{M_k^m(i)}{N_k(i)}; \quad M_k^m(i) = \sum_{j=i}^{\min\{m,k\}} C_{n-m}^{k-j} \cdot C_m^j; \quad N_k(i) = C_n^k. \quad (11)$$

Событие,  $H_k^m$ , – выбор любого из  $m$  лучших, когда пропущены  $k$  претендентов и, начиная  $(k+1)$ -го придерживаться правильной стратегии. Формула полной вероятности даёт результат для его вероятности аналогично, как для значения  $h_k$  при выборе лучшего из всех:

$$h_k^m = P(H_k^m) = \sum_{i=1}^{\min\{m,k\}} \frac{1}{k+1} P(G_{k+1}^m(i)) + \frac{k+1 - \min\{m, k+1\}}{k+1} \cdot h_{k+1}^m. \quad (12)$$

Для него снова применима формула полной вероятности. Учёт всех расщеплений и  $h_n^m = 0$ , дают формулу для вычислений. По ней воспроизводятся результаты [5] для частных случаев.

### Выводы

В работе показана применимость классического определения вероятности для случайного потока событий, значения которых в сечениях распределены по равномерному закону. Формула полной вероятности и классическое определение вероятности позволяют успешно решать задачи о выборе стратегии для оптимальной остановки таких случайных процессов. Все необходимые для этого вероятности успешно вычисляются без применения методов динамического программирования. Показана возможность обобщения такого прямого метода вычисления вероятностей не только для задачи о лучшем выборе, но и в случае, когда к успеху ведёт выбор любого из  $m$  первых по качеству. Все вычисления проведены явно без применения выводов по индукции, и то же верно для обобщений.

### Литература

1. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей: Учебник. – М.: Едиториал УРСС, 2005. – 448 с. (Классический университетский учебник).
2. Дынкин Е. Б., Юшкевич А. А. Теоремы и задачи о процессах Маркова. – Москва: Наука, 1967, – 232 с.
3. Диев В. С. «Риски» и «шансы» в принятии решений. // Вестн. Новосиб. Гос. Ун-та. Серия: Философия. 2014. Т. 12, вып. 2. С. 20 – 26.
4. Тернер Д. Вероятность, статистика и исследование операций. Пер с англ. / Под ред. А. А. Рывкина. – М.: Статистика, 1976. – 432 с. – (Сер.: Библиотечка иностранных книг для экономистов и статистиков).
5. Гусейн-Заде С. М. Разборчивая невеста. (Серия: «Библиотека “Математическое просвещение”»). Вып. 25). – М.: МЦНМО, 2003. – 24 с.: ил.

УДК 539.3, 517.949, 519.6, 517.9, 53.082.5, 518

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ РАЗНОСТНОЙ СХЕМЫ В ОДНОЙ ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ

*Клово А.Г.*, к.ф.-м.н, доц.,  
*Куповых Г.В.*, д.ф.-м.н, проф.  
Южный федеральный университет  
e-mail: [klovo\\_ag@mail.ru](mailto:klovo_ag@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Клово А.Г., Куповых Г.В., Выбор оптимальной разностной схемы в одной задаче управления. Исследуется возможность применения разностных методов для решения одной задачи оптимального управления. Происходит управление на границе колеблющейся неоднородной струны. Анализируется возможность выбора такой разностной схемы, которая обеспечивает всюду оптимальность полученного управления, являясь при консервативной.*

### **Annotation:**

*Klovo A.G., Kupovyh G.V., Choice of optimal difference scheme in one control problem. The possibility of using difference methods for solving one optimal control problem is investigated. Control occurs at the boundary of the oscillating inhomogeneous string. The possibility of choosing such a difference scheme is analyzed, which ensures the optimality of the resulting control everywhere, being conservative for.*

### **Общая постановка проблемы**

Среди задач управления детерминированными системами выделяются задачи управления в той ситуации, которая описывается дифференциальными уравнениями. В случае управления функциями от одной переменной изучаются системы с сосредоточенными параметрами. Для уравнений с частными производными, т.е. для систем с распределенными параметрами в книге французских математиков Р. Латтеса и Ж.-Л. Лионса [1] поставлена задача управления колебаниями струны и приведение ее в заданное состояние путем граничного управления. Здесь показана взаимосвязь управляемости системой и единственностью оптимального управления. В работе академиков В.А. Ильина и Е.И. Моисеева [2] и других работах этих авторов и их учеников рассмотрена большая серия задач оптимального управления, связанных с минимизацией различных функционалов. В публикации [3] и серии других работ сделан акцент на обеспечение реализации синтеза оптимального управления струной. Показано, что такая возможность отсутствует при минимизации того функционала, который рассматривался в предыдущих работах указанных авторов. При этом для модифицированного функционала удается находить оптимальное управление не только на отдельных временных промежутках, но и поточечно. Поэтому для колебаний однородной струны стало возможным находить оптимальное управление в явном виде.

В настоящей работе рассматривается задача оптимального управления неоднородной струной. В этом случае отсутствует возможность получения оптимального управления в явном виде. В качестве альтернативы рассматриваются приближенные методы с использованием разностных схем [4]. В этой книге академика А.А. Самарского построена стройная теория, позволившая решить поставленные здесь задачи. При этом происходит поиск разностных схем, обеспечивающие выполнение свойства всюду оптимальности полученных управляющих функций.

**Исследования.** Рассмотрим свободных колебания неоднородной струны  $x \in [0; l]$ , закрепленной слева и управляемой на правом конце. Отклонение от положения равновесия точки струны с координатой  $x$  в момент времени  $t$  является искомой функцией  $u(x; t)$ , для которой мы приходим к задаче

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left( k(x) \frac{\partial u}{\partial x} \right), \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = \varphi(x), \quad \frac{\partial u}{\partial t} \Big|_{t=0} = \psi(x), \quad (2)$$

$$u|_{x=0} = 0, \quad (3)$$

$$u|_{x=l} = p(t). \quad (4)$$

В поставленной задаче (1)-(4) функция  $k(x)$  характеризует неоднородность струны  $x \in [0; l]$ ,  $\varphi(x)$  – начальный профиль струны,  $\psi(x)$  – профиль начальных скоростей точек струны,  $p(t)$  – управляющая функция. Также при получении классического решения предполагается выполнение условий согласования:  $\varphi(0) = 0$ ,  $\psi(0) = 0$ ,  $\varphi(l) = p(0)$ ,  $\psi(l) = p'(0)$ . При такой постановке задачи обеспечивается существование и единственность ее классического решения. Для обеспечения существования и единственности оптимального управления рассматриваются обобщенные решения поставленных задач.

Ставится задача приведения струны в состояние покоя, при котором отклонения и скорости точек струны равны нулю. Для обеспечения возможности получения всюду оптимального управления необходимо выбрать минимизируемый функционал таким образом, чтобы он не только обращался в 0 при достижении струной состояния покоя, но и оставался константой при отсутствии управляющего воздействия. Для получения энергетических оценок можно умножить обе части (1) на частную производную  $\frac{\partial u}{\partial t}$  и проинтегрировать обе части полученного равенства по области  $D_{t_1 t_2} = [t_1; t_2] \times [0; l]$ . После ряда преобразований, в том числе интегрирования по частям, мы приходим к доказательству инвариантности функционала

$$J(p) = \int_0^l \left( \left( \frac{\partial u}{\partial t} \Big|_{t=\tau} \right)^2 + \left( k(x) \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{t=\tau} \right)^2 \right) dx. \quad (5)$$

Это означает, что при отсутствии внешнего воздействия, т.е. в нашем случае при управляющей функции  $p(t)$ , равной константе, величина (5) остается постоянной.

Соответственно подлечит поточечной минимизации величина

$$2 \int_{t_1}^{t_2} k(l) \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=l} \cdot \frac{dp}{dt} dt. \quad (6)$$

В случае однородной струны это позволило [3] получить всюду оптимальное управление в явном виде.

**Разностные схемы и энергетические инварианты.** Если струна не является однородной, мы будем искать приближенное решение с помощью разностных методов. Введем стандартным образом сеточную функцию  $u_i^j = u(x_i, t_j)$ , определенную на сетке  $(x_i, t_j)$ ,  $x_i = ih$ ,  $i = 0, 1, 2, 3, \dots, N_x$ ,  $t_j = j\tau$ ,  $j = 0, 1, 2, 3, \dots, N_t$ .

При вычислении искомых значений сеточной функции найдем последовательно ее значения на временных слоях

$$u_i^0 = \varphi(x_i), \quad i = 0, 1, 2, 3, \dots, N_x,$$

$$u_i^1 = u_i^0 + \tau \left( \psi(x_i) + \frac{0,5\tau}{h^2} \left( k_{i+0,5} (u_{i+1}^0 - u_i^0) - k_{i-0,5} (u_i^0 - u_{i-1}^0) \right) \right)$$

при  $i = 1, 2, 3, \dots, N_x - 1$ . Далее, используя и добавляя граничные условия, получим систему для послойного вычисления остальных неизвестных, используя схему с весами

$$\Lambda_{i\bar{i}} u_i^j = \sigma_1 \Lambda_{xk\bar{x}} u_i^{j+1} + (1 - \sigma_1 - \sigma_2) \Lambda_{xk\bar{x}} u_i^j + \sigma_2 \Lambda_{xk\bar{x}} u_i^{j-1}, \quad (7)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, N_x - 1, \quad j = 1, 2, 3, \dots, N_t - 1.$$

Здесь использовано обозначение

$$\Lambda_{xk\bar{x}} u_i^j = \frac{k_{i+0,5} (u_{i+1}^j - u_i^j) - k_{i-0,5} (u_i^j - u_{i-1}^j)}{h^2}.$$

Важным является поиск разностных энергетических инвариантов, т.е. выражений, которые не меняются при отсутствии управляющего и другого дополнительного воздействия на колебания струны. Для получения таких соотношений умножим величину

$$L_{i^{\circ}, i} u_i^j = \frac{u_i^{j+1} - u_i^{j-1}}{2\tau}$$

на обе части соотношения (7) и просуммируем полученные выражения по значениям индексов  $i = 1, 2, 3, \dots, N_x - 1$ . В частности, справедливо равенство

$$\Lambda_{i\bar{i}} u_i^j \cdot (u_i^j)_{i^{\circ}} = \frac{1}{2\tau} \left( \left( (u_i^j)_{i^{\circ}} \right)^2 - \left( (u_i^j)_{\bar{i}} \right)^2 \right),$$

где

$$\Lambda_{i\bar{i}} u_i^j = \frac{u_i^{j+1} - 2u_i^j + u_i^{j-1}}{\tau^2}, \quad (u_i^j)_{i^{\circ}} = \frac{u_i^{j+1} - u_i^{j-1}}{2\tau},$$

$$\left(u_i^j\right)_t = \Lambda_t u_i^j = \frac{u_i^{j+1} - u_i^j}{\tau}, \left(u_i^j\right)_\tau = \Lambda_\tau u_i^j = \frac{u_i^j - u_i^{j-1}}{\tau}.$$

При преобразовании правых частей этих соотношений, используя помимо непосредственных преобразований, формулы суммирования по частям аналогично тому, как это происходит в непрерывном случае [4], мы получим при разных вариантах выбора параметров  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  различные разностные энергетические инварианты, являющиеся аналогами (5). При этом появляется возможность выбора управляющего воздействия, т.е. выбора величины  $\frac{dp}{dt}$  в каждый момент времени.

**Выводы.** При решении задач оптимального управления в системах с распределенными параметрами перспективным является использование консервативных разностных схем. В частности, это позволяет получить приближенное всюду оптимальное граничное управление неоднородной струной.

### Литература

1. Латтес Р., Лионс Ж.-Л. Метод квазиобращения и его приложения. Москва, «Мир», 1970.
2. Ильин В. А., Моисеев Е. И., “Оптимизация граничных управлений колебаниями струны”, *УМН*, 60:6(366) (2005), 89–114; *Russian Math. Surveys*, 60:6 (2005), 1093–1119.
3. Клово А.Г., Куповых Г.В., Ляпунова И.А. Математическая задача об оптимальном управлении струной // *Известия ЮФУ. Технические науки*. № 4, 2020. С.178-191.
4. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1983.

УДК 511.3+512.53

## О МОНОИДАХ НАТУРАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

Добровольский Н. Н., Добровольский М. Н., Добровольский Н. М., Кожухов И. Б.,  
Реброва И. Ю.

Тулский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого  
Геофизический центр РАН  
НИУ «Московский институт электронной техники»  
E-mail: [dobrovol@tspu.ru](mailto:dobrovol@tspu.ru)

### Аннотация:

**О моноидах натуральных чисел.** На множестве всех моноидов натуральных чисел рассмотрена операция умножения множеств и функция расстояния между двумя множествами. Показано, что относительно этой операции получается мультипликативный моноид, а относительно заданной метрики полное метрическое пространство.

### Annotation:

**On monoids of natural numbers.** On the set of all monoid natural numbers, the multiplication operation of sets and the distance function between two sets are considered. It is shown that a multiplicative monoid is obtained with respect to this operation, and a complete metric space is obtained with respect to a given metric.

### Общая постановка проблемы

В последние пять лет в рамках развития теоретико-числового метода в приближенном анализе стали активно изучаться дзета-функции моноидов натуральных чисел [1]. Нетрудно понять, что множество всех моноидов натуральных чисел образует мультипликативный моноид, мощность которого континуум. Этот мультипликативный моноид будем обозначать через  $\mathbf{MN}$ .

Моноид  $\mathbf{MN}$  является подмоноидом моноида  $\mathbf{SN}$ . В обоих этих моноидах есть нулевой элемент, но они различны. В моноиде  $\mathbf{M}$  таким нулевым элементом является моноид  $\mathbf{N}$ , а в моноиде  $\mathbf{SN}$  им будет пустое множество.

Если рассмотреть произведение двух дзета-функций моноидов натуральных чисел, то оно будет дзета-функцией моноида натуральных чисел только тогда, когда эти моноиды взаимно просты. В общем случае их произведение будет рядом Дирихле с натуральными коэффициентами по моноиду, равному произведению моноидов сомножителей. Будем этот моноид, порожденный дзета-функциями моноидов натуральных чисел, обозначать через  $\mathbf{MD}$ .

Как будет показано ниже, моноиды  $\mathbf{MN}$  и  $\mathbf{MD}$  неизоморфны.

Цель настоящей работы – заложить основы теории моноидов  $\mathbf{MN}$  и  $\mathbf{MD}$  и рассмотреть категории, соответствующие этим моноидам.

### Исследования

Как известно, подмножество  $\mathcal{M}$  натурального ряда  $\mathbf{N}$  является мультипликативным моноидом, если  $1 \in \mathcal{M}$  и множество  $\mathcal{M}$  замкнуто относительно операции обычного умножения:  $a \cdot b \in \mathcal{M}$  для любых  $a, b \in \mathcal{M}$ . Все моноиды  $\mathcal{M}$  натурального ряда являются бесконечными счётными множествами, кроме одного  $I = \{1\}$ . Множество  $\mathbf{MN}$  всех моноидов натуральных чисел, очевидно, является подмножеством множества  $\mathbf{SN}$  всех подмножеств натурального ряда.

**Определение.** Для любых двух подмножеств  $A$  и  $B$  натурального ряда их произведением называется множество  $C$ , заданное равенством  $C = A \cdot B = \{a \cdot b | a \in A, b \in B\}$ .

Ясно, что и множество  $\mathbf{MN}$  и множество  $\mathbf{SN}$  относительно операции умножения множеств являются коммутативными, мультипликативными моноидами, в которых общий единичный элемент  $I$ . Оба эти моноида имеют нулевой элемент, то есть такой элемент  $\mathbf{0}$ , что для любого  $A$  имеем  $A \cdot \mathbf{0} = \mathbf{0}$ . Но в этих моноидах нулевые элементы различные. Для моноида  $\mathbf{MN}$  нулевой элемент  $\mathbf{0} = \mathbf{N}$ , а для моноида  $\mathbf{SN}$  нулевой элемент  $\mathbf{0} = \emptyset$ . Заметим, что для подмоноида  $\mathbf{SN}^* = \mathbf{SN} \setminus \{\mathbf{0}\}$  нулевой элемент отсутствует.

*Определение.* Два подмножества  $A$  и  $B$  натурального ряда отличные от нулевого элемента называются делителями нуля, если их произведение  $A \cdot B = \mathbf{0}$ .

**Теорема 1.** В моноиде  $\mathbf{SN}$  нет делителей нуля.

В моноиде  $\mathbf{MN}$  делителями нуля являются только те моноиды, которые содержат хотя бы одно простое число.

**Доказательство.** Первое утверждение теоремы очевидно, так как произведение двух непустых множеств снова непусто.

Пусть моноид  $A$  не содержит ни одного простого числа, тогда  $A \cdot B = \mathbf{N}$ , если моноид  $B$  содержит все простые числа. А значит,  $B = \mathbf{N}$ .

Если  $\mathbf{P}$  – множество всех простых чисел и  $A \neq \mathbf{N}$ ,  $A \cap \mathbf{P} = P_1 \neq \emptyset$ , то минимальный моноид  $B$ , порожденный множеством простых  $P_2 = \mathbf{P} \setminus P_1$ , будет удовлетворять равенству  $A \cdot B = \mathbf{N}$ , и моноиды  $A$  и  $B$  являются делителями нуля.

Опишем все идемпотенты моноида  $\mathbf{SN}$ .

**Лемма 1.** Если для непустого множества  $A$  выполнено равенство  $A \cdot A = A$ , то  $A$  является моноидом.

**Доказательство.** Действительно, пусть  $m$  наименьший элемент в множестве  $A$ , тогда  $m^2$  будет наименьшим элементом в  $A \cdot A$ . Поэтому, если  $A$  идемпотент, то  $m = m^2$ . Следовательно,  $m = 1$  и  $A \subseteq A \cdot A$ . Но  $A \cdot A = A$ , следовательно,  $A$  замкнуто относительно умножения, а это означает что  $A$  является моноидом.

**Теорема 2.** Множество всех идемпотентов в моноиде  $\mathbf{SN}$  кроме нулевого элемента совпадает с множеством идемпотентов моноида  $\mathbf{SN}^*$  образует моноид  $\mathbf{MN}$ .

**Доказательство.** Утверждение теоремы сразу следует из предыдущей леммы.

Рассмотрим вопрос о задании структуры метрического пространства на множестве подмножеств натурального ряда. Рассмотрим два различных множества  $A$  и  $B$  натуральных чисел, тогда их симметрическая разность  $A \Delta B \neq \emptyset$  и существует наименьшее натуральное число  $m(A, B)$  в этой симметрической разности.

**Лемма 2.** Справедливо равенство  $[1, m(A, B) - 1] \cap A = [1, m(A, B) - 1] \cap B$ .

**Доказательство.** Если  $m(A, B) = 1$ , то отрезок  $[1, 0]$  – пустой и утверждение леммы выполнено.

Пусть теперь  $m(A, B) > 1$ , тогда возможно два случая.

Либо  $[1, m(A, B) - 1] \cap A = \emptyset$ , но тогда и  $[1, m(A, B) - 1] \cap B = \emptyset$ , так как в противном случае найдётся натуральное  $n$  такое, что  $n < m(A, B)$  и  $n \in A \Delta B$ .

Либо  $[1, m(A, B) - 1] \cap A \neq \emptyset$ , но тогда и  $[1, m(A, B) - 1] \cap B = [1, m(A, B) - 1] \cap A$ , так как  $[1, m(A, B) - 1] \cap A \Delta B = \emptyset$  и каждое натуральное числа из  $[1, m(A, B) - 1]$  либо принадлежит пересечению  $A \cap B$ , либо не принадлежит их объединению  $A \cup B$ .

*Определение.* Расстояние  $\rho(A, B)$  между двумя подмножествами  $A$  и  $B$  натурального ряда задается равенством

$$\rho(A, B) = \begin{cases} 0, & \text{если } A = B \\ \frac{1}{m(A, B)}, & \text{если } A \neq B. \end{cases}$$

**Теорема 3.** Функция  $\rho(A, B)$  задает неархимедову метрику на пространстве  $\mathbf{SN}$ .

**Доказательство.** Для доказательства утверждение теоремы достаточно показать, что для любых трёх подмножеств  $A, B, C$  натурального ряда справедливо неравенство

$$\rho(A, B) \leq \max(\rho(A, C), \rho(C, B)).$$

Пусть  $m_1 = m(A, B)$ ,  $m_2 = m(A, C)$ ,  $m_3 = m(C, B)$  и предположим противное, что  $m_1 < \min(m_2, m_3)$ . Тогда в силу леммы 2 получим  $[1, m_1] \cap A = [1, m_1] \cap C$ ,  $[1, m_1] \cap B = [1, m_1] \cap C$ . Следовательно,  $m_1 \in A, B, C$ , что противоречит определению величины  $m_1$ .

**Теорема 4.** Относительно метрики  $\rho(A, B)$  пространство  $\mathbb{SN}$  полное.

**Доказательство.** Для доказательства теоремы необходимо показать, что для любой последовательности Коши  $A_1, A_2, \dots, A_n, \dots$  подмножеств натурального ряда существует подмножество  $A$  такое, что  $\lim_{n \rightarrow \infty} \rho(A_n, A) = 0$ .

По определению фундаментальной последовательности (последовательности Коши) для любого натурального  $n$  найдется номер  $N = N(n)$  такой, что для любых множеств  $A_m$  и  $A_k$ ,  $m, k \geq N(n)$  выполняется неравенство  $\rho(A_m, A_k) < \frac{1}{n}$ . Отсюда и из леммы 2 следует, что  $[1, n] \cap A_k = [1, n] \cap A_{N(n)}$  при  $k \geq N(n)$ . Положим  $B_n = [1, n] \cap A_{N(n)}$ . Ясно, что мы получаем бесконечную последовательность вложенных подмножеств натурального ряда:  $B_1 \subseteq B_2 \subseteq \dots \subseteq B_n \subseteq \dots$

Возможно два случая. Либо  $B_n = \emptyset$  для любого натурального  $n$ , либо  $A = \bigcup_{n=1}^{\infty} B_n \neq \emptyset$ .

В первом случае имеем  $A = \emptyset$  и  $\lim_{n \rightarrow \infty} \rho(A_n, \emptyset) = 0$ .

Во втором случае последовательность Коши сходится к множеству  $A = \bigcup_{n=1}^{\infty} B_n$ .

Теперь кратко остановимся на моноиде  $\mathbf{MID}$ . Каждому моноиду  $M$  натуральных чисел поставим в соответствие дзета-функцию  $\zeta(M|\alpha)$ , заданную равенством

$$\zeta(M|\alpha) = \sum_{n \in M} \frac{1}{n^\alpha} \quad (\alpha = \sigma + it, \sigma > \sigma_M)$$
 где  $\sigma_M$  – абсцисса абсолютной сходимости дзета-ряда. Если  $M$  отлично от единственного конечного моноида  $M_0 = \{1\}$ , то  $0 < \sigma_M < 1$ .

Только для  $M_0$  справедливо равенство  $\zeta(M_0|\alpha) \equiv 1$ . Отсюда следует, что для любого моноида  $M \neq M_0$  справедливо неравенство  $\zeta(M|\alpha) \cdot \zeta(M|\alpha) \neq \zeta(M|\alpha)$ . Таким образом, дзета-функция  $\zeta(M|\alpha)$  не является идемпотентом относительно умножения, и, следовательно, моноиды  $\mathbf{MIN}$  и  $\mathbf{MID}$  неизоморфны.

**Выводы.** Из изложенного краткого материала вытекает, что для моноидов натуральных чисел и дзета-функций этих моноидов можно построить алгебраическую теорию, охватывающую некоторые их свойства, аналогично тому, как была построена теория алгебр рядов Дирихле моноидов натуральных чисел [2].

На наш взгляд, было бы интересно построить теорию малой категории моноидов натуральных чисел и малую категорию произведений дзета-функций моноидов натуральных чисел. В этих категориях естественным образом возникают различные подкатегории, соответствующие тем или иным свойствам как моноидов натуральных чисел, так и аналитическим свойствам дзета-функций моноидов натуральных чисел. Рассмотрению этих вопросов планируется в серии наших последующих статей.

#### Литература

1. Добровольский, Н. Н. Дзета-функция моноидов натуральных чисел с однозначным разложением на простые множители [Текст] / Н. Н. Добровольский // Чебышевский сб. 2017. Т. 18, вып. 4. С. 187–207.
2. Добровольский, Н. Н., Добровольский, М. Н., Добровольский, Н. М., Балаба, И. Н., Реброва, И. Ю. Алгебра рядов Дирихле моноида натуральных чисел [Текст] / Н. Н. Добровольский, М. Н. Добровольский, Н. М. Добровольский, И. Н. Балаба, И. Ю. Реброва // Чебышевский сборник. 2019. Т. 20, вып. 1, С. 180–196.

УДК 512.534.3

## НЕПРИВОДИМЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАЗУЮЩИХ ЧАСТИЧНЫХ ПОЛИГОНОВ И ИХ КВАДРАТОВ

Третьяк И.Д.  
НИУ МИЭТ, Москва, Россия  
[TretyakOID@gmail.com](mailto:TretyakOID@gmail.com)

### **Аннотация.**

**Третьяк И.Д.** *Неприводимые системы образующих частичных полигонов и их квадратов.* Конкретизирован общий вид всех неприводимых систем образующих квадратов частичных полигонов. Получено необходимое и достаточное условие существования неприводимой системы образующих частичного полигона. Приведено обобщение полученных результатов с квадратов на произвольные конечные декартовы степени частичных полигонов.

### **Annotation.**

**Tretyak I.D.** *Irreducible systems of generators of partial acts and their squares.* We concretize the general form of all irreducible systems of generators of squares of partial  $S$ -acts. A necessary and sufficient condition for the existence of an irreducible system of generators of a partial  $S$ -act is obtained. A generalization of these results from squares to arbitrary finite Cartesian powers of partial  $S$ -acts is also obtained.

### **Введение.**

В работе [1] были рассмотрены квадраты частичных полигонов с одноэлементными областями определения действий элементов полугруппы, для которых был построен конкретный вид неприводимых систем образующих при условии их существования. Данная работа является продолжением начатых в [1] исследований.

Напомним некоторые базовые понятия и определения. Пусть  $S$  – полугруппа. *Полигоном над полугруппой  $S$*  назовём множество  $X$ , на котором задано действие полугруппы (см. [2, 3]), то есть задано отображение  $X \times S \rightarrow X$  такое, что  $x(st) = (xs)t$  для всех  $x \in X$ ,  $s, t \in S$ . Множество  $X$  – *частичный  $S$ -полигон*, если задано частичное алгебраическое действие (см. [4])  $X \times S \rightarrow X$  и выполнено равенство  $x(st) = (xs)t$  в том смысле, что  $x(st)$  и  $(xs)t$  существуют или не существуют одновременно и в случае существования равны друг другу.

Пусть  $S$  – полугруппа,  $X$  – частичный  $S$ -полигон. Рассмотрим его квадрат  $X \times X$  как частичный полигон над полугруппой  $S$  с действием

$$(x, y) \cdot s = \begin{cases} (xs, ys), & \text{если } xs, ys \text{ существуют,} \\ \text{не определено в противном случае.} \end{cases}$$

Для полугруппы  $S$  положим  $S^1 = S \cup \{1\}$  (присоединение единицы к полугруппе) и  $x \cdot 1 = x$  для всех  $x \in X$ . Для любого множества  $A$  пусть  $\Delta_A = \{(a, a) \mid a \in A\}$  обозначает отношение равенства на  $A$  (диагональ). Подмножество  $M \subseteq X$  называется *системой образующих* полигона  $X$ , если  $MS^1 = X$ . Система образующих  $M$  называется *неприводимой*, если  $M'S^1 \neq X$  при  $M' \subset X$ . Для  $s \in S$  пусть  $\varphi_s : X \rightarrow X$ ,  $x \mapsto xs$  – умножение на  $s$ . Область определения  $\text{dom } \varphi_s$  отображения  $\varphi_s$  – это множество всех  $x \in X$ , для

которых  $\varphi_s$  существует. В данной работе исследуются неприводимые системы образующих частичного полигона  $X$  и его квадрата  $X \times X$  в случае, когда  $|\text{dom } \varphi_s| \leq 1$  при всех  $s \in S$ .

**Общий вид неприводимой системы образующих квадратов частичных полигонов с условием  $|\text{dom } \varphi_s| \leq 1$ .** В работе [1] было показано, что если  $X$  – частичный полигон над полугруппой  $S$  с условием  $|\text{dom } \varphi_s| \leq 1$  при всех  $s \in S$  и  $m$  – неприводимая система образующих частичного полигона  $X$ , то множество  $M = \Delta_m \cup \{(a, b) \in X \times X \mid a \neq b\}$  будет являться неприводимой системой образующих его квадрата  $X \times X$ . Докажем, что всякая неприводимая система образующих частичного полигона  $X \times X$  имеет такой вид, а именно верно:

**Предложение 1.** *Если  $X$  – частичный полигон над полугруппой  $S$  и  $|\text{dom } \varphi_s| \leq 1$  при всех  $s \in S$ , то для всякой неприводимой системы образующих  $M$  частичного полигона  $X \times X$  у  $X$  существует неприводимая система образующих  $m$  такая, что  $M = \Delta_m \cup \{(a, b) \in X \times X \mid a \neq b\}$ .*

*Доказательство.* Как было показано в работе [1], все пары вида  $(a, b)$ , где  $a \neq b$ , невыразимы через другие пары из  $X \times X$ , поэтому обязаны войти в  $M$ . Рассмотрим множество  $\tilde{M} = M \setminus \{(a, b) \in X \times X \mid a \neq b\} \subseteq \Delta$ . Покажем, что множество  $m = \{a \mid (a, a) \in \tilde{M}\}$  – неприводимая система образующих частичного полигона  $X$ , причём  $\Delta_m = \tilde{M}$ , и, следовательно,  $M = \Delta_m \cup \{(a, b) \in X \times X \mid a \neq b\}$ . Действительно, для всякого  $b \in X$ , в силу того, что  $M$  порождает  $X \times X$ , найдутся  $(a, a) \in M$  и  $s \in S$  такие, что  $(a, a)s = (b, b)$ , откуда  $as = b$ . Ясно, что  $a \in m$ . Таким образом,  $m$  порождает  $X$ . Покажем неприводимость данной системы. Если  $m' \subset m$  и  $m'$  порождает  $X$ , то по доказанному в работе [1] множество  $M' = \Delta_{m'} \cup \{(a, b) \in X \times X \mid a \neq b\} \subset M$  и порождает  $X \times X$ , а это противоречит неприводимости множества  $M$ .

**Следствие 1.** *Если  $|\text{dom } \varphi_s| \leq 1$  при всех  $s \in S$ , то  $X \times X$  имеет единственную неприводимую систему образующих в том и только том случае, если  $X$  обладает этим свойством.*

**Необходимое и достаточное условие существования неприводимой системы образующих частичного полигона  $X$ .** Пусть  $X$  – частичный полигон над полугруппой  $S$ . Введём отношение квазипорядка  $\leq$  и отношение эквивалентности  $\rho$  на  $S$ , полагая  $x \leq y \Leftrightarrow x \in yS^1$ ,  $x \rho y \Leftrightarrow (x \leq y \wedge y \leq x)$ . Тогда на множестве  $X / \rho$  классов эквивалентности квазипорядок индуцирует частичный порядок, превращая  $X / \rho$  в частично упорядоченное множество. Если  $x \in X$ , то через  $[x]$  мы будем обозначать  $\rho$ -класс, содержащий  $x$ .

Точно так же, как в работе В.К.Карташова [5], доказывается следующее утверждение, дающее необходимое и достаточное условие существования неприводимой системы образующих частичного полигона и описывающее строение этой системы.

**Предложение 2.** *Неприводимая система образующих частичного полигона  $X$  существует тогда и только тогда, когда для каждого  $x \in X$  существует такое  $y \in X$ , что  $x \leq y$  и  $\rho$ -класс  $[y]$  максимален. При этом неприводимая система образующих – это в точности множество представителей максимальных  $\rho$ -классов.*

**Обобщение квадратов частичных полигонов с условием  $|\text{dom } \varphi_s| \leq 1$ .**

Пусть  $X$  – частичный полигон над полугруппой  $S$ . Тогда на множестве  $X^n = \underbrace{X \times X \times \dots \times X}_n$  тоже может быть введена структура частичного полигона над полугруппой  $S$ , где операции определяются по правилу

$$(x_1, \dots, x_n) \cdot s = \begin{cases} (x_1 s, \dots, x_n s), & \text{если } x_1 s, \dots, x_n s \text{ существуют,} \\ \text{не определено в противном случае.} \end{cases}$$

Налагая условия  $|\text{dom } \varphi_s| \leq 1$  при всех  $s \in S$  и рассуждая аналогично случаю  $n = 2$ , доказывается

**Предложение 3.** *Неприводимая система образующих  $M$  частичного полигона  $X^n$  существует тогда и только тогда, когда такая  $t$  существует у  $X$ . Причём, если известно  $t$ , то можно положить  $M = \Delta_m \cup \{(x_i, \dots, x_n) \mid x_i \neq x_j \text{ при некоторых } i, j\}$ , а если известно  $M$ , то можно взять  $t = \{a \mid (a, \dots, a) \in M\}$ .*

**Следствие 4.** *Неприводимая система образующих частичного полигона  $X^n$  единственна тогда и только тогда, когда неприводимая система образующих частичного полигона  $X$  единственна.*

**Заключение.** Исследования, приведённые в данной работе и работе [1] мотивированы изучением правых (и левых) диагональных рангов полугруппы  $S$ , которые определяются как наименьшие мощности неприводимых систем образующих правых (и, соответственно, левых)  $S$ -полигонов вида  $S \times S$ . Эти характеристики полугруппы могут дать представление о строении полугруппы (см. [6, 7]).

## Литература

1. О неприводимых системах образующих квадратов частичных полигонов" / Третьяк И.Д. // Материалы VII Международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» СИТОНИ-2021.
2. Kilp M., Knauer U., Mikhalev A.V. Acts, monoids and categories. W. de Gruyter, Berlin – N.Y., 2000. – xvii + 529 p.
3. Кожухов И. Б., Михалёв А. В. Полигоны над полугруппами //Фундаментальная и прикладная математика. – 2020. – Т. 23. – №. 3. – С. 141-199.
4. Ляпин Е. С., Евсеев А. Е. Частичные алгебраические действия. Рос. гос. пед. ун-т им. А. И. Герцена. -СПб. : Образование, 1991. – 163 с.
5. Карташов В. К. Независимые системы порождающих и свойство Хопфа для унарных алгебр. Дискретн. матем., 2008, том 20, выпуск 4, с. 79-84.
6. Барков И. В., Шакиров Р. Р. Конечные полугруппы минимального ранга //Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона. – 2014. – №. 16. – С. 54-62.
7. Apraksina T. V., Barkov I. V., Kozhukhov I. B. Diagonal ranks of semigroups //Semigroup Forum. – Springer US, 2015. – Т. 90. – №. 2. – С. 386-400.

# **ИУСМКМ-22 СЕКЦИЯ 2**

## **ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**

УДК 004.9

## РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ СПЕЦИАЛИСТАМИ

**Ткаченко И.С., Зори С.А.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра программной инженерии им. Л.П. Фельдмана  
Email: [igoryok2312@yandex.com](mailto:igoryok2312@yandex.com) , [ik.ivt.rec@mail.ru](mailto:ik.ivt.rec@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Ткаченко И.С., Зори С.А. Разработка мобильного приложения для контроля выполнения задач специалистами. В статье рассмотрен процесс выполнения практической задачи – разработки мобильного приложения для ведения отчетности по выполнению поставленных задач, произведен обзор и обоснование используемых технологий, представлены экранные формы приложения.*

### **Annotation:**

*Tkachenko I.S., Zori S.A. Development of a mobile application to control the execution of tasks by specialists. The article considers the process of performing a practical task - developing a mobile application for reporting on the implementation of tasks, a review and justification of the technologies used, and screen forms of the application are presented.*

### **Общая постановка проблемы**

Информация в современном мире является важнейшим элементом повседневной жизни. Люди ей обмениваются как при проведении досуга, так во время работы. Для поддержки актуальности данных существует множество средств хранения информации. Одним из ярких представителей мобильного хранилища данных является смартфон. С его помощью можно узнать или передать информацию в любом виде на высокой скорости с помощью сети Интернет.

Однако, в мире существуют профессии, специалисты которых не могут мгновенно передать информацию с помощью смартфона: далеко не в каждом месте на планете можно пользоваться сетью Интернет. Именно с такой проблемой обратился один из заказчиков к компании ООО «Геосервис» [1], основным направлением деятельности которой является разработка решений на основе GPS и ГЛОНАСС технологий.

### **Постановка задачи**

Специалистам компании «Сегежа Групп» [2] необходимо поддерживать работоспособность различных технологических ресурсов. Чаще всего такими ресурсами выступают транспорт и его внутренние компоненты. Чтобы поставить задачу диспетчеры компании создают записи в специальной CRM, а после изменения статуса эту запись нужно отредактировать. Эти процессы необходимо автоматизировать в виде приложения для смартфона, позволяя специалистам самим вести отчетность о выполнении задачи. Для более четкого представления разрабатываемого продукта было составлено и предоставлено разработчикам ТЗ. Ниже отображены его основные пункты:

- программа должна работать на Android;
- должен быть оффлайн-доступ к архиву (уже выполненным работам других монтажников) – данные должны храниться на самом устройстве; нужно будет разработать алгоритм, при котором специалист либо заранее выгружает все необходимые ему старые задачи, либо это должно происходить в автоматическом режиме; например, выгружаются

последние 3-5 задач по каждому авто и все файлы (акты) к нему; если больше 5 задач, то самая старая из них удаляется;

- должна быть возможность добавления файлов и изображений в открытую задачу; старые (закрытые) задачи запрещено редактировать (кроме администраторов);
- в будущем будет дорабатываться функционал CRM, поэтому в приложении тоже должна быть возможность доработки.

По мере продвижения разработки возникали вопросы к некоторым деталям и на них были даны ответы и разъяснения. Таким образом, было сформировано четкое задание для получения желаемого продукта.

На основе описанных требований можно составить диаграмму вариантов использования (см. рис. 1).

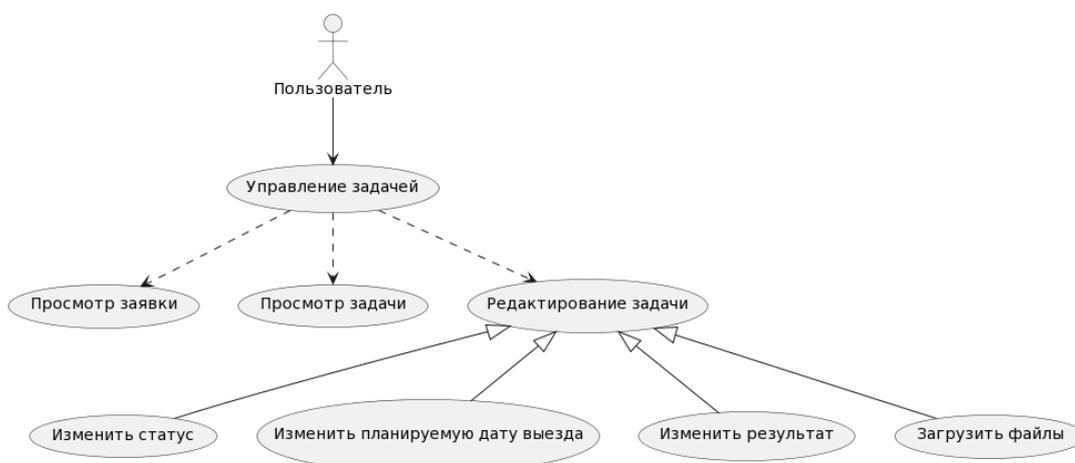


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования разрабатываемого приложения

## Исследования

Flutter — комплект средств разработки и фреймворк с открытым исходным кодом для создания мобильных приложений под Android и iOS, веб-приложений, а также настольных приложений под Windows, macOS и Linux с использованием языка программирования Dart, разработанный и развиваемый корпорацией Google [3].

Данный набор инструментов позволяет комфортно и продуктивно выполнить поставленную задачу. Структура виджетов значительно выделяется в сравнении с разработкой на языке программирования Java или Kotlin. Также, к положительным качествам Flutter можно отнести систему дополнительных загружаемых пакетов, основная часть которых создана и поддерживается сообществом. Удобно можно и структурировать программный код, разделив его по папкам и файлам, а внутри них – по классам.

Firebase — американская компания, поставщик облачных услуг, основанная в 2011 году Эндрю Ли и Джеймсом Тэмплином, и поглощённая в 2014 году корпорацией Google [4]

Flutter также поддерживает использование Firebase в виде загружаемых пакетов (плагинов) [5]. Такой набор называется FlutterFire [6], и он, как и большинство других плагинов, разработан и поддерживается сообществом разработчиков.

Поскольку для хранения данных в разрабатываемом приложении не нужны сложные связи и отношения между таблицами, Firebase идеально подходит на роль удаленной базы данных. Из-за особенностей архитектуры NoSQL любая запись в хранилище может быть получена намного быстрее, чем с SQL-подобной системой. Однако, требуется тщательно продумать структуру БД в Firebase, чтобы воспользоваться его преимуществами в полной мере. Внутри Firebase имеет несколько сервисов, выполняющих различные функции с

данными. Список сервисов, использующихся в приложении: Authentication; Firestore Database; Storage; Functions; Hosting.

Authentication необходим для авторизации в приложении. Firebase поддерживает аутентификацию с помощью Google SignIn или при помощи связки почта/пароль, однако ни один из этих способов не подходит под требования к приложению. База пользователей уже есть в CRM, поэтому нужно использовать комбинацию логин/пароль. Для достижения этой цели была написана собственная функция, которая реализована в Functions. Она проверяет наличие пользователя в CRM при попытке авторизации, и если такой есть, то необходимо ввести пароль. В случае первого входа предлагается создание пароля. Итогом успешной аутентификации является сгенерированный специальный токен, который хранится в базе данных Authentication и позволяет пользоваться приложением.

Все данные по задачам хранятся в Firestore Database. Это NoSQL база данных, которая имеет древовидную структуру: записи хранятся внутри документов, которые, в свою очередь, хранятся в коллекциях. Каждый документ может иметь вложенные подколлекции. Таким образом, можно реализовать последовательность коллекция-документ несколько раз. Во время тестирования различных иерархий в приложении использовалась как многоуровневая вложенность, так и одноуровневая. В конечном продукте было принято решение не использовать подколлекции для упрощения технической реализации, а расширить количество коллекций в корне Firestore Database.

Firestore Database предусматривает хранение только текстовой информации. Для хранения файлов есть отдельный сервис Storage. Он в связке с базой данных позволяет загружать файлы в обе стороны: с сервера клиенту или наоборот. Каждый файл, как и запись в Firestore Database, имеет ссылку, которая необходима для загрузки на смартфон. При помещении файла в Storage от пользователя также создается ссылка. Иерархия в Storage более привычна: есть корневая папка, в которой могут быть подпапки и файлы. Таким образом, связка сервисов Storage-Database покрывает большую часть требований.

Важнейшим сервисом Firebase для синхронизации данных с удаленной CRM является Functions. Они позволяют выполнять необходимые действия по произведению действия с элементами других сервисов. Функции используются при аутентификации и изменении данных в Storage и Database. Кроме того, они могут вызываться как из любого другого API при помощи ссылки. По событию изменения задачи, которая находится в Firestore Database, происходит изменения записи в CRM при помощи ее API вызовов. Таким образом, данные во всех системах синхронизированы. Обновление задачи в обратную сторону реализовано при помощи средств использующейся CRM.

Определенным испытанием была поддержка работы приложения с Firebase при отсутствии подключения к сети Интернет. Здесь используется еще одна особенность FlutterFire – приложение кеширует все полученные данные из Database, а их изменения в «оффлайне» записываются в эту локальную часть. После появления подключения к сети все данные из кеша загружаются уже на сервер. Однако, для взаимодействия с файлами такой системы не существует, поэтому было реализовано собственное решение. Все фотографии загружаются на устройство пользователя и их отображение происходит уже не по ссылке на файл в хранилище в Firebase, а по открытию уже имеющегося на устройстве пользователя. Добавление файла из «оффлайна» происходит с помощью вспомогательной коллекции в Firestore Database: в нее записываются необходимые данные и ссылка на файл на устройстве, а после появления подключения все выгружается обычным способом. Здесь помогают и Functions: там определено особое событие синхронизации файлов между клиентом и сервером для поддержки актуальности всех данных. Диаграмма последовательности описанного процесса отображена ниже (см. рис. 2).



Рисунок 2 – Диаграмма последовательности загрузки файлов в задачу

Последним используемым сервисом является Hosting. Он позволяет разместить веб-приложение на хостинге Firebase с использованием уникальной ссылки. Так можно загрузить веб-версию приложения, которую позволяет построить Flutter. Однако, веб-версия не поддерживает функции «оффлайна».

Таким образом, все необходимые требования к приложению возможно реализовать в связке Flutter с Firebase.

### Обзор разработанного продукта

Приложение встречает пользователя экраном авторизации с логотипами приложения и компании-разработчика. При неверно введенных данных приложение уведомляет пользователя выскакивающим снизу полем. Такой способ взаимодействия с пользователем используется для большинства действий по всему приложению. Главное окно приложения содержит 2 или 3 секции, в зависимости от роли текущего пользователя. Всем доступны вкладки «Задачи» и «Профиль», а администраторам системы еще и «Заявки». В системе одна заявка может иметь несколько задач. Несмотря на ограничения, монтажники могут просмотреть заявку по ссылке, находящейся в задаче. Также, к ограничениям монтажников относится возможность просмотра только тех задач, у которых пользователь является ответственным. Кроме того, при редактировании задачи монтажникам доступные не все поля. Для упрощения поиска нужной задачи доступна детальная фильтрация или быстрый поиск, который находится над списком. Заявки и задачи представляют собой списки с краткой информацией снаружи и дополнительной внутри каждого элемента. Для редактирования доступны только задачи. Выбор файлов происходит с помощью дополнительных плагинов, которые, в свою очередь, используют файловую систему устройства. Примеры интерфейса приложения представлены ниже (см. рис. 3).

### Выводы

Для упрощения работы специалистам было разработано приложение Umka Smart App. Оно предназначено для сотрудников определенной компании, поэтому не может быть доступно любому пользователю.

При разработке возникали некоторые затруднения, но в конечном итоге все требования были выполнены в полной мере. Это не окончательная версия приложения, уже происходит составление новых задач под расширение функционала. В будущем планируется поддержка систем на операционных системах iOS и, возможно, Windows – с недавних пор Flutter позволяет создавать и «десктопные» приложения. Приложение доступно для

внутреннего тестирования в Google Play Market и активно используется ограниченным кругом лиц, а автор исправляет возникающие ошибки и внедряет, по необходимости, новые функции.

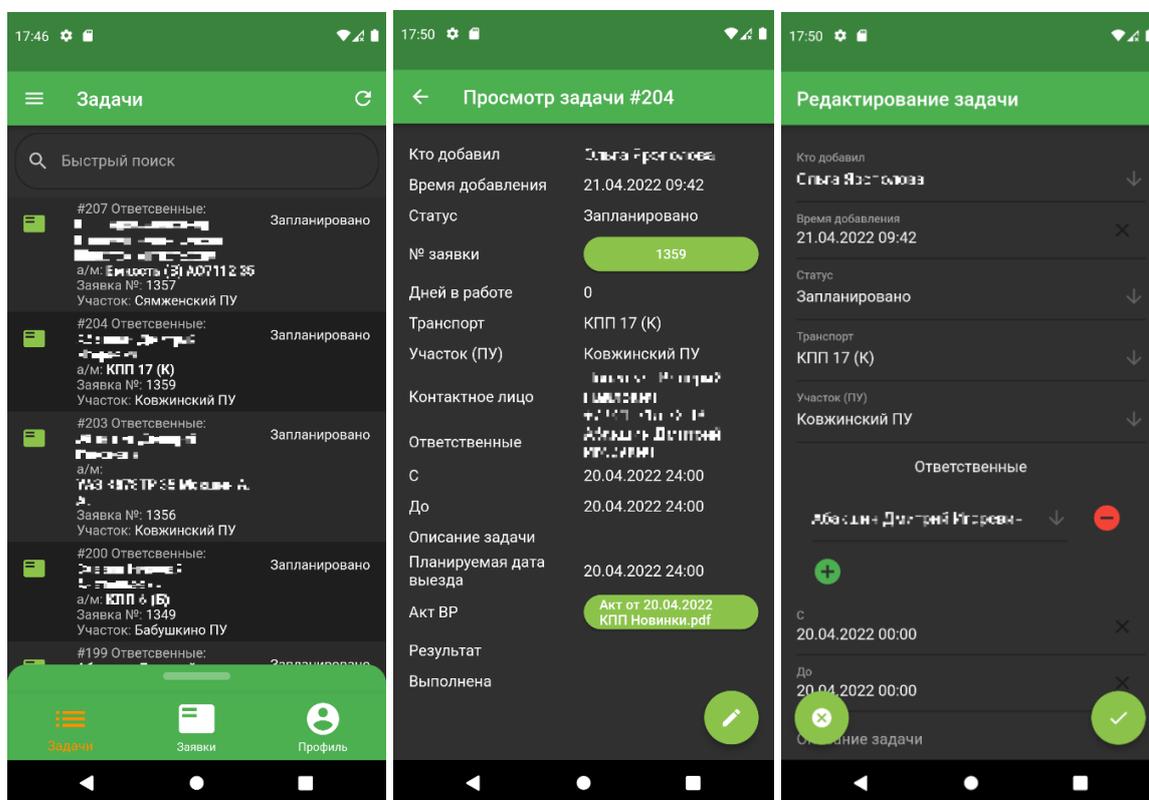


Рисунок 3 – Экраны интерфейса приложения

Использованные технологии отлично подошли для выполнения поставленных задач. Flutter – молодой и стремительно развивающийся фреймворк – позволяет качественно реализовать интерфейс приложения, а облачная СУБД Firebase имеет удобную и доступную структуру хранения данных. Поэтому, данный набор технологий рекомендуется для решения подобных задач и будет использоваться автором в дальнейших разработках.

### Литература

1. ООО «Геосервис» [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/URL: https://geosmt.ru/](http://www/URL: https://geosmt.ru/) - Загл. с экрана.
2. «Сегежа Групп» [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/URL: https://segezha-group.com/](http://www/URL: https://segezha-group.com/) - Загл. с экрана.
3. Flutter [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Flutter](http://www/URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Flutter) - Загл. с экрана.
4. Firebase [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Firebase](http://www/URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Firebase) - Загл. с экрана.
5. Dart Packages [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/URL: https://pub.dev/](http://www/URL: https://pub.dev/) - Загл. с экрана.
6. FlutterFire [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/URL: https://firebase.flutter.dev/docs/overview/](http://www/URL: https://firebase.flutter.dev/docs/overview/) - Загл. с экрана.

УДК 004.9

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБМЕНА СООБЩЕНИЯМИ «МЕССЕНДЖЕР»

**Баляба Я.В., Рычка О.В.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университета» (г. Донецк)  
[y.baliaba22@gmail.com](mailto:y.baliaba22@gmail.com), [olga\\_rychka@mail.ru](mailto:olga_rychka@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Баляба Я.В., Рычка О.В. Разработка программного приложения для обмена сообщениями «Мессенджер». Рассмотрена актуальность разработки. Проводится сравнительная характеристика существующего программного обеспечения.*

### **Annotation:**

*Balyaba Y.V., Rychka O.V. Development of a software application for messaging "Messenger". The relevance of the development is considered. The comparative characteristic of the existing software is carried out.*

### **Постановка проблемы**

В настоящее время совершенно немыслимо представить человечество без средств коммуникации: почтовые службы и службы доставки, телефонная и видеосвязь и, безусловно, самая многофункциональная и распространенная — связь посредством интернета.

Широкие возможности цифровых коммуникаций: мессенджеров, электронной почты, видео-и аудиоконференции, различных чатов и форумов, а в последнее время и широко распространенных служб мгновенных сообщений (мессенджеров) делают общение нынешних людей разноплановым, разнообразным по содержанию и широте охвата контактов.

Связь посредством мгновенных сообщений дает возможность обеспечить моментальную коммуникацию с огромным числом людей в режиме реального времени на большом расстоянии. Большое значение имеет возможность обмена моментальными текстовыми сообщениями, прикрепление к ним различного рода материалов, документов, имеет и для современного бизнеса — это повышает коммуникационные связи между сотрудниками, отделами, рабочими группами в разы, что дает возможность скорейшим образом реагировать на проявления внешней среды и изменения экономической ситуации.

### **Назначение и задачи системы обмена сообщениями**

Актуальность социальных сетей и мессенджеров растет во всем мире. 81,8% населения являются активными пользователями социальных сетей, а 97,7% используют социальную сеть или службу обмена сообщениями, в том числе 86% населения в возрасте от 16 до 64 лет используют WhatsApp, 68,7% используют Facebook. Основное отличие между двумя каналами заключается в том, что, используя чаты в социальных сетях, коммуникатор может видеть публичный профиль собеседника со всеми фотографиями, постами, музыкой, видео и т.д. Кроме того, WhatsApp - это технология, больше связанная со смартфоном, чем с компьютером. Некоторые ученые даже рассматривают их как потомков SMS-коммуникации.

Современные каналы существенно расширили коммуникационные возможности, позволяя передавать аудио-, визуальную, видео-, текстовую информацию, прикреплять файлы к сообщениям, использовать невербальные символы, а также общаться не только с

одним, но и со многими собеседниками. Функция технической обратной связи позволяет увидеть, прочитал ли другой человек сообщение. С точки зрения мотивов и восприятия, мессенджеры предлагают такие преимущества, как стоимость, чувство общности и непосредственность.

Мессенджеры и общение в социальных сетях можно отличить по скорости ответа. Порядок, в котором пользователь будет проверять наличие новых сообщений по разным каналам связи, зависит не только от индивидуальных привычек, но и от того, какие формы уведомления используются. Мессенджеры обычно имеют больше возможностей для звукового уведомления, вибрации или оптического сигнала (мигание, символ), чем общение в социальных сетях. Смартфоны предлагают немедленное чтение сообщения на дисплее, когда появляется всплывающее окно с текстом, что и обеспечивает быстрый обмен сообщениями.

### Исследование

После ознакомления с уже существующими объектами компьютеризации, которые можно использовать в данной области, а также проведение их сравнительной характеристики, можно сделать вывод о необходимости создания нового приложения вместо использования уже существующих.

В первую очередь, проведем обзор существующих приложений. Мессенджеры являются самым популярным средством общения в сети. В Топ-10 самых используемых приложений на мобильных платформах (по данным компании Kleiner Perkins Caufield Byers)— это мессенджеры:

- WhatsApp,
- Facebook Messenger,
- LINE,
- Viber,
- Какао,
- Telegram,
- WeChat,
- ВКонтакте,
- Google Hangouts.

И все они имеют некоторые недостатки, такие как закрытый исходный код, реализация только под определенные платформы, слабая степень защиты.

Практически все люди наравне с электронной почтой и сотовой связью используют в альтернативные каналы связи для общения. Это могут быть приложения для видеосвязи, мессенджеры, социальные сети, например: Skype, WhatsApp, Viber.

Однако вышеперечисленные приложения имеют ряд недостатков:

- всё также пользователь не может быть уверен в защите своей переписки;
- закрытость кода не добавляет доверия к приложению.

На данный момент Telegram является одним из защищенных мессенджеров.

В табл. 1 представлено сравнение самых популярных систем обмена сообщениями.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика приложений

Особенности	WhatsApp	Viber	Telegram
Стоимость	Бесплатно	Бесплатно	Бесплатно
Политика конфиденциальности	Достаточно сложная	Средней сложности	Четкая и прозрачная
Документация	Практически	Открытая и	Открытая и

	отсутствует	подробная (разработка новых приложений невозможна)	подробная
Серверная часть	Закрыта	Закрыта	Закрыта
Протокол шифрования	Открытый Signal (закрытый код приложения не позволяет проверить реализацию)	Полузакрытый проприетарный протокол (доступна некоторая документация)	Собственный открытый MTProto
Поддерживаемые ОС	Android, iOS, Windows, macOS	Android, iOS, Windows, macOS, Linux, Wear OS, watchOS	Android, iOS, Windows, macOS, Linux, Wear OS, watchOS
Шифрование при передаче данных	Теоретически сквозное шифрование через Signal (проверка реализации невозможна)	Теоретически сквозное шифрование (проверка реализации невозможна)	Сквозное (секретные чаты), клиент-сервер (облачные чаты)
Шифрование данных сохраненных на серверах	Возможно шифрование резервных копий Google/Apple	Резервные копии Google/Apple не зашифрованы	Поддерживается (сохраняются только облачные чаты)

Из сравнения видим, что Telegram является одним из защищенных мессенджеров, доступных на любой ОС. Это способствует защищенной коммуникации пользователей между собой. В то время как другие мессенджеры моментами фигурировали в раскрытии персональных данных пользователей.

### Актуальность разработки мессенджера

На сегодняшний момент существует потребность в создании новых систем общения между пользователями. С их помощью можно передавать большой объем информации и специальных знаний. Электронная связь может обеспечивать коммуникацию в режиме реального времени, при одновременном участии собеседников в процессе обсуждения, или в асинхронном режиме. Также конфиденциальность является самой чувствительной темой эпохи мобильного Интернета.

Современные приложения должны быть безопасны, высокопроизводительны, работать в распределенной среде, быть нейтральны к архитектуре. Все эти факторы привели к необходимости нового взгляда на сам процесс создания и распределения приложения на множестве машин различной архитектуры.

На данный момент существуют гибридные схемы шифрования, которые представляют собой смесь симметричного шифрования и асимметричного. Подобные схемы лишены главного недостатка симметричного шифрования - необходимости обмена общим ключом. При этом они имеют такую же скорость шифрования.

На рис. 1 можно увидеть основной принцип действия таких схем.



Рис. 1. Гибридная схема шифрования

В целом же всё происходит таким образом. Допустим, Пользователь 1 хочет передать Пользователю 2 сообщение. У них есть по паре ключей: открытый и закрытый. Пользователь 1 берет открытый ключ Пользователя 2, и генерирует с помощью него сеансовый ключ. После этого Пользователь 1 с помощью какого-либо алгоритма симметричного шифрования и выработанного сеансового ключа шифрует сообщение и передает его Пользователю 2. В тоже время, Пользователь 2 с помощью сеансового ключа и своего секретного ключа расшифровывает сообщение. В качестве алгоритма асимметричного шифрования был выбран алгоритм RSA, а симметричный – AES.

Целью проекта является разработка мессенджера с повышенной криптостойкостью передачи данных, с использованием разрабатываемой комбинацией лучших протоколов обмена мгновенных сообщений с поддержкой сквозного шифрования. Основная проблема систем обмена мгновенными сообщениями заключается в том, что передаваемая информация может быть перехвачена злоумышленником, соответственно нарушается конфиденциальность личных данных пользователя, что может привести к неприятным последствиям. Одним из методов обеспечения безопасности или секретности является использование криптографии. Однако, различные алгоритмы сквозного шифрования, а также использующие их протоколы передачи данных, обладают различной степенью криптостойкости и не лишены недостатков. Таким образом, разработка мессенджера с поддержкой сквозного шифрования, использующего комбинацию и модификации лучших защищенных протоколов передачи данных, является актуальной на данный момент задачей.

В ходе исследования были рассмотрены достоинства и недостатки организации мессенджеров в виде клиент-серверной архитектуры и в виде одноранговой (peer-to-peer) сети.

Пример разработанного мессенджера приведён ниже на рис. 2 - 5.

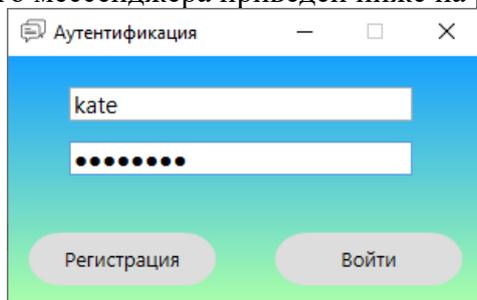


Рис. 2. Страница «Аутентификация»

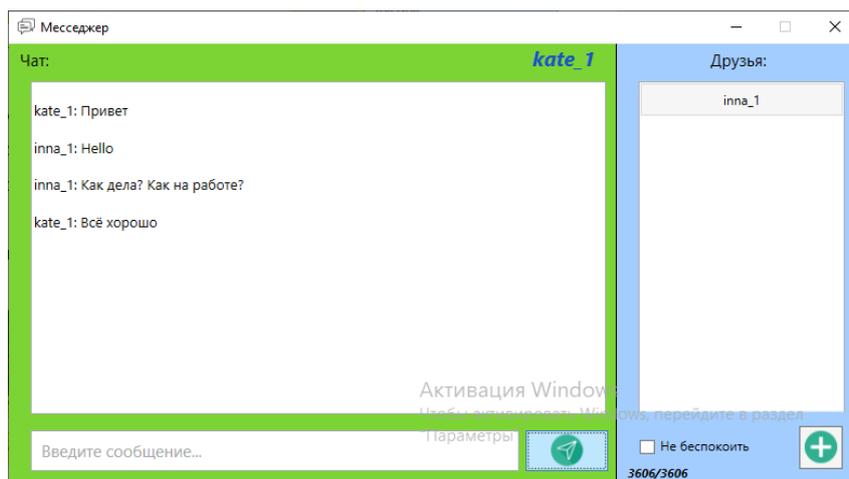


Рис. 3. - Страница «Мессенджер» переписка

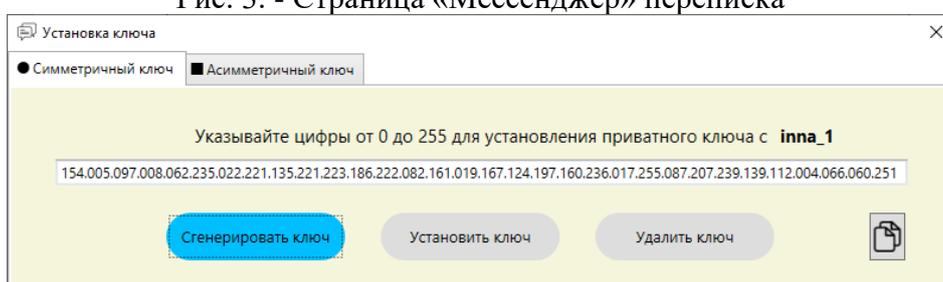


Рис. 4. Страница «Установка ключа» генерация ключа

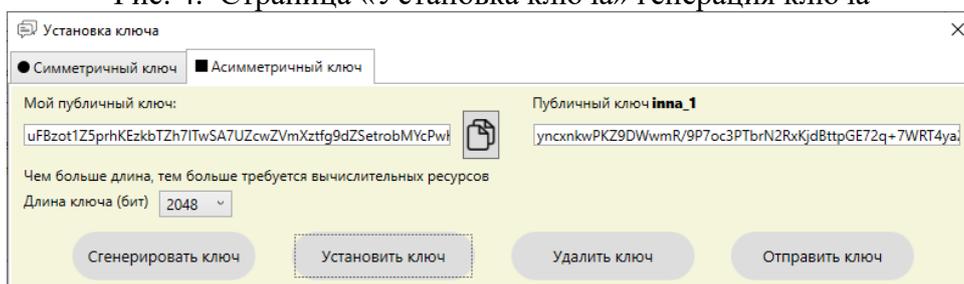


Рис. 5. Страница «Установка ключа» полностью заполненные поля

## Литература

1. Система мгновенного обмена сообщениями [Электронный ресурс]: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. - Загл. с экрана.
2. Типы Network Address Translation (NAT). 2009. URL: <http://aoz.com.ua/2009/01/26/nat-types/>. - Загл. с экрана.
3. Холкин, Д.О. Peer-to-peer и клиент–серверная архитектуры в системах мгновенной передачи сообщений / Д.О. Холкин, А.С. Дмитриев // Инновационные технологии в обучении и производстве : материалы XV всерос. заочн. науч.-практ. конф. (г. Камышин, 23 ноября 2020 г.). В 2 т. Т. 1 / под общ.ред. И. В. Степанченко ; ВолгГТУ, КТИ (филиал) ВолгГТУ. - Волгоград, 2020. - С. 172-174.
4. Cohn-Gordon K., Cremers C., Dowling B., Stebila D. A formal security analysis of the signal messaging protocol // Journal of Cryptology. 2020. № 4 (33). С. 1914–1983.

УДК 004.94

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ПОДБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ АВИАРЕЙСОВ

**Зинатулин А.В., Рудь Я.А., Незамова Л.В.**

Донецкий национальный технический университет  
Кафедра «Программной инженерии» им. Л.П. Фельдмана  
E-mail: [larkot@mail.ru](mailto:larkot@mail.ru), [artem\\_zinatulin643@mail.ru](mailto:artem_zinatulin643@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Зинатулин А.В., Рудь Я.А., Незамова Л.В. Разработка приложения подбора оптимальных авиарейсов. В статье рассматривается разработка программного обеспечения, реализующего подбор оптимальных авиарейсов, на основе загруженных в приложение данных об авиарейсах и аэропортах, продемонстрирован программный интерфейс разработанного приложения.*

### **Annotation:**

*Zinatulin A.V., Rud Ya.A., Nezamova L.V. Development of an application for selecting optimal flights. The article discusses the development of software that implements the selection of optimal flights, based on data uploaded to the application about flights and airport, the software interface of the developed application is demonstrated.*

### **Общая постановка проблемы**

Согласно данным Международной ассоциации воздушного транспорта, мировой пассажиропоток стремительно возрастал с каждым годом до 2020 года и достигал числа 4.5 млрд. человек по состоянию на 2018 год. Актуальность проблемы подбора оптимальных авиарейсов выражена динамическим развитием сферы авиасообщения и стремлением потребителей приобрести наиболее подходящие авиабилеты для перелёта. Зачастую во время подбора авиарейсов вручную возникает необходимость анализировать большое количество информации: соотношение стоимости к затраченному времени, ограниченное количество мест на определенный авиарейс, количество пересадок [1]. На основании статистики ICAO (International Civil Aviation Organization или Международная организация гражданской авиации), количество авиарейсов в 2012 году превышало более 31 миллиона, т.е. в день осуществлялось более 85000 авиарейсов.

С целью упрощения процесса подбора авиабилетов, предполагается разработка программного обеспечения, рассматривающего возможные варианты перелётов. Цель работы: создание программного обеспечения, реализующего подбор оптимальных авиарейсов с учётом предпочтения пользователя на основании данных, загруженных в программу. Для достижения поставленной цели были выявлены следующие задачи:

1. моделирование интерфейса программного обеспечения;
2. выбор программных средств, для реализации;
3. подбор алгоритмов реализации подбора авиарейсов на основе исходных данных;
4. реализация основных функций приложения;
5. проведение тестирования разрабатываемого ПО.

### **Исследование**

Существует множество сайтов по подбору авиабилетов, но подавляющее большинство реализуют API от компании AviaSales. [2] Интерфейс данного сервиса представлен ниже (рис.1)

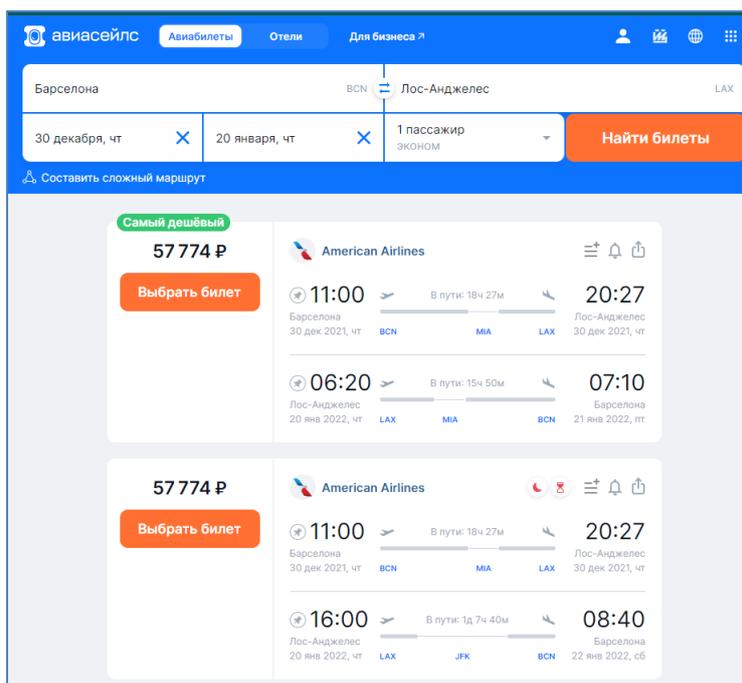


Рис. 1. Интерфейс аналога «Aviasales»

Огромным преимуществом данного сервиса является обширная база актуальных авиарейсов. Недостатком является зависимость сервиса от конкретных авиакомпаний, осуществляющих продажу авиабилетов. К тому же, сервис анализирует в авиAPERелётах приоритетно стоимость без оценки времени перелёта, что также усложняет для некоторых пользователей подбор билетов.

С целью упрощения процесса подбора авиабилетов, предполагается разработка программного обеспечения, реализующего подбор оптимальных авиарейсов, на основе загруженных в приложение данных об авиарейсах и аэропортах. Приложение, получая от пользователя аэропорт отправления, аэропорт прибытия и предполагаемую дату отправления, в качестве результата возвращает пользователю список оптимальных по стоимости и по затраченному времени авиарейсов. Данное программное обеспечение может быть использовано как внутри одной авиакомпании с целью информирования клиентов о возможных вариантах перелётов (наиболее близкий к реальности вариант использования программного обеспечения), так и для подбора авиабилетов среди всех возможных рейсов (нескольких авиакомпаний).

### Ожидаемый результат разработки ПО и программные средства реализации

Итоговый продукт – программное обеспечение, разработанное для операционных систем для персональных компьютеров – Windows, Linux, MacOS. Предполагается, что приложение будет представлено двумя режимами работы – режим «Гость» и режим «Администратор». Режим «Гость» предусматривает возможность установления параметров поиска авиарейсов и непосредственно сам поиск. Режим «Администратор», помимо функционала режима «Гость», имеет также возможность изменять все данных об аэропортах и авиарейсах. На текущем этапе разработки рассматривается сохранение данных об аэропортах и авиарейсах локально, без применения сервера баз данных. В рамках разработки не стоит цели загрузить данные реальных авиAPERелётов ввиду ограниченного доступа к данной информации.

Для реализации приложения будет использован язык программирования Java с фреймворком для создания графических интерфейсов JavaFX. Реализация приложения предусматривает разделение на сервер приложения и клиентскую часть, что в дальнейшем делает возможным подключение других интерфейсов (например, мобильного приложения) к уже существующему API приложению. Серверная часть реализуется с использованием стандартных инструментов Java.

### Описание программной реализации алгоритма подбора авиарейсов

Для решения поставленной задачи предлагается использование алгоритма на графе. Исходные данные в программе представлены следующим образом: каждый аэропорт является вершиной в графе, каждый авиарейс – ориентированным ребром между вершинами. Поставим в соответствие каждой вершине значение, обозначающее минимальное время или стоимость в зависимости от режима работы программы, необходимое, чтобы добраться до этого аэропорта. Далее с учётом времени отправления авиарейсов будем пересчитывать для всех аэропортов значения, стараясь минимизировать время или стоимость. Таким образом, значение у вершины, определяющей аэропорт назначения, будет равно в точности минимальному времени или стоимости. Далее, на основании полученных значений, алгоритм возвращает все кратчайшие пути от начального аэропорта до конечного аэропорта. Ниже представлена программная реализация алгоритма нахождения оптимальных авиарейсов по наименьшей стоимости (рис. 2).

```
BinaryHeap available = new BinaryHeap(new ArrayList<>()); // создание кучи нерассмотренных аэропортов
available.add(new Pair<>(k: 0L, starting_airport)); // начинаем с стартового
while (available.size() > 0) {
    int u = available.removeMin().getValue(); // find a[i] = min(A)
    if (a.contains(u)) continue;
    a.add(u);
    if (connected.get(u) == null) continue;
    for (Integer v : connected.get(u)) { // рассматриваем все инцидентные вершины
        if (!a.contains(v)) { // если ещё неизвестно расстояние до v
            long min_flight_price = 1000000007L * 1000000007L; long flight_time = SECONDS_IN_WEEK * 2;
            for (Timeline x : timelines.get(new Pair<>(u, v))) { // рассматриваем все рейсы u->v
                long starts_in = time.get(u) % SECONDS_IN_WEEK;
                long starts_time = x.getStartingTime();
                if (starts_time - starts_in < 0) {
                    starts_time += SECONDS_IN_WEEK;
                }
                if (min_flight_price > x.getPrice()) {
                    flight_time = starts_time - starts_in + x.getFlightTime();
                    min_flight_price = (long)Math.floor(x.getPrice() * 100);
                }
            }
            available.add(new Pair<>(k: min_flight_price + flight_time / 50, v)); // добавляем новую вершину
            // если оптимальный рейс, то заменяем значения
            if (prices.get(v) >= prices.get(u) + min_flight_price + flight_time / 50) {
                time.put(v, time.get(u) + flight_time);
                prices.put(v, prices.get(u) + min_flight_price + flight_time / 50);
            }
        }
    }
}
```

Рис. 2. Программная реализация алгоритма

Асимптотическая сложность алгоритма:  $O(|E| * \log(|V|))$ , где  $V$  – множество аэропортов,  $E$  – множество авиарейсов. Для реализации используется структура данных «Бинарная куча», позволяющая находить минимальное значение и удалять его за  $O(\log(|V|))$ . [3]

### Реализация программного интерфейса

Для реализации приложения используется язык программирования Java и фреймворк JavaFX для создания графических интерфейсов. Пользователь имеет возможность выбрать как текстовый вариант представления информации, так и графический. Используется карта для визуализации аэропортов и перелётов, координаты расположения аэропортов определяются шириной и долготой. Подробная Use-Case диаграмма приложения изображена ниже (рис. 3).

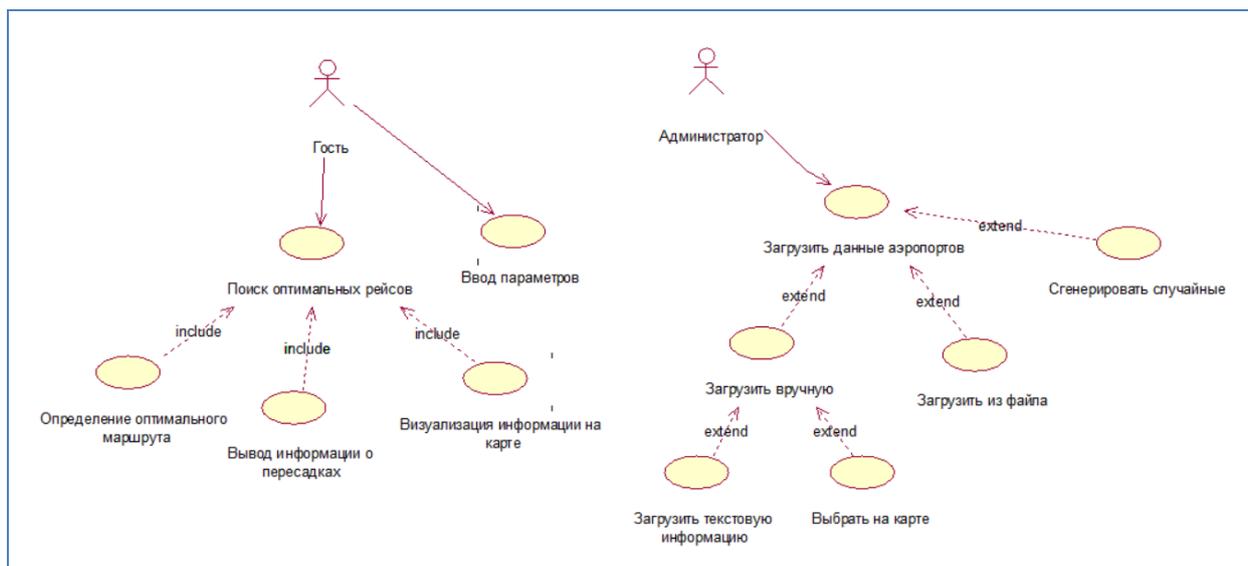


Рис. 3. Use-Case диаграмма проектируемой системы

В приложении реализованная форма добавления аэропортов в общий список (рис. 4). Форма доступна только администратору.

Рис. 4. Форма «Добавление аэропорта»

Приложение работает в текстовом режиме и в графическом. Выбор графического режима представлен на рисунке (рис.5) и позволяет выбрать на карте начальный и конечный аэропорт. На следующем рисунке (рис. 6) изображен результат пользовательского запроса в текстовом режиме: несколько вариантов подбора авиарейсов.

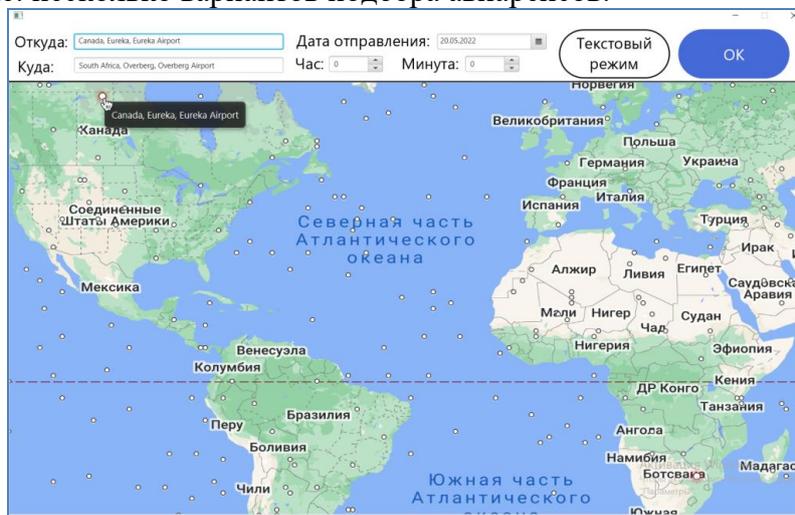


Рис. 5. Форма «Графический выбор аэропортов»

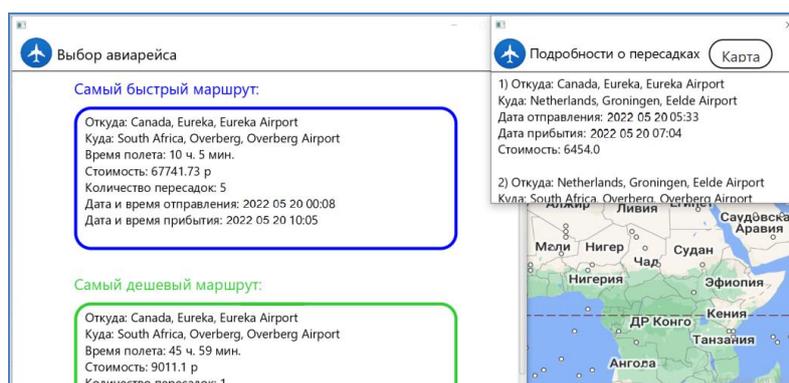


Рис. 6. Форма «Результат выполнения алгоритма»

### Выводы

При разработке проекта были выполнены поставленные задачи. Приложение реализовано средствами языка программирования Java. Функционал приложения может быть использован в качестве API для иных сервисов (в том числе и интернет-сайтов) по подбору оптимальных авиарейсов.

Разработан удобный графический интерфейс, позволяющий пользователю выполнить поиск оптимальных авиарейсов среди рейсов, заданных администратором.

### Литература

1. Статья "Пассажирские авиаперевозки". [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2020. Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Пассажирские\\_авиаперевозки](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Пассажирские_авиаперевозки) – Загл. с экрана.
2. Сервис "Aviasales". [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2022. Режим доступа: <https://www.aviasales.ru/> – Загл. с экрана.
3. Лафоре Р. Структуры данных и алгоритмы в Java / Р. Лафоре, 2-е изд. — СПб.: Питер, 2013. — 704 с.

УДК 004

## ТИПЫ И ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМОВ СИНТАКСИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ

**Стальнов А.Д., Боднар А.В.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра программной инженерии имени Л.П. Фельдмана  
E-mail: anton.stalnov2000@mail.ru

### **Аннотация:**

**Стальнов А.Д., Боднар А.В. Типы и особенности синтаксических анализаторов.** Рассмотрены типы синтаксических анализаторов, в частности восходящие (семейство RL) и нисходящие (семейство LL) рекурсивные типы синтаксических анализаторов. Определены особенности синтаксических анализаторов, условия их применения на практике. Выделены принципиальные отличия между синтаксическими анализаторами различных типов.

### **Annotation:**

**Stalnov A.D., Bodnar A.V. Types and features of parsers.** The types of parsers are considered, in particular ascending (RL family) and descending (LL family) recursive types of parsers. The features of parsers, the conditions for their application in practice are determined. Fundamental differences between parsers of various types are highlighted.

### **Введение**

С развитием технологий всё больше заметна тенденция снижения популярности бумажных вариантов документов в пользу электронных представлений во всех сферах взаимодействия людей, в результате чего, возникла потребность в удобных и эффективных инструментах, позволяющих создавать, редактировать и отображать электронные представления документов.

На текущий момент наблюдается огромное количество разнообразного программного обеспечения, позволяющего выполнить поставленную пользователем задачу. По очевидным причинам, файлы, создаваемые этими программами, внутри отличаются в большей степени, чем бумажные варианты, и не могут быть отображены пользователю в каком-либо другом программном обеспечении. Одним из возможных решений данной проблемы может стать синтаксический анализатор.

### **Исследование**

Синтаксический анализатор (парсер) — это программный компонент, который принимает входные данные, часто текстовые, и строит структуру данных — дерево синтаксического анализа, абстрактное синтаксическое дерево (рис. 1) или другую иерархическую структуру, давая структурное представление входных данных при проверке правильного синтаксиса. Синтаксическому анализу могут предшествовать или следовать другие этапы, которые могут быть объединены в один шаг. Парсеру часто предшествует отдельный лексический анализатор, который создает токены (лексемы) из последовательности входных символов. Парсеры могут быть запрограммированы вручную или могут быть автоматически или полуавтоматически сгенерированы генератором [1].

Входные данные для синтаксического анализатора представляют собой текст на каком-либо формальном языке, но также могут быть текстом на естественном языке или

менее структурированными текстовыми данными, и в этом случае обычно извлекаются только определенные части текста, а не строится дерево синтаксического анализа.

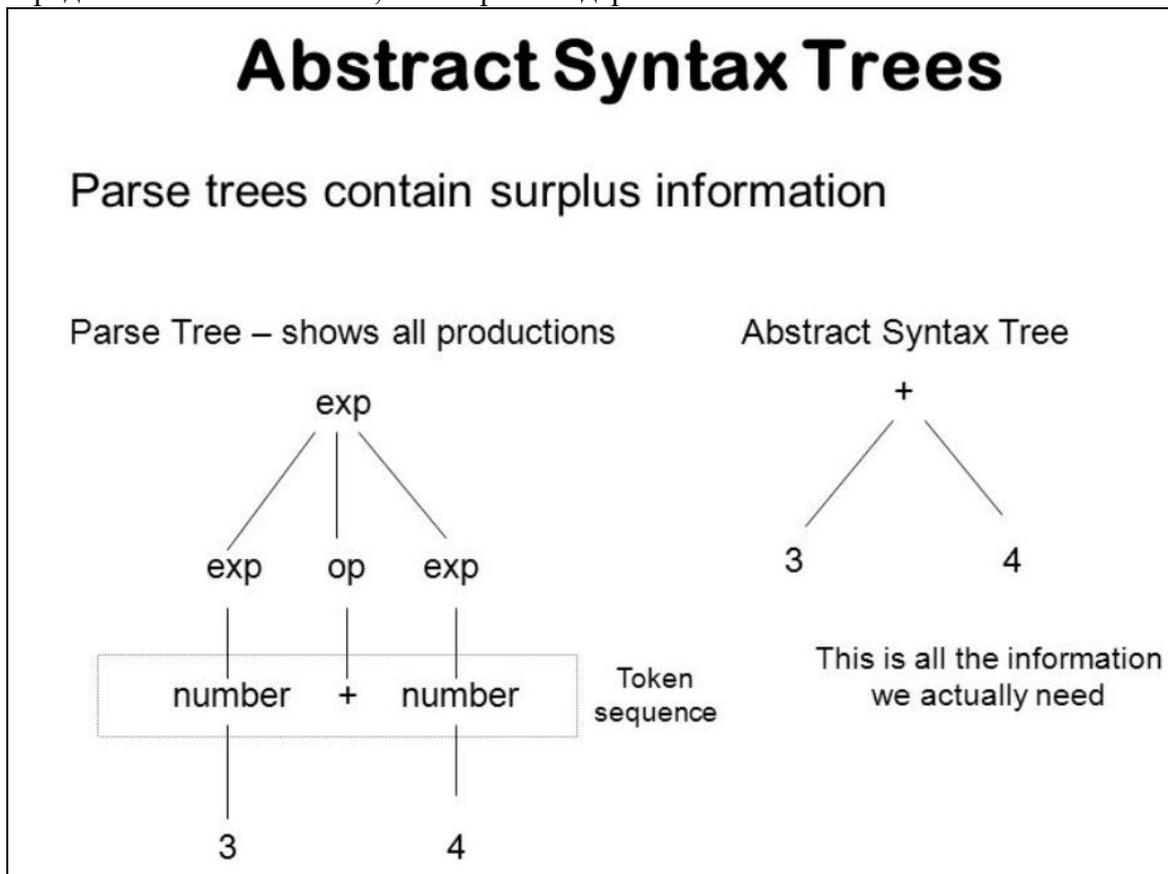


Рис. 1. Пример синтаксических деревьев.

На текущий момент существует ряд алгоритмов синтаксического анализа предложений. Все алгоритмы делятся на два типа:

1. Нисходящие (top-down).
2. Восходящие (bottom-up).

Нисходящий синтаксический анализ (анализ сверху вниз) в информатике — это стратегия синтаксического анализа, при которой сначала смотрят на самый высокий уровень дерева синтаксического анализа и смещаются вниз по дереву синтаксического анализа. Это стратегия анализа неизвестных связей данных путем гипотезы общих структур дерева синтаксического анализа, а затем рассмотрения вопроса о том, совместимы ли известные фундаментальные структуры с гипотезой. Это происходит при анализе как естественных, так и формальных языков [2].

Нисходящий синтаксический анализатор — это парсер, который генерирует дерево синтаксического анализа для данной входной строки с помощью грамматических производств путем расширения нетерминальных значений, т.е. он начинается с символа начала и заканчивается на терминалах. Он использует левую часть деривации. К данному типу относятся следующие алгоритмы: LL-парсер, синтаксические анализаторы рекурсивного спуска.

Восходящий синтаксический анализатор — это парсер, который генерирует дерево синтаксического анализа для данной входной строки с помощью грамматических произведений путем сжатия нетерминальных значений, т.е. он начинается с нетерминальных значений и заканчивается на символе начала. К данному типу относятся следующие алгоритмы: LR(0), SLR(1), LALR(1), GLR(1) [3].

Джош Хаберман в своей статье «LL и LR Parsing Demystified» [4] утверждает, что LL синтаксический анализ напрямую соответствует польской нотации, а LR — обратной. Также он констатирует, что парсеры LL часто называют «прогностическими парсерами», в то время как парсеры LR часто называют «синтаксическими анализаторами сдвига-уменьшения».

Пример работы указанных выше типов алгоритмов представлен на рисунке 2.

Top-down example			Bottom-up example		
Production	Input	Action	Production	Input	Action
S	int + int + int	Predict S -> E		int + int + int	Shift
E	int + int + int	Predict E -> T + E	int	+ int + int	Reduce T -> int
T + E	int + int + int	Predict T -> int	T	+ int + int	Shift
int + E	int + int + int	Match int	T +	int + int	Shift
+ E	+ int + int	Match +	T + int	+ int	Reduce T -> int
E	int + int	Predict E -> T + E	T + T	+ int	Shift
T + E	int + int	Predict T -> int	T + T +	int	Shift
int + E	int + int	Match int	T + T + int		Reduce T -> int
+ E	+ int	Match +	T + T + T		Reduce E -> T
E	int	Predict E -> T	T + T + E		Reduce E -> T + E
T	int	Predict T -> int	T + E		Reduce E -> T + E
int	int	Match int	E		Reduce S -> E
		Accept	S		Accept

Рис. 2. Пример работы нисходящего и восходящего синтаксического анализатора.

Названия алгоритмов представляют собой аббревиатуры, значение которых напрямую связано с работой алгоритма. Таким образом:

- первая буква L в названии означает, что входная цепочка читается слева направо, вторая L означает, что строится левый вывод входной цепочки [5], соответственно вторая буква R означает, что строится правый вывод входной цепочки;
- цифра в скобках после названия алгоритма указывает, что на каждом шаге для принятия решения используется заданное число символов непрочитанной части входной цепочки;
- приставка S к LR, расшифровывается как «Simple», т.е. «простой»;
- приставка LA к LR, расшифровывается как «LookAhead», т.е. «предпросмотр»;
- приставка G к LR, расшифровывается как «Generalized», т.е. «обобщённый».

Для корректного выбора алгоритма, который будет реализован в программном обеспечении необходимо опираться на следующие факты:

- нисходящие алгоритмы более точны в сравнении с восходящими, однако восходящие более устойчивы к разного рода ошибкам;
- семейство LR-парсеров не способно обработать леворекурсивные наборы данных;
- LR-парсер может принимать более широкий класс языков, чем LL, поскольку способен обрабатывать леворекурсивные грамматики;
- LL-парсеры, как правило, легче писать вручную за счёт меньшего набора грамматик;
- У алгоритмов как LA, так и LR семейства можно выделить «иерархию», например LR(0) может быть покрыт SALR(1), который в свою очередь, может быть покрыт LR(1), который может быть также покрыт GLR(1), но не наоборот;
- SLR(1) является промежуточным между LR(0) и SALR(1) и применяется крайне редко в силу своей узкой направленности (работает исключительно если в таблице разбора построенного алгоритмом нет конфликтов, т.е. в каждой ячейке одна запись);
- в 2007 году Фрост, Хафиз и Каллаган описали алгоритм синтаксического анализа сверху вниз, который использует запоминание для воздержания от избыточных вычислений

для размещения любой формы неоднозначного CFG в полиномиальном времени ( $\Theta(n^4)$  для леворекурсивных грамматик и  $\Theta(n^3)$  для нелеворекурсивных грамматик); их алгоритм синтаксического анализа сверху вниз также требует полиномиального пространства для потенциально экспоненциальных неоднозначных деревьев синтаксического анализа путем «компактного представления» и «группировки локальных неоднозначностей». [2]

– GLR-парсер создавался с целью анализа текстов на естественных языках, с недетерминированностью и неоднозначностью которых LR-парсер не вполне справляется.

Из предоставленной выше информации можно собрать следующую сравнительную таблицу характеристик.

Таблица 1 — Сравнительная характеристика алгоритмов синтаксического анализа.

Характеристика	LR(0)	SLR(1)	SALR(1)	LR(1)	GLR
Количество неп прочитанных символов в цепочке	0	1	1	1	Не ограничено
Наличие механизма предпросмотра	Нет	Нет	Да	Да	Да
Анализ формальных тестов	Да	Да	Да	Да	Да
Анализ естественных языков	Нет	Нет	Нет	Нет	Да

### Выводы

Были рассмотрены недостатки и особенности разных типов синтаксических анализаторов, определяющих возможную область применения алгоритмов. Таким образом, алгоритм LR(0) применяется в случае обработки простых грамматик. Для более сложных задач следует использовать более мощные и комплексные алгоритмы SALR(1) и LR(1). В случае обработки естественных языков, в особенности анализа текста, следует использовать GLR алгоритм. LL алгоритмы не способны обработать леворекурсивную грамматику, что является существенным недостатком, ограничивающим его применение.

Системные анализаторы имеют широкий спектр применения, начиная с простого поиска определённых какими-либо правилами данных, заканчивая созданием компилятора какого-либо языка программирования.

### Литература

1. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. — Режим доступа: [https / URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Parsing](https://en.wikipedia.org/wiki/Parsing) — Загл. с экрана. (дата обращения: 19.05.2022).
2. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. — Режим доступа: [https / URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Top-down\\_parsing](https://en.wikipedia.org/wiki/Top-down_parsing) — Загл. с экрана. (дата обращения: 19.05.2022).
3. GeeksforGeeks. A computer science portal [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. — Режим доступа: [https / URL: https://www.geeksforgeeks.org/types-of-parsers-in-compiler-design/](https://www.geeksforgeeks.org/types-of-parsers-in-compiler-design/) — Загл. с экрана. (дата обращения: 19.05.2022).
4. Josh Haberman [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. — Режим доступа: [https / URL: https://blog.reverberate.org/2013/07/ll-and-lr-parsing-demystified.html](https://blog.reverberate.org/2013/07/ll-and-lr-parsing-demystified.html) — Загл. с экрана. (дата обращения: 19.05.2022).
5. Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", © НОУ «ИНТУИТ», 2003-2022 [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. — Режим доступа: [https / URL: https://intuit.ru/studies/courses/1157/173/lecture/4697?page=6](https://intuit.ru/studies/courses/1157/173/lecture/4697?page=6) — Загл. с экрана. (дата обращения: 19.05.2022).

УДК 004

## ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТЫ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ МЫШЛЕНИЯ И СТРУКТУРИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

**А.С.Сырых, А.В. Боднар**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра программной инженерии имени Л.П. Фельдмана

E-mail: [alyoshca.sryrh@mail.ru](mailto:alyoshca.sryrh@mail.ru)

### **Аннотация:**

*А.С.Сырых, А.В. Боднар. Интеллект – карты как эффективный метод визуализации мышления и структурирования информации. В статье рассмотрена актуальность использования интеллект-карт для решения задач, связанных с конспектированием, хранением и приобретением знаний, выявлены преимущества и недостатки ментальных-карт по сравнению с линейным представлением информации, выполнено исследование существующих программных средств для создания интеллект-карт и выявление путей развития данной технологии.*

### **Annotation:**

*A.S.Syrykh, A.V. Bodnar. Intelligence maps as an effective method of visualizing thinking and structuring information. The article considered the relevance of using mind maps for solving problems related to taking notes, storing and acquiring knowledge, identified the advantages and disadvantages of mental maps compared to a linear representation of information, studied existing software tools for creating mind maps and identifies ways to develop this technology.*

### **Общая постановка проблемы**

Интеллект-карта является одним из инструментов визуализации мышления и структурирования информации. Диаграмма имеет древовидную структуру: задается основная цель, которая будет корнем дерева, и от нее посредством дедукции осуществляется переход от общего к частному, тем самым образуя внутренние и листовые узлы. В качестве данных в интеллект-картах могут применяться изображения, аудио- и видеофрагменты, текст всевозможных шрифтов и цветов.

Основная задача составления ментальных карт – создать систему, которая, благодаря визуальному и необычному оформлению, будет способствовать более качественному усвоению и восприятию информации, а процесс создания интеллект-карт – улучшению ассоциативного и креативного мышления.

Использование ментальных карт является эффективным средством формирования и развития навыков восприятия, переработки и извлечения информации [1]. Данная технология активно используется для запоминания большого объема информации, планирования и разработки проектов, проведения мозговых штурмов, подготовки к устной презентации [2], систематизации и структурирования данных для выбора курса дальнейшего развития проекта или принятия решений. С появлением программных средств для создания интеллект-карт стало набирать популярность использование данных диаграмм при оформлении презентаций.

Интеллект-карты имеют ряд преимуществ по сравнению с текущими методами хранения и конспектирования информации.

Во-первых, информация воспринимается в форме интеллект-карт проще, т.к. они построены таким образом, что, только раз взглянув на схему, можно сразу понять, какой

главный объект исследований, какие основные идеи и концепции, на которые нужно обратить внимание. В случае с линейным представлением информации необходимо гораздо больше времени для получения той же информации. Главная мысль зачастую теряется в большом количестве абзацев и многоуровневых списках.

Во-вторых, написание линейных записей занимает много времени, потому что требуется доносить основную мысль как можно понятнее и с разных точек зрения, а при сокращении времени на создание текста теряется качество данных, информация становится обрывочной и неполной, из-за чего не всегда можно восстановить главную идею.

В случае с интеллект-картами информацию гораздо проще рассматривать с разных сторон, всегда можно дополнить данные на любой уровень иерархии, проще заметить логические ошибки и исправить их, а работать с ментальными картами легче, позже наступает утомление, но при этом качество восприятия информации по сравнению с линейными записями выше.

В-третьих, данные запоминаются лучше при использовании визуальных средств представления информации, потому что человеку гораздо интереснее и более естественно получать информацию с визуально привлекательных изображений, ветвей, шрифтов, необычных форм и объектов, чем с монотонного объемного текста.

Основным недостатком интеллект-карт является то, что чрезмерное упрощение и обобщение информации служит причиной потери важных идей и деталей, поэтому необходимо контролировать, насколько данная карта полезна в использовании, где можно упустить детали, а где упрощение приведет к потере нужных концепций.

При создании ментальных карт активно задействовано ассоциативное мышление, что кроме положительных аспектов может привести к тому, что полученный ассоциативный ряд может содержать противоположные или синонимичные элементы, а ассоциации никаким образом не связаны с основной целью.

К тому же у каждого человека различаются ассоциации с каким-либо объектом, поэтому возникают ситуации, когда понимание смысла интеллект-карты человеком, который не делал эту схему, становится проблематичным [3].

### **Исследование**

Проведем исследование существующих программных средств для создания интеллект-карт.

1) XMind – это полнофункциональное приложение для составления ментальных карт и мозгового штурма [4].

Преимущества:

– наличие шаблонов разного вида:

1. структура;
2. таблица;
3. временной график;
4. древовидная структура;
5. fish-bone;

– варианты стилового оформления и палитра цветов для каждого шаблона;

– создание презентации на основе интеллект-карты;

– совместная работа над одним проектом;

– объединение нескольких интеллект-карт в одну;

– изменение шаблона во время редактирования интеллект-карты;

– простое добавление ветвей нажатием на Enter или ПКМ на «+» элемента, которому нужно добавить дочерние элементы;

- добавление изображений, стикеров, маркеров, комментариев, заметок, хештегов, аудио- и видеоматериалов, ссылок;
- переключение в режим просмотра древовидной структуры;
- редактирование ментальной карты в режиме просмотра древовидной структуры;
- возможность сохранения проекта в Google Диске или других облачных хранилищах.

Недостатки:

- функционал для оформления презентации представлен только в черно-белом и бело-черном цветовых решениях, небольшое количество способов анимации, переходов, шаблонов и последовательности построения слайдов;
- при автоматическом создании презентации длинные темы корректно не отображаются (не переносятся на новую строку, не уменьшается шрифт, не адаптируется размер поля label, в котором находится текст).

На рис.1 представлена интеллект-карта «Цели использования mind map» средствами XMind. Текст на фоне предложенной цветовой палитры легко читается, главная тема находится в центре композиции.



Рис. 1. Цели использования технологии интеллект-карт средствами XMind

## 2) Ауоа

Ауоа – облачный инструмент управления и планирования проектов на основе диаграмм Ганта, Mind Mapping, Task Management и Whiteboarding [5].

Преимущества:

- более 130 стилей оформления диаграмм;
- имеет наибольшее кол-во разнообразных шаблонов для интеллект-карт и других диаграмм по сравнению с другими аналогами;
- режимы совместной работы для диаграмм Ганта, Whiteboarding, интеллект-карт и Task Management;
- автоматическое проектирование презентаций на основе выполненных диаграмм;
- наличие режима оформления ветвей от руки, рисование кисточками, маркерами на записях, списках и ментальных картах;
- при совместной работе над проектом можно взаимодействовать с помощью написания комментариев и уведомлений (реализован чат команды);

- управление доступом каждого пользователя – разрешать или запрещать просмотр и редактирование конкретных досок и ментальных карт или их частей;
- большой инструментарий для редактирования автоматически спроектированных презентаций (разнообразные цветовые палитры, анимации переходов и шаблоны);
- есть возможность выставить ограничение на время выполнения какой-либо задачи или подпункта и поставить ярлык для закрепления конкретных пользователей за ней;
- система представлена в виде веб-сервиса, мобильного приложения на Android и iOS, а также на ПК с ОС Windows и Mac;
- измерение прогресса выполнения поставленных пользователям задач;
- экспорт файлов в форматах .pdf, .svg, веб-страницы, аудио, презентации и проекта;
- инфраструктура серверов системы размещена на безопасных центрах обработки данных – Amazon Web Services (AWS);
- любая информация в проектах и платежные реквизиты шифруются с помощью TSL/SSL;
- поставщик базы данных ежедневно планирует автоматическое резервное копирование;
- система имеет двухфакторную аутентификацию.

#### Недостатки:

– данный программный продукт является платным, поэтому для получения полного функционала необходимо оформить ежегодную или ежемесячную подписку на продукт, но для несложных задач есть возможность использовать бесплатную версию, где можно создавать 5 досок, до 50 элементов на доске, совместное использование проекта и чат.

На рис.2 изображена доска в Ауоа, где сразу представлены различные варианты использования продукта, а именно:

- создание заметок;
- списков задач;
- круговых диаграмм;
- комментариев;
- ментальных карт;
- добавление документации, изображений, стикеров;
- прикрепление задачи конкретному пользователю;
- оформление блок-схем.

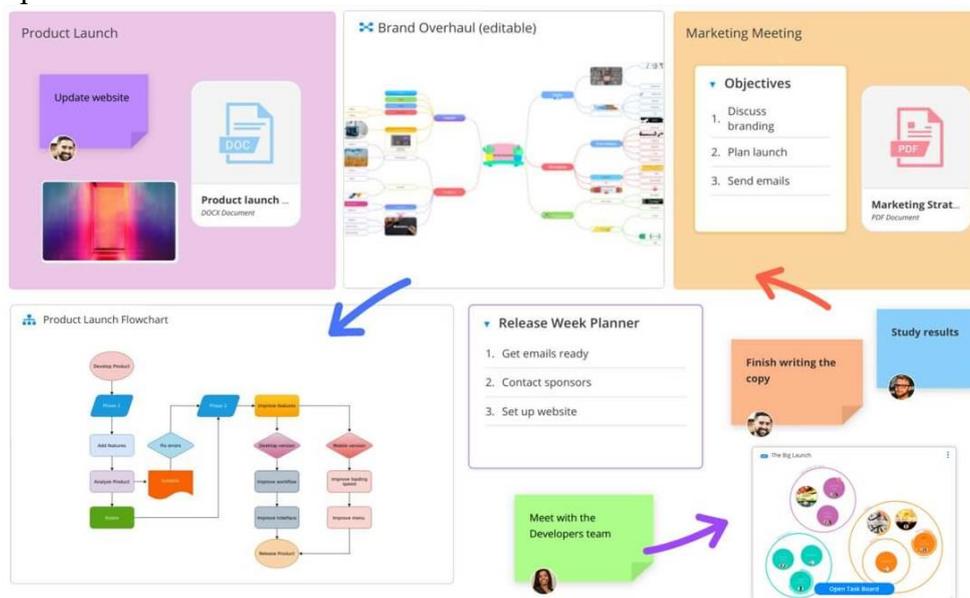


Рис. 2. Представление доски с разными режимами работы в Ауоа

### **Выводы**

Использование ментальных карт является эффективным средством формирования и развития навыков восприятия, переработки и извлечения информации.

На основе выполненного анализа существующих ведущих программных средств для создания ментальных карт можно выявить основные тенденции развития данной технологии.

На данный момент технология Mind Mapping активно используется для планирования и управления проектами, проведения мозговых штурмов, создания презентаций и при подготовке к публичным выступлениям.

С использованием программных средств появилась возможность создавать визуально приятные и легко читаемые ментальные карты быстро и качественно, а также выполнять совместную работу над одним проектом с помощью одновременного редактирования проекта, написания комментариев и чатов внутри системы.

Развитие ПС для создания ментальных карт направлено на улучшение коммуникации пользователей между собой при совместной работе над проектом, на создание креативных, удобных и красивых шаблонов ментальных карт, улучшение защиты информации данных пользователей.

Поэтому в ПС для ментальных карт могут появиться голосовые чаты и видеоконференции, а с помощью магазинов шаблонов ментальных карт появятся новые интересные шаблоны, которые станут популярнее текущих известных видов интеллект-карт, или же будут разработаны новые ПС с удобным интерфейсом для совместного использования ментальных карт в 3D или VR.

### **Литература**

1. Бабич А.В. Эффективная обработка информации (Mind mapping): учебное пособие / Бабич А.В. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 280 с. – ISBN 978-5-4497-0704-8. – Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/97588.html> (дата обращения: 20.05.2022). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Калинина Ю.М. Инновационные приемы в практике преподавания РКИ. Предложно-падежная система русского языка (приемы fishbone и mind-map). Уровни А1, А2, В1 : учебно-методическое пособие / Калинина Ю.М., Михеева Е.С.. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 46 с. – ISBN 978-5-4497-0997-4. – Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/104673.html> (дата обращения: 20.05.2022). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Бьюзен Т. Интеллект-карты. Полное руководство по мощному инструменту мышления – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2021. – 208 с. – ISBN 978-5-00169-824-1.
4. XMind [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.xmind.net/> – Загл. с экрана.
5. Аюа [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ayoa.com> – Загл. с экрана.

УДК 004.055

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ ОЦЕНКИ МЕДИА

Полятыкин А.С., Федяев О.И.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра программной инженерии им. Л. П. Фельдмана  
Email: axpltkn@yandex.ru

### **Аннотация:**

*Полятыкин А.С., Федяев О.И. Статистический анализ данных в системах оценки медиа. Целью работы является выявление предпочтений пользователей на основе статистического анализа данных и посторенние рекомендаций для повышения эффективности предложений. Предложен алгоритм построения логичной цепочки рекомендаций для построения систем оценки медиа.*

### **Annotation:**

*Polyatykin A.S., Fedyaev O.I. Statistical data analysis in media evaluation systems. The object of the thesis is identification of user's preferences, those based on statistical data analyze and making recommendations for improving suggestions efficiency. Proposed an algorithm for constructing a logical chain of recommendations for constructing media evaluation systems.*

### **Общая постановка проблемы**

Сегодня количество информации, которое окружает человека, велико как никогда раньше. Невероятное количество рекламы, и не меньшее количество товаров, каждый из которых пытается выделиться сильнее остальных, создавая огромный объём информационного шума. Поэтому создание и развитие «фильтров», которые могли бы помочь пользователю извлекать полезные для него сведения — это естественный процесс в мире потребления.

Одним из таких фильтров являются рекомендательные системы, которые помогают пользователю найти те товары и услуги, которые могут быть ему интересны, основываясь на некоторых алгоритмах отбора, которые могут отличаться, в зависимости от задач и предметной области. Первые такие системы появились около 30 лет назад [1,2].

Чаще всего рекомендательные системы призваны помогать в выборе товаров, которые принадлежат к одному классу, и отличаются небольшим набором свойств.

Такие системы используются для организации таргетированной рекламы (от англ. target – цель), что полезно и для рекламодателя, и для потенциальных клиентов, так как реклама будет с большей вероятностью представлена тем, кто скорее всего заинтересован в демонстрируемом товаре. Это меньше раздражает и отпугивает клиентов, и повышает эффективность рекламы. Сейчас уже практически каждый интернет-магазин и сервисы распространения медиа-контента (Spotify, Яндекс Музыка, Kinopoisk) используют рекомендательные системы и согласно статистике Amazon.com приблизительно 30% всех транзакций были проведены благодаря рекомендациям.

Основная задача выполненной работы нацелена на обзор основных существующих рекомендательных систем и принципов их работы, а также на создание собственной системы рекомендаций.

## Исследование

Согласно данным сервиса «Google Ngram Viewer» словосочетание «Recommendation system» намного чаще встречается в литературе, чем «Система рекомендаций» (см. рис. 1).



Рис. 1. Частота вхождений словосочетаний в литературе

Это говорит нам о том, что в англоязычной литературе можно найти больше информации по затрагиваемой теме. Употребление данных терминов начало возрастать примерно с 1997 года, и с тех пор интерес к этой теме в англоязычной литературе только продолжает расти [3-9].

В общем можно выделить следующие подходы, на которых основываются системы рекомендаций:

- коллаборативная фильтрация (КФ);
- фильтрация на основе содержимого (ФС).

Системы коллаборативной фильтрации составляют рекомендации, основываясь на предположении, что пользователи, чьи предпочтения были схожими ранее, будут схожими и в будущем. Таким образом, если пользователи А и В раньше интересовались одинаковыми объектами (товарами), и если А проявит интерес к новому товару, который В ещё не видел, то этот товар, скорее всего, будет интересен и для В (см. рис. 2).

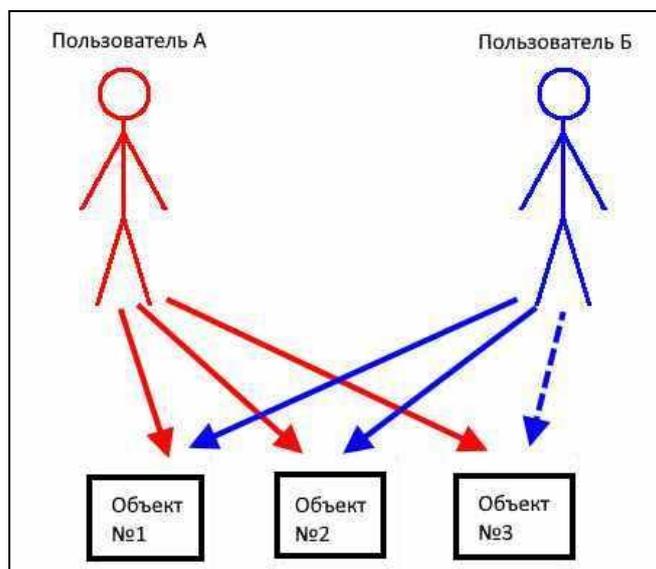


Рис. 2. Принцип работы коллаборативной фильтрации

На изображении выше сплошными стрелками указано, какой пользователь какому объекту (товару) поставил отметку «нравится», а пунктирной – рекомендация. Общим пользователям понравились объекты №1 и №2, но пользователю А также понравился объект №3. Исходя из того, что ранее вкусы пользователей совпадали, имеет смысл предположить, что объект №3 также понравится и пользователю Б.

Фильтрация на основе содержимого полагается на некие свойства объектов, и если объекты №1 и №2 имеют схожие свойства, то если пользователю понравился объект №1, то можно предположить, что ему также понравится объект №2 (см. рис. 3).

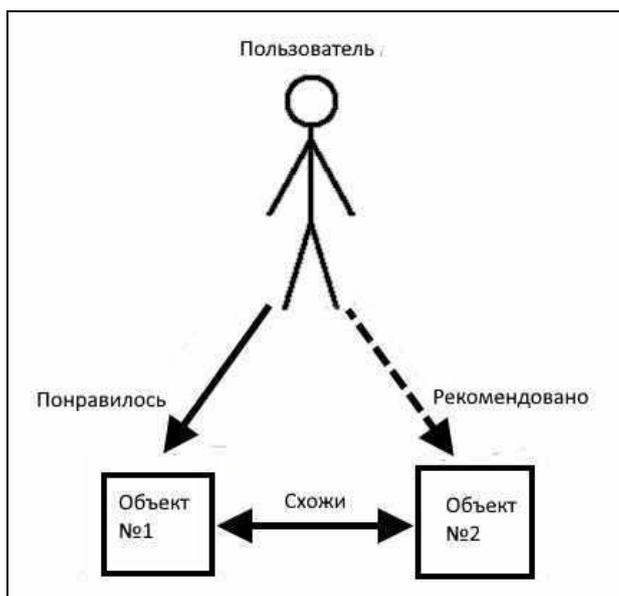


Рис. 3. Принцип работы фильтрации по содержимому

Однако, часто в системах применяют гибридные подходы, объединяющие оба подхода, ликвидируя недостатки и пользуясь преимуществами каждого из них. Коллаборативная фильтрация более универсальна, так как при таком подходе объекты рекомендаций не более чем набор оценок пользователей, поэтому это могут быть фильмы, книги, товары бытовой химии и т. д.

Но, во-первых, эффективность этого алгоритма будет напрямую зависеть от количества пользователей. Во-вторых, всегда есть вероятность появления в системе «белых ворон», то есть пользователей, чьи предпочтения близки к очень малому количеству пользователей, или, может быть, вообще недостаточно близки к кому-либо. Для таких пользователей сложно составить адекватную рекомендацию. В-третьих, такой подход сильно уязвим для проблемы «холодного старта» [10]. Кроме того, такой подход плохо масштабируем, т. к. нужно хранить матрицу расстояний между пользователями, которая растёт экспоненциально. Например, для системы с 10 тыс. пользователей понадобится хранить приблизительно 50 млн. вещественных чисел.

Фильтрация на основе содержимого менее универсальна, т. к. каждый объект рекомендаций, это не только набор оценок, но и набор свойств, которые могут различаться от одного класса товаров к другому. Однако такой подход лучше масштабируется, даже для «белых ворон» может быть сформирована более-менее адекватная рекомендация, а проблема «холодного старта» может быть решена, например, прямым вопросом пользователя о предпочтениях по любому количеству свойств.

### Предлагаемое решение

Разрабатываемый алгоритм, должен быть устойчив к проблеме «холодного старта», хорошо масштабируемый, составлять адекватный личный (для каждого пользователя) список рекомендаций. Для этого предлагается объединить подходы коллаборативной фильтрации и фильтрации по содержанию.

Так как производить поиск ближайших соседей для новых пользователей не имеет смысла, то нельзя сразу использовать КФ. Поэтому предлагается сначала рекомендовать товары, основываясь на коэффициенте  $W_i$ , который можно посчитать по следующей формуле:

$$W_i = \ln(c) * \left( \frac{rat_{max} + rat_{min} - rat_{step}}{2} - dev \right) * avg; \quad (1)$$

где:  $c$  – количество оценок фильма;  
 $rat_{max}/rat_{min}$  – максимальная/минимальная возможная оценка;  
 $rat_{step}$  – минимально допустимый шаг между оценками;  
 $dev$  – среднее квадратичное отклонение оценок пользователей;  
 $avg$  – средняя оценка пользователей.

Далее она нормализуется, чтобы коэффициент  $W_i$  укладывался в промежуток  $[0;1]$ , и получаем  $W_{Ni}$ .

$$W_{Ni} = \tanh \left( \frac{w_i^2}{\sqrt{\sum_{i=1}^c w_i^2}} \right) \quad (2)$$

Таким путём каждому объекту присваивается «чистый вес», который означает рейтинг объекта в системе без личной корректировки для пользователей (см. рис. 4). Примеры в таблице приведены в контексте рекомендаций фильмов.

film id	count	avg	stddev	weight	norm weight
318	81482	4,41	0,76	86,82	0,95
50	55366	4,28	0,78	80,1	0,91
858	52498	4,32	0,87	76,47	0,89
593	74127	4,15	0,86	76,26	0,88
527	60411	4,25	0,87	75,99	0,87
1193	36058	4,22	0,79	75,67	0,87
2959	58773	4,23	0,87	75,67	0,87
4226	41195	4,15	0,8	74,92	0,87
2329	31157	4,14	0,76	74,37	0,86
457	49638	3,97	0,78	73,89	0,86

Рис. 4. Предлагаемое ранжирование объектов

Далее, чтобы персонализировать рекомендации, необходимо найти коэффициент предпочтения по свойствам  $W_{iu}$ . Он вычисляется по следующей формуле:

$$W_u = (avg - bp) * c * \left( 1 - \frac{dev}{\frac{rat_{max} + rat_{min} - rat_{step}}{2}} \right) \quad (3)$$

где: avg – средняя оценка по свойству;  
bp – общая средняя оценка пользователя (balance point);  
c – количество оценок данного свойства;  
dev – среднеквадратичное отклонение оценок по свойству.

Balance point (bp) нужен для того, чтобы иметь примерное представление, какая оценка для данного пользователя является плохой, а какая хорошей. Так как кто-то ставит только 5 по пятибалльной системе всем просмотренным фильмам, а кто-то может ставить 3, даже когда фильм понравился. Таким образом, для каждого свойства вычисляется значимая разница, например, если в среднем фильмам-боевикам пользователь ставит 4 балла, при bp = 2.5, это может означать, что этот жанр нравится пользователю, в то же время такая же средняя оценка жанра будет при bp = 4.5, может означать, что этот жанр не очень нравится.

Веса признаков ( $W_{Nu}$ ) также нормализуются к промежутку [-1;+1]:

$$W_{Nu} = \frac{w_u}{\sqrt{\sum_{i=1}^c w_i^2}} \quad (4)$$

genre id	avg	count	weight	norm weight
7	4,17	18	4,66	0,75
11	4,3	5	1,86	0,3
8	3,87	53	1,8	0,29
10	4,06	8	1,23	0,2
5	3,87	23	0,82	0,13
9	4,13	4	0,81	0,13
3	4	2	0,38	0,06
17	3,9	5	0,33	0,05
4	3,83	3	0,06	0,01
15	0	0	0	0
12	3,5	1	-0,31	-0,05

Рис. 5. Ранжирование жанров фильмов для пользователя

Теперь для каждого объекта – в нашем случае фильма – можно пересчитать вес, с учётом предпочтений пользователя:

$$W = W_{Ni} + \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p (W_{Nu})_j}{m} \quad (5)$$

где: m – количество признаков объекта (например, если фильм характеризуется жанром, актёрским составом и режиссёром, то m = 3); p – количество позиций в признаке для данного объекта (например, если фильм одновременно комедия и мультфильм, то p = 2).

Когда в системе накопится достаточно оценок пользователя, чтобы можно было выделить необходимое количество соседей, можно добавлять в рекомендации объекты, которые понравились этим соседям. Но близость соседей определяется не по всем оценкам

объектов, а как декартово расстояние по признакам для пользователей. То есть каждого пользователя можно представить, как набор  $m$  точек, и каждая из точек расположена в  $r$ -мерном пространстве. Это позволяет отказаться от хранения огромного количества расстояний между пользователями и вместо этого хранить лишь координаты этих точек по каждому признаку (которых обычно 3-5 для объекта). При этом, количество координат может сильно различаться для каждой точки, в зависимости от общего количества позиций в признаке, к примеру, на рис. 5 видно 11 жанров, которые хранятся в базе данных, это значит, что точка, представляющая жанры фильмов, будет иметь 11 координат.

### Выводы

Предложенный алгоритм сочетает в себе преимущества КФ и ФС. Главное его достоинство состоит в построении логичной цепочки рекомендаций даже для новых пользователей в системе, которая начинается с рекомендации тех объектов, которые в среднем нравятся большинству, а позже список рекомендаций корректируется на основе предоставленных пользователем оценок. Когда количество оценок становится достаточным, и находится достаточное количество соседей, рейтинг корректируется на основании оценок, выставленных пользователями-соседями. Добавленные объекты также имеют шанс появиться в списке рекомендаций пользователям, которые предпочитают такие сочетания признаков, которыми обладает объект.

### Литература

1. Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2017. №20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-razrabotke-rekomendatelnoy-sistemy-predlagayuschey-knigi-po-predpochteniyam-polzovatelya> (дата обращения: 26.09.2021). – Загл. с экрана.
2. Журнал Интеллектуальные системы / 12.2017 - том 21 выпуск 4 - URL: <http://intsysjournal.org/pdfs/21-4/18-30-Kutanin.pdf> (дата обращения: 26.09.2021) – Загл. с экрана.
3. Gorakala, Suresh K., and Usuelli, Michele. Building a Recommendation System with R. United Kingdom, Packt Publishing, 2015. P. 31-76.
4. Falk, Kim. Practical Recommender Systems. United States, Manning, 2019. P. 35-51.
5. Aggarwal, Charu C.. Recommender Systems: The Textbook. Germany, Springer International Publishing, 2016. P. 29-69.
6. Chen, Bee-Chung, and Agarwal, Deepak K.. Statistical Methods for Recommender Systems. United States, Cambridge University Press, 2016. P. 60-75.
7. Материалы VII Международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» (СИТОНИ-2021). – Донецк: ДонНТУ, 2021 – 626 с.
8. MachineLearning.ru - Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных. URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/8/81/Kislinskiy19bsc.pdf> (дата обращения: 26.09.2021). – Загл. с экрана.
9. Архив открытого доступа Санкт-Петербургского государственного университета. URL: <http://hdl.handle.net/11701/12104> (дата обращения: 26.09.2021). – Загл. с экрана.
10. Cold start (recommender systems) – Wikipedia / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cold\\_start\\_\(recommender\\_systems\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cold_start_(recommender_systems)) – Загл. с экрана.

УДК 004.49

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ «ОПАСНЫХ» ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ ANDROID

**Боровиков А.И., Боднар А.В.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк)

e-mail: aleksey.borovikov.00@mail.ru

### **Аннотация:**

**Боровиков А.И., Боднар А.В. Теоретический анализ «опасных» функций системы android.** Данная статья описывает опасные функции смартфонов на операционной системе Android, такие как чтение системных данных об использовании приложений, при помощи UsageStatsManager и чтение уведомлений, которые получает пользователь на свой смартфон при помощи NotificationListenerService. Описаны права, которые необходимо предоставить для использования рассматриваемых возможностей и способы защиты системой Android.

### **Annotation:**

**Borovikov A.I., Bodnar A.V. Theoretical analysis of the "dangerous" functions of the android system.** This article describes the dangerous functions of smartphones on the Android operating system, such as reading system data about the use of applications using UsageStatsManager and reading notifications that the user receives on his smartphone using NotificationListenerService. It describes the rights that must be granted to use the features in question and how to protect the Android system.

### **Общая постановка проблемы**

В современном мире смартфоны способны не только совершать звонки, отправлять сообщения, но и выходить в интернет, запускать приложения, получать уведомления и делать фотографии. Однако, такой диапазон возможностей может означать и появление новых рисков.

Часто приложения мобильного телефона могут запрашивать личную информацию пользователя, также известно немало случаев, когда такая информация попала в руки злоумышленников из-за несовершенства системы безопасности приложений.

Актуальность выбранной темы заключается в том, что с каждым годом безопасность системы и приложений становится все сложнее обойти, но существует уязвимость, с которой разработчики справиться не способны — это человеческий фактор. Смартфон пользователя, чаще всего, защищен только паролем или графическим ключом, комбинацию к которым несложно подобрать.

Целью статьи является теоретический анализ «опасных» функций системы Android. Т.к. чтоб узнать, что кто-то использовал смартфон и просматривал уведомления пока отсутствовал пользователь необходимо вести лог запущенных приложений и полученных уведомлений. Но если существует возможность собирать такие данные, то существуют и приложения, которые могут использовать их в собственных целях.

### **Исследования**

#### **Системные возможности Android**

В системе Android предусмотрено сохранение информации об использованных приложениях и полученных уведомлениях. Информацию о приложениях система записывает в папку /data/system/usagestats, такие файлы имеют имеют xml структуру, которую можно увидеть на рис. 1.

```
<usagstats version="1" endTime="145 761729">
  <packages>
    <package>
      lastTimeActive="145761729"
      package="com.example.newappusagestatistics"
      timeActive="11981273" lastEvent="1" />
    <package>
      lastTimeActive="145761678" package="com.android.launcher"
      timeActive="1878379" lastEvent="2" />
    <package>
      lastTimeActive="87323133" package="com.android.browser"
      timeActive="68553" lastEvent="2" />
    <package>
      lastTimeActive="78063875" package="com.android.sdksetup"
      timeActive="1194161" lastEvent="3" />
    <package>
      lastTimeActive="78928555" package="com.android.camera"
      timeActive="40775" lastEvent="2" />
    <package>
      lastTimeActive="83715390" package="com.android.settings"
      timeActive="97012" lastEvent="2" />
    <package>
      lastTimeActive="78461328" package="com.android.systemui"
      timeActive="4162" lastEvent="2" />
  </packages>
```

Рис. 1 – Структура файла usagstats за неделю

Для реализации считывания информации о запущенных приложениях в системе Android предусмотрен инструмент UsageStatsManager.

UsageStatsManager — позволяет читать данные системных файлов usagstats. Метод queryUsageStats(int intervalType, long beginTime, long endTime) возвращает данные, сгруппированные по intervalType за указанный интервал от beginTime до endTime. Группируются они на 4 интервала:

- за день;
- за неделю;
- за месяц;
- за год.

При этом данные, сгруппированные за день, хранятся 7 дней, за неделю — 4 недели, за месяц — 6 месяцев, а за год — 2 года. Это значит, что получить информацию о запущенных приложениях можно не за любой период.

Но главным минусом является не ограниченный период хранения статистики, а нестабильная запись и обновление данных, доступных для чтения. Данные корректно обновляются в течении дня, но за более длительный период статистика отображается неверная. Это происходит из-за того, что файл для нового дня, будет создан не в 00:00, а во время близкое к этому времени. Файл для следующего дня так же будет создан не точно в 12 часов ночи, что создаёт неточность, если вы пользовались приложением в это время. Это несущественный минус, если использовать файлы с периодом в день, но файлы с большим периодом будут иметь всё большую погрешность.

Таким образом, лучше всего считывать информацию каждый день из файла usagstats, созданного для текущей даты, и записывать в базу данных, формируя собственную статистику.

Для считывания уведомления существует более простой инструмент - NotificationListenerService. Он позволяющий получить любое уведомление, когда оно будет создано или удалено. Для того, чтоб получить уведомление необходимо переопределить

метод `onNotificationPosted`, который получает экземпляр созданного уведомления. Таким образом, оно будет уже сохранено в базу данных или отправлено на сервер до того как его увидит пользователь.

### Недостатки защиты от случайного использования данных функций

Для того, чтоб приложения не смогли использовать данные функции без разрешения пользователя, система Android требует внести приложение в список разрешенных вручную. То есть, нужно перейти в “Настройки → Приложения и Уведомления → Специальный доступ → Доступ к данным” для использования данных `usagstats` и “Настройки → Приложения и Уведомления → Специальный доступ → Доступ к уведомлениям” для прослушивания уведомлений, затем выбрать нужное приложение в списке и предоставить доступ.

Казалось бы, что такое количество действий точно должно предотвратить случайное предоставление опасных прав доступа приложению, но приложение может запросить данные разрешения для нужных пользователю функций (например: ведение статистики используемых приложений и сохранение уведомлений), а далее использовать эту информацию на своё усмотрение, или же предоставить удобный интерфейс получения прав, обманув таким образом невнимательного пользователя. К примеру, при входе в приложения покажем сообщение о том, что для корректной работы необходимо пройти по определенному пути, найти там приложение и предоставить доступ, а рядом расположить кнопку, которая ведёт сразу к списку приложений. Таким образом, пользователю не нужно будет закрывать текущее окно, искать нужные настройки и как ему предоставить доступ, а попадёт сразу на нужный экран, предоставит доступ и тут же вернётся в корректно работающее приложений.

По мнению Зака Доффмана, в случае доступа мошенников к этой функции, они смогут копировать из уведомлений одноразовые коды для авторизации. Кроме того, вредоносное приложение сможет отвечать на сообщения и рассылать списку контактов ссылки на сайты-фальшивки для кражи личных данных.

Одним из таких опасных приложений эксперт назвал FlixOnline, создатели которого обещали жертвам бесплатный доступ к Netflix, но вместо этого рассылали по WhatsApp ссылку на фальшивую страницу сервиса, которая крадет у пользователей данные банковской карты.

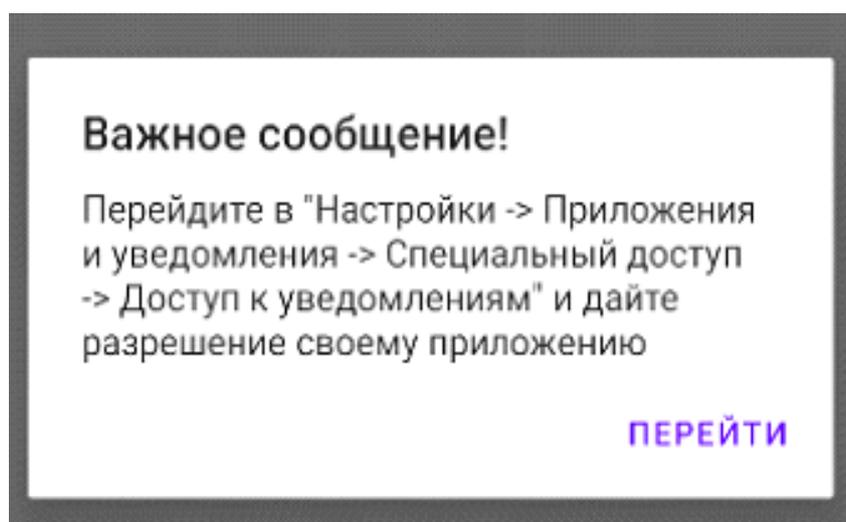


Рис. 2 - Сообщение, которое открывает нужный экран настроек

## Выводы

В Android существуют опасные функции, которые для своей работы требуют специальные разрешения. Эти разрешения спрятаны глубоко в настройках и имеют предупреждающее сообщение, таким образом система пытается защитить своих пользователей от случайного подтверждения. При этом, Android даёт разработчикам возможность открывать нужный экран напрямую из приложения, что позволяет быстро открыть пользователю нужный пункт настроек и выдать нужное разрешение, не углубляясь для чего оно вообще нужно, или же потребовать разрешение, так как нужный пользователю функционал не будет работать без него. Таким образом, необходимо всегда читать какие разрешения запрашивает приложение и выдавать разрешения только тем приложениям, которым вы доверяете.

## Литература

1. Документация UsageStats [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - URL: <https://developer.android.com/reference/android/app/usage/UsageStats> - Загл. с экрана.
2. Документация AlarmManage [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - URL: <https://developer.android.com/reference/android/app/AlarmManager> - Загл. с экрана.
3. Документация NotificationListenerService [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - URL: <https://developer.android.com/reference/android/service/notification/NotificationListenerService> - Загл. с экрана.
4. Статья об угрозе NotificationListenerService на АБН [Electronic resource] / Интернет-ресурс-URL:<https://abnews.ru/2021/4/9/ekspert-rasskazal-ob-opasnoj-funkczii-smartfonov-na-android> - Загл. с экрана.
5. Эволюция системы безопасности Android [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - URL: <https://habr.com/ru/post/655745/> - Загл. с экрана.
6. Проблемы безопасности мобильных устройств [Electronic resource] / Интернет-ресурс - URL:<http://itzashita.ru/mobilnyie-ustroystva/bezopasnost-mobilnyih-ustroystv-sistem-i-prilozheniy-chast-1.html> - Загл. с экрана.

УДК 004.9

## РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ 3D-ИГРЫ В МЕЖПЛАТФОРМЕННОЙ СРЕДЕ UNITY

Андреева А.Э., Боднар А.В.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университета» (г. Донецк)

E-mail: [annandreeva07@gmail.com](mailto:annandreeva07@gmail.com), [linabykova13@ya.ru](mailto:linabykova13@ya.ru)

### **Аннотация:**

*Андреева А.Э., Боднар А.В. Разработка мобильной 3D-игры в межплатформенной среде unity. Рассмотрена актуальность разработки мобильной игры. Проводится сравнительная характеристика существующего программного обеспечения.*

### **Annotation:**

*Andreeva A.E., Bodnar A.V. Development of a mobile 3D game in the unity cross-platform environment. The relevance of the development of a mobile game is considered. A comparative characteristic of the existing software is carried out.*

### **Постановка проблемы**

С повышением доступности смартфонов популярность мобильных игр значительно возросла. В 2018 году мобильные игры впервые стали крупнейшим сегментом глобального рынка, заняв 51% глобальной выручки [1]. В связи с этим количество мобильных игр неуклонно растёт, но качество таких приложений снижается в той же степени.

Разработка приложения должна сопровождаться минимальными денежными затратами. Кроме того, конечный продукт должен занимать небольшое количество памяти устройства пользователя, предоставлять удобные игровые механики, основываться на реальных законах физики, содержать хорошую графику и пройти тщательное тестирование.

В данной статье рассмотрена разработка мобильной игры в жанре автогонки.

Основная цель работы – проектирование мобильной игры, позволяющей пользователю получить ощущения участия в автогонках, максимально приближённых к реальности.

### **Назначение приложения**

Создание качественной и успешной видеоигры – это комплексная работа, требующая от специалистов знаний и опыта в самых разных областях: программирования и гейм-дизайна, экономики и математики, истории и психологии, менеджмента, художественного и музыкального вкуса, знания маркетинга и продаж. Каждый игровой проект уникален и требует индивидуального решения задач, каждая игра – это свои вызовы и риски.

Создание игр – итеративный (циклический, повторяющийся) процесс: идея обдумывается снова и снова, превращается в многократно проверяемые прототипы, которые, в свою очередь, вырастают в бесконечно тестируемые версии, чтобы в итоге стать полноценным игровым продуктом. Чем больше тестов и проверок вы сделаете, тем больший опыт получите и тем быстрее придете к успеху [2].

Можно выделить следующие задачи разработки приложения:

1. создание новых удобных игровых механик и комбинирование уже существующих;
2. составление интересной сюжетной линии, способной завладеть вниманием пользователя;
3. создание достаточного количества разнообразных автомобилей;
4. добавление возможности тюнинга и стайлинга автомобилей;
5. создание разнообразных трасс;

6. достижение максимально возможного соответствия игрового процесса реальным законам физики;

7. добавление системы Free-to-play.

Основными задачами архитектуры программного обеспечения являются:

1. минимизация объема занимаемой памяти;
2. повышение качества графики;
3. улучшение производительности;
4. повышение надежности разрабатываемого приложения.

### **Анализ существующих мобильных игр жанра автогонки**

На данный момент в свободном доступе находится огромное количество мобильных игр в жанре автогонки. Наиболее качественными и популярными представителями данного жанра являются «Asphalt 9: Legends» и «Need For Speed: No Limits».

Asphalt 9: Legends — продолжение аркадного гоночного симулятора «Asphalt 8» с видом от третьего лица. Содержит существенно улучшенную графику: добавлены новые эффекты, переработана физика и улучшена детализация окружения. В игре также есть новый тип управления Touch Drive. Он призван существенно упростить рулевое управление автомобилем и подарить геймерам новый опыт от геймплея. В игре присутствует более 50 моделей автомобилей, 70 трасс, а также карьерный режим на прохождение. Как и предыдущая часть, Asphalt 9: Legends предусматривает условно-бесплатную модель распространения [3].

В данной игре пользователь имеет возможность переключаться между тремя разными типами управления, что создаёт вариативность сложности игры.

Также, Asphalt 9: Legends выделяется из массы игр данного жанра наличием трюков, невозможных или крайне опасных в реальной жизни.

Need For Speed: No Limits — мобильная адаптация самой популярной компьютерной серии гоночных игр Need For Speed. Приложение примечательно своей сюжетной линией, удобной игровой механикой и разнообразием автомобилей, число которых увеличивается каждые несколько месяцев. Также присутствуют широкие возможности тюнинга и стайлинга автомобилей, несколько игровых режимов.

Появлением данной игры в 2015 году обусловлена текущая популярность жанра автогонок. Как и предыдущий пример, Need For Speed: No Limits предусматривает условно-бесплатную модель распространения.

События игры основаны на уличных гонках и разворачиваются в вымышленном городе БлэкрIDGE.

### **Особенности разрабатываемого приложения**

Для расширения аудитории хорошей практикой является использование системы Free-to-play, которая позволяет пользователю проходить игру без денежных вложений. В таких игровых проектах контент разделяют на две части: бесплатную и платную. Первая содержит не менее 80% контента, а вторая представляет собой особые возможности, призванные разнообразить игровой процесс или ускорить развитие персонажа. В разрабатываемой игре к платной части контента можно отнести особые автомобили и стайлинг.

В разработке мобильной игры крайне важна вовлеченность в игровой процесс. Продумываются и разрабатываются целые системы поощрений пользователя за действия и активность, различные бонусы, физика взаимодействия с окружением, своя экономика и много графики [4].

В разрабатываемой игре необходимо создать свою валюту и ценовую политику.

Следующий важный этап разработки — проектирование пользовательского интерфейса. Он должен быть удобным и интуитивно понятным для пользователя и, в то же

время, красивым и современным. Для этого необходимо проработать каждый элемент интерфейса и логику взаимодействия пользователя с ним.

Так как в играх присутствует динамика, 3D-моделирование в данной области отличается от остальных и требует дополнительной анимации.

Несмотря на заметное увеличение производительности мобильных устройств, всё ещё не так много внимания уделяется на реализацию реальных законов физики в игровом процессе. Общая черта у всех мобильных игр жанра автогонки – недостоверная физика разрушения. Игры призваны дать пользователю возможность делать то, что в реальности невозможно, но у некоторых возникает желание воплотить игровые действия в жизни. Поэтому игра должна не только давать нереальные возможности, но и показывать их реальные последствия.

Добавление реальной физики разрушения неизбежно увеличит сложность прохождения игры, что потребует пропорционального увеличения игрового времени, а также повысит важность сюжетной линии и других элементов, позволяющих удерживать интерес пользователя.

Кроме того, увеличится и объем занимаемой памяти. Поэтому потребуются тщательная оптимизация графики и снижение её детализации.

Следующий важный элемент – реализация реального процесса контролируемого заноса, что потребует создания новой игровой механики.

Приближение игровых физических законов к реальным обусловлено тем, что объекты должны вести себя предсказуемо для интуитивного понимания правил. Но физика в играх часто отличается от реальной, так как это облегчает игровой процесс и увеличивает заинтересованность пользователей. Как следствие, важно найти баланс между реалистичностью и нереальностью.

Качественная игра требует создания отдельного мира с множеством физических законов. Они могут отклоняться от реальных, но не должны противоречить друг другу.

### **Выводы**

Индустрия мобильных игр ежедневно растет и развивается. Несмотря на растущее предложение, снижение спроса на данное программное обеспечение не наблюдается.

Разработанная мобильная 3D-игра будет соответствовать всем современным критериям игрового дизайна и использовать максимально приближенную к реальности систему законов физики.

### **Литература**

1. «Adindex.ru» [Электронный ресурс]: URL: <https://adindex.ru/news/researches/2019/01/25/230750.phtml>.
2. В.Н., Уточкин. Хочу в геймдев! Основы игровой разработки для начинающих [Текст] / В. Н. Уточкин // «Эксмо» - 2022. – С. 6.
3. «Vgtimes.ru» [Электронный ресурс]: URL: <https://vgtimes.ru/games/asphalt-9-legends/>.
4. «Stanimat.com» [Электронный ресурс]: URL: <https://stanimat.com/services/mobile-development/>.

УДК 004.94

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ НАДСТРОЙКА НАД САПР ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ VIVADO

**Григорьев А.В., Грищенко Д.А., Хвищук А.Ю.**  
Донецкий национальный технический университет  
Кафедра «Программной инженерии» им. Л.П. Фельдмана  
E-mail: [grigorievalvl@gmail.com](mailto:grigorievalvl@gmail.com), [darya.grischenko@gmail.com](mailto:darya.grischenko@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Григорьев А.В., Грищенко Д.А., Хвищук А.Ю. Интеллектуальная надстройка над САПР вычислительной техники Vivado. Рассматриваются вопросы разработки интеллектуальной надстройки с целью ускорения процесса проектирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) и повторного использования накапливаемых решений проектирования.*

### **Annotation:**

*Grigoriev A.V., Grishchenko D.A., Khvishchuk A.Yu. Intelligent superstructure over the CAD of computer technology Vivado. This article consider methods and approaches for building smart add-on for rapid FPGA development. Add-on allows to analyze and reuse existent solutions.*

### **Общая постановка проблемы**

В связи с накоплением большого опыта проектирования ПЛИС появилась возможность его использования для автоматизации разработки новых устройств. В свою очередь, автоматизация позволяет снизить требования к уровню подготовки разработчиков и повышает скорость проектирования цифровых схем. Технически автоматизация может быть реализована посредством создания интеллектуальной надстройки над САПР РЭА, включающую модуль обучения, базу знаний (БЗ) и механизм логического вывода.

Для решения данной проблемы предлагается разработка интеллектуальной надстройки над САПР Vivado. Для этого необходимо:

- выполнить анализ существующего уровня автоматизации процесса проектирования в выбранной САПР;
- разработать методы автоматического построения базы знаний по набору прецедентов, имеющихся в библиотеке;
- реализовать ПО для организации вывода над БЗ.

Целью данной статьи является описание возможностей рабочего прототипа такой системы.

### **Исследование**

В результате анализа современных сред проектирования РЭА [1,2] для исследования была выбрана САПР Vivado Design Suite, как одна из наиболее популярных САПР.

Неоспоримым достоинством Vivado является возможность расширения функциональности с помощью встроенного скриптового языка TCL. Интеллектуальная надстройка должна удовлетворять следующим требованиям:

- должна быть реализована в виде базы знаний (БЗ) методик проектирования различных типов устройств (схем);
- в качестве исходных данных система должна принимать библиотеки программ на VHDL;

- система должна быть ориентирована на «глупого» эксперта в области инженерии знаний, следовательно, обучение БЗ должно происходить в автоматическом режиме [3-7];
- синтез (выбор) требуемой схемы должен происходить в режиме диалога с пользователем, который будет вводить техническое задание (ТЗ) на нужную ему схему в виде набора структурных компонент (внешних полюсов схемы, структурных подблоков, набора связей между подблоками);
- процесс обучения, т.е. – формирования модуля знаний должен быть реализован при помощи теоретико-множественных операций (ТМО) над множеством продукций в модуле БЗ [8,9];
- логический вывод есть, фактически, процесс работы с деревом решений (И-ИЛИ-дерева), представленного в форме атрибутивной грамматики [8,9,10];
- система должна иметь возможность работать с множеством модулей знаний, в которых будут представлены различные варианты реализации различных типов устройств [5];
- результатом работы надстройки должна быть цифровая схема (ссылка на схему), которая удовлетворяет заданным требованиям (техническому заданию).

Разработанная надстройка состоит из трех модулей: модуль выделения структурных компонент, модуль обобщения структурных компонент, модуль логического вывода.

В качестве модели представления знаний используется модель И-ИЛИ-дерева структурных компонент цифровой схемы. Пример такого дерева изображён на рисунке 1. В скобках показаны номера прототипов, входящих в данную вершину, числами заданы номера связей, стрелками показан порядок декомпозиции узлов. Механизм построения И-ИЛИ-дерева детально рассмотрен в [8,9,10].

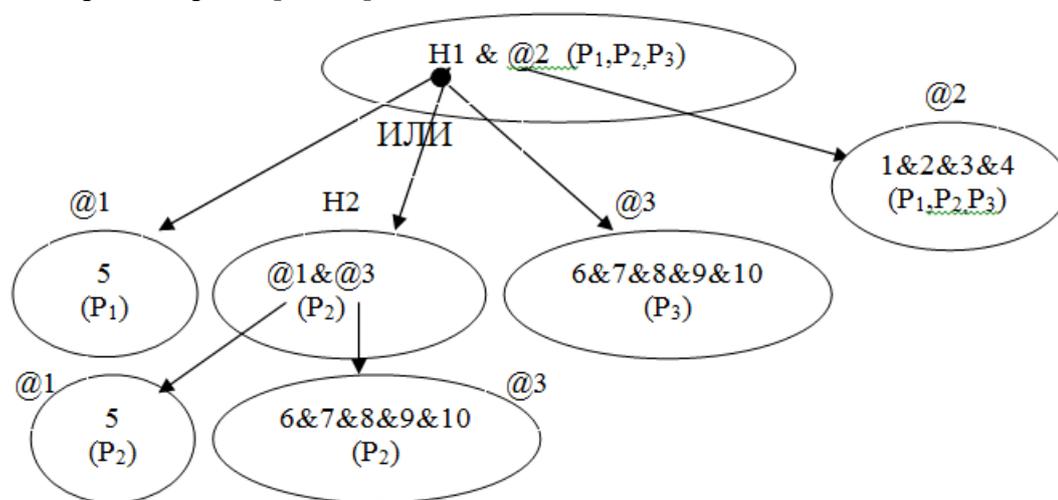


Рис.1. Форма И-ИЛИ дерева

Процесс построения дерева решений выполняется на базе теоретико-множественных операций (ТМО) - объединение, пересечение, дополнение и разность - над компонентами имеющихся прототипов как совокупностями "обобщенных" связей внутренней среды.

Номера прототипов в вершинах в процессе выбора (синтеза) неявно задают продукционные зависимости для ИЛИ-узлов, используемые при выводе с целью синтеза (выбора) необходимых прототипов в САПР.

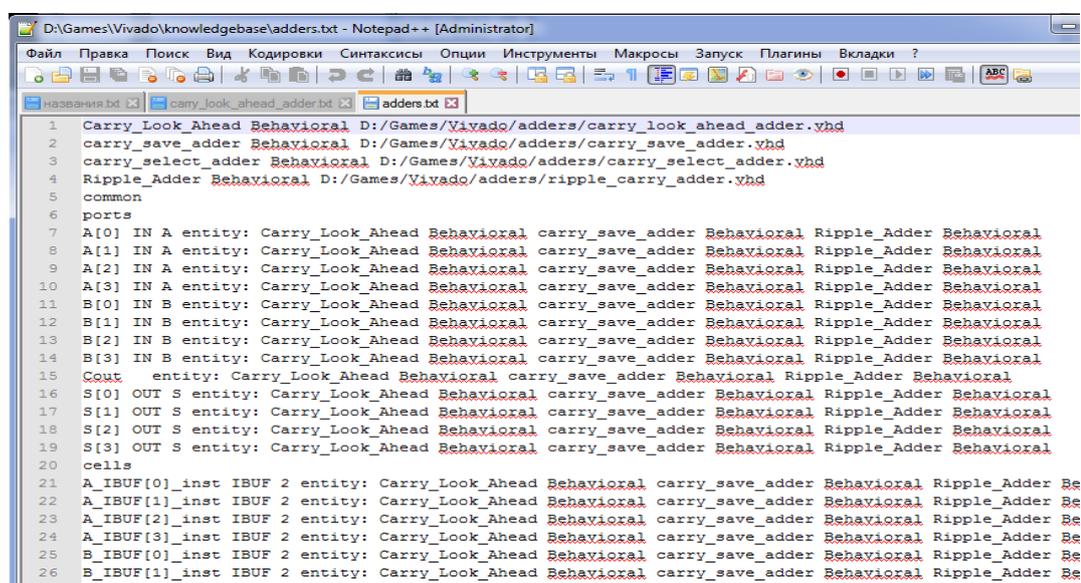
Семантика зависимостей такова: "если в данном ИЛИ-синтерме (узле) удалить вариант (признак), включающий прототип К, то прототип К должен быть удален во всех прочих узлах" [8,9,10].

## Пример работы программного комплекса

Для демонстрации работы программного комплекса в качестве исходных данных использовали небольшую библиотеку сумматоров из 4-х схем: сумматор с ускоренным переносом, сумматор со сквозным переносом, сумматор с запоминанием переноса, сумматор с выбираемым переносом.

Для создания модуля базы знаний, открываем пустой проект и запускаем обучение системы, нажав на кнопку «learning», ранее добавленную на рабочую панель Vivado Design Suite. После чего указываем в консоли путь к библиотеке сумматоров для запуска работы модуля выделения структурных компонент. Результатом этого этапа являются файлы, содержащие списки структурных компонент сумматоров.

Далее запускается работа модуля обобщения структурных компонент для формирования файла модуля знаний (рис. 2).



```
DA\Games\Vivado\knowledgebase\adders.txt - Notepad++ [Administrator]
Файл Правка Поиск Вид Кодировки Синтаксисы Опции Инструменты Макросы Запуск Плагины Вкладки ?
названия.txt carry_look_ahead_adder.txt adders.txt
1 Carry_Look_Ahead Behavioral D:/Games/Vivado/adders/carry_look_ahead_adder.vhd
2 carry_save_adder Behavioral D:/Games/Vivado/adders/carry_save_adder.vhd
3 carry_select_adder Behavioral D:/Games/Vivado/adders/carry_select_adder.vhd
4 Ripple_Adder Behavioral D:/Games/Vivado/adders/ripple_carry_adder.vhd
5 common
6 ports
7 A[0] IN A entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
8 A[1] IN A entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
9 A[2] IN A entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
10 A[3] IN A entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
11 B[0] IN B entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
12 B[1] IN B entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
13 B[2] IN B entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
14 B[3] IN B entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
15 Cout entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
16 S[0] OUT S entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
17 S[1] OUT S entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
18 S[2] OUT S entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
19 S[3] OUT S entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Behavioral
20 cells
21 A_IBUF[0]_inst IBUF 2 entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Be
22 A_IBUF[1]_inst IBUF 2 entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Be
23 A_IBUF[2]_inst IBUF 2 entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Be
24 A_IBUF[3]_inst IBUF 2 entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Be
25 B_IBUF[0]_inst IBUF 2 entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Be
26 B_IBUF[1]_inst IBUF 2 entity: Carry_Look_Ahead Behavioral carry_save_adder Behavioral Ripple_Adder Be
```

Рис. 2. Структура модуля знаний методик проектирования сумматоров

Когда модуль знаний сформирован, можно использовать его для выбора нужной схемы по структурным признакам. Для этого нажмём на вторую из добавленных нами кнопок на рабочую панель Vivado Design Suite.

Появляется рабочее окно интеллектуальной надстройки (рис. 3). На рисунке видно, что доступен только модуль знаний проектирования сумматоров, который был сформирован на предыдущем этапе.

Общая часть» модуля знаний содержит все те структурные элементы, которые есть во всех схемах сумматоров. Именно их наличие позволяет отнести схему к некоторому типу устройств (в данном случае – «сумматоры»).

Таблица в правом верхнем углу отображает доступные на данный момент схемы. Таким образом, проектировщик может сразу выбрать нужную ему схему, не производя никаких отсечений.

«Отличная часть» содержит набор структурных признаков, отличающих различные варианты схемы. По существу представляет собой дерево решений. По нему система будет производить логический вывод. Четыре таблицы в левом нижнем углу предоставляют нам информацию о различных структурных элементах, т.е. тех, которые есть не во всех схемах.

Таблица в правом нижнем углу отображает историю произведенных пользователем выборов (т.е. – иллюстрировать процесс логического вывода), Например, «удалена связь А», или «добавлен блок В».

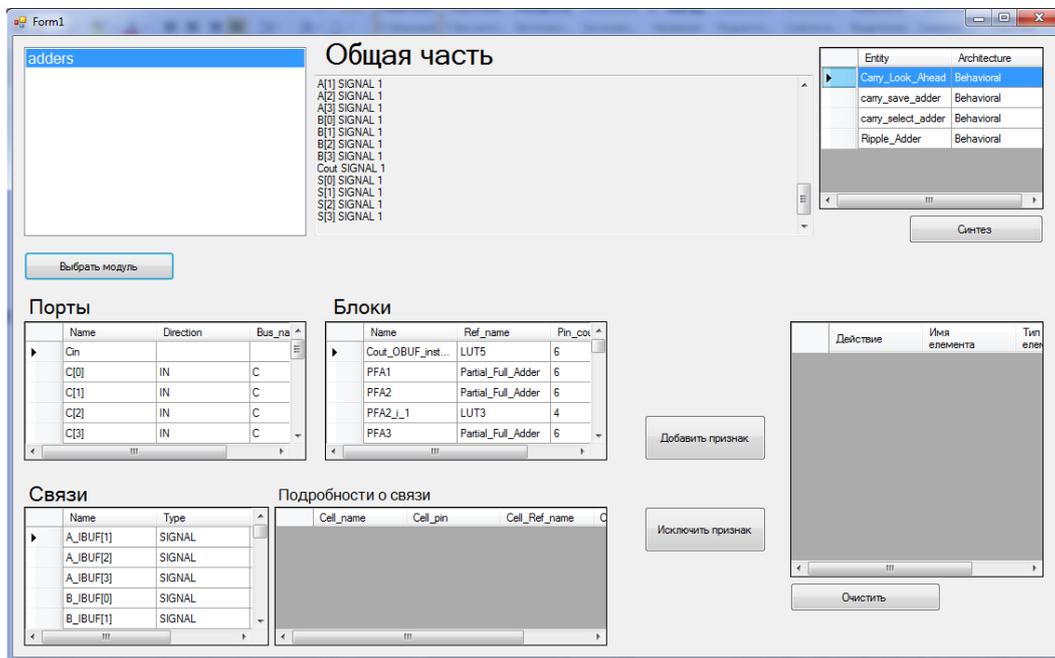


Рис. 3. Рабочее окно интеллектуальной надстройки

Далее после выбора определённого набора компонент осуществляем синтез (выбор) целевой схемы. Как видно из рисунка 4, система генерирует команду на языке TCL, которая позволит нам добавить выбранную схему в рабочий проект.

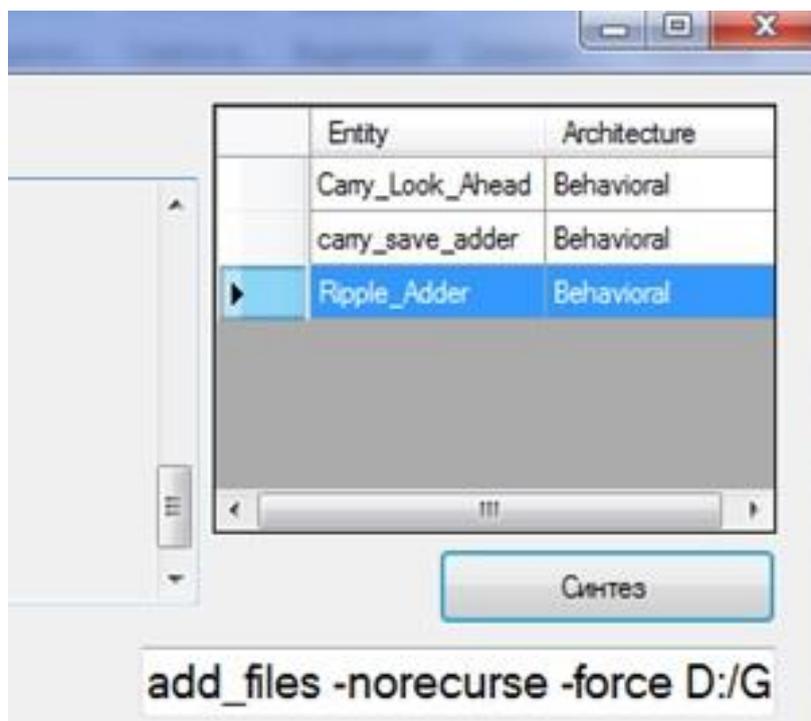


Рис. 4. Результат функции синтеза схемы

На рисунке 5 изображен список файлов проекта со схемой, сгенерированной интеллектуальной надстройкой.

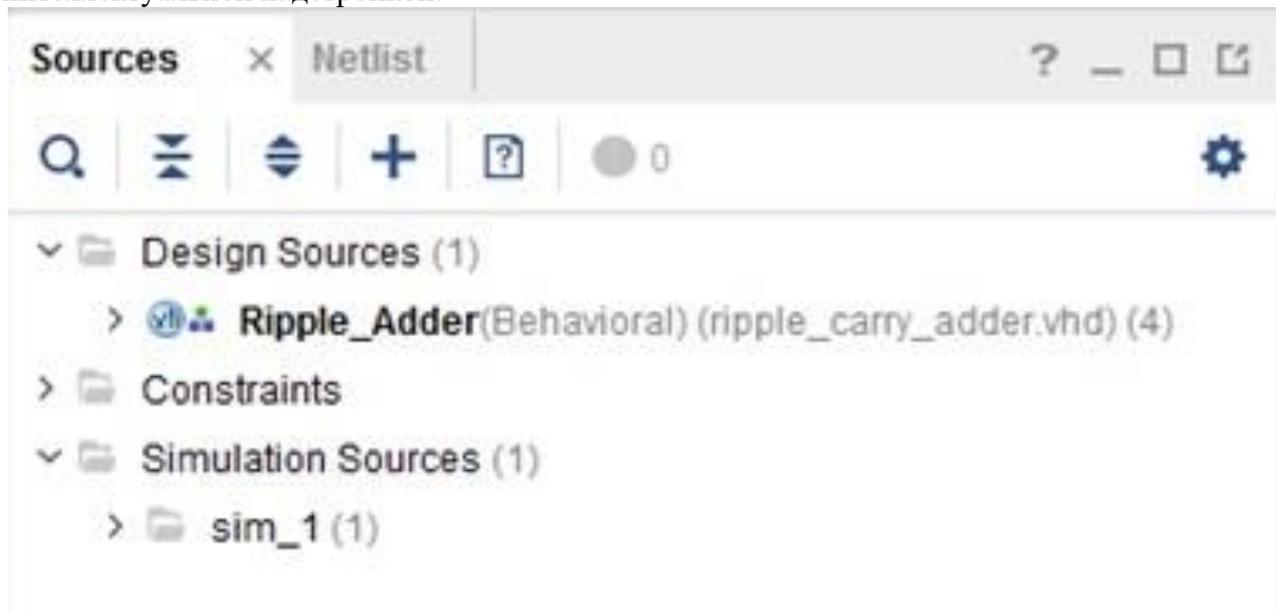


Рис. 5. Результат работы TCL команды

В результате, после настройки и обучения системы на поиск нужной пользователю схемы понадобится не более 1 минуты.

При «ручном» выполнении поиска схемы по набору требуемых структурных компонент, проектировщику необходимо самому каждый раз исследовать ту или иную на наличие нужных ему структурных элементов и только потом добавлять схему в проект.

При таком подходе пользователь будет тратить в среднем не менее 10 - 12 минут на поиск схемы, поскольку синтез схемы процесс довольно долгий, а найти нужную схему с первого раза может не получиться.

## Выводы

В ходе исследования была реализована интеллектуальная надстройка над САПР Vivado, которая упрощает процесс проектирования цифровых схем путём автоматизации поиска необходимых схем по структурным компонентам. Кроме того, надстройка позволяет существенно снизить требования к уровню знаний проектировщика. Механизм ТМО над грамматиками показал себя эффективно при решении данной задачи.

В будущем возможно повышение эффективности работы надстройки за счет реализации синтеза схем с учётом функциональной составляющей.

## Литература

1. Хвищук А.Ю., Ищенко А.П., Грищенко Д.А., Григорьев А.В. Методы и средства проектирования интегральных схем по технологии FPGA средствами языка VHDL// Микроэлектроника и информатика - 2018. 25-я Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов: тезисы докладов. – М.: МИЭТ, 2018. - С. 77.
2. Григорьев А.В., Грищенко Д.А. Извлечение знаний из текстов программ на языке проектирования электронной аппаратуры VHDL // XII международная научная

конференция имени Т.А. Таран "Интеллектуальный анализ информации ИАИ -2012 ", Киев, 16-18 мая, 2012 . – К.: Просвіта, 2012. – С. 48-55.

3. Григорьев А.В. Методы решения задачи структурного синтеза в интеллектуальных САПР, построенных на основе семиотической модели структур. // В кн. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія „Обчислювальна техніка та автоматизація”. Випуск 171(19) / Ред-кол.: Башков Є.О. (голова) та ін. - Донецьк: ДонНТУ, 2010. – С. 128-140.

4. Григорьев А.В. Способы представления экспертных методик проектирования в интеллектуальных САПР. Анализ подходов и перспективы развития // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS&IT'18». Научное издание в 3-х томах. Таганрог: Изд-во Ступина С.А., 2018. – Т.1. – С. 148-155.

5. Григорьев А.В. Модульный подход к представлению моделей методик проектирования в интеллектуальных САПР// Программная инженерия: методы и технологии разработки информационно-вычислительных систем (ПИИВС-2018). – Донецк, 2018.- С. 269-273.

6. Григорьев А.В. Концептуальная модель предметной области инструментальной оболочки для автоматизации построения интеллектуальных САПР // Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе. – ГОУВПО ДОННТУ, 2014. - С. 98-116.

7. Григорьев А.В. Классификация типов продукций в интеллектуальных САПР // Наукові праці національного технічного університету. Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація». Випуск 88. –: Донецк: ДонНТУ, 2005. – С. 99-105.

8. Григорьев А.В. Алгоритм выполнения теоретико-множественных операций над грамматиками в среде специализированной оболочки для создания интеллектуальных САПР // Наукові праці національного технічного університету. Серія «Проблеми моделювання и автоматизації проектування динамічних систем» (МАП -2002). Випуск 52: Донецк: ДонНТУ, 2002. - С. 83-93.

9. Григорьев А.В. Теоретико-множественные операции над грамматиками как механизм работы со знаниями в интеллектуальных САПР // Труды Восточно-украинского технического университета. – Луганск, ВУТУ, 2002. – С. 186–194.

10. Григорьев А.В. Организация вывода решений в базе знаний инструментальной оболочки для создания интеллектуальных САПР // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія "Проблеми моделювання та автоматизації проектування динамічних систем" (МАП-2005). Випуск: 78 - Донецьк: ДонНТУ. – 2005 – С. 171-182.

УДК 004.896

## МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ МЕТОДИК ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ САПР ТРУБОПРОВОДОВ

Григорьев А.В., Морозова О.В., Жусупов М.В., Авраимов В.С.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра программной инженерии им. Л.П. Фельдмана  
E-mail: grigorievalvl@gmail.com, olmalyavka@gmail.com

### **Аннотация:**

*Григорьев А.В., Морозова О.В., Жусупов М.В., Авраимов В.С. Методы построения методик проектирования в интеллектуальных САПР трубопроводов. Рассмотрен выбор базовых параметров при проектировании трубопроводов. Также описан алгоритм проектирования трубопровода и алгоритм программного модуля, которые позволяют лучше структурировать и оптимизировать данные, а также автоматизировать и сократить время выполнения проекта по созданию технологических схем трубопровода.*

### **Abstract:**

*Grigoriev A.V., Morozova O.V., Zhusupov M.V., Avraimov V.S. Methods of constructing design techniques in intelligent CAD pipelines. The choice of basic parameters in the design of pipelines is considered. A pipeline design algorithm and a software module algorithm are also described, which allow better structuring and optimizing data, as well as automating and reducing the project execution time for creating pipeline flow diagrams.*

### **Общая постановка проблемы**

В условиях рыночной экономики и активной конкуренции особую остроту для предприятий приобретает проблема регулярного обновления продукции, выпуска новых модификаций уже разработанных изделий с тем, чтобы удовлетворить запросы максимального числа потребителей. Область применения систем автоматизированного проектирования сегодня охватывает самые различные виды деятельности человека – от расстановки мебели в квартире до проектирования и изготовления интегральных микросхем и современной космической техники.

Существует множество универсальных САПР, однако охватить все потребности пользователя и виды конструкторских задач попросту невозможно. Это вызвало потребность к созданию модулей, которые будут решать ряд специфичных задач пользователя, на основе базовой САПР. Наличие инструмента, позволяющего создавать пользовательские программные модули, интегрированные с базовым продуктом, становится неотъемлемым условием, выдвигаемым со стороны пользователей САПР.

Одна из важнейших задач современных САПР – избавить инженера от рутинной работы, предоставить ему возможность заниматься творческими процессами. Сейчас используют большую номенклатуру САПР от небольших графических программ до мощных специализированных пакетов. Таким образом, актуальной является потребность в построении полноценной САПР, которая могла бы обеспечить автоматизированное построение схемы трубопровода, что сделало бы систему более динамичной, самостоятельной и востребованной.

Целью данной работы является разработка алгоритма автоматического синтеза технологической схемы по конкретному техническому заданию как производственной базы знаний методик проектирования, что позволит лучше структурировать и оптимизировать

данные, а также позволит автоматизировать и сократить время выполнения проекта по созданию технологических схем трубопровода [1].

## **Исследование**

### **Выбор базовых параметров при проектировании трубопровода**

Проектирование технологических процессов в какой-либо предметной области - дело трудоемкое, требующее большого практического опыта. Повышение требований к характеристикам проектируемых объектов, непрерывное совершенствование технологических процессов вызывают резкий рост затрат на технологическую подготовку производства. В связи с этим, перспективной является возможность автоматизации проектирования технологических процессов.

Автоматизировать этот процесс можно путём реализации надстройки над программным продуктом, которая предоставит пользователю необходимый набор средств для записи и воспроизведения процессов проектирования заданной предметной области (в нашем случае - трубопроводов) по разработанным методикам.

Были предложены собственные методики по созданию и вызову алгоритмов, базирующиеся на типичном алгоритме, но с учётом внесённой специфики исходя из поставленных требований и предметной области, описаны различия этих методик и выбраны базовые параметры, необходимые для задания ТЗ.

При проектировании конечного трубопровода не маловажную роль играет стоимость труб и трубопроводной арматуры. Происходит прямая зависимость между диаметром и длиной туры. Эти параметры при построении трубопровода измеряются в миллиметрах или дюймах. У труб существует наружный, внутренний диаметр, а также толщина стенки. Также используется такая величина как условный диаметр или условный проход – номинальная величина внутреннего диаметра трубы, также измеряемая в миллиметрах (обозначается Ду) или дюймах (обозначается DN). Все эти параметры являются основным критерием для выбора труб и соединительных арматур [2].

Для проектирования трубопроводов каждая компания использует свои формулы и алгоритмы для его построения. Так как каждая компания применяет их для различных видов производства и сред использования.

Не существует единой формулы и правил, которые могли бы быть использованы для подбора трубопровода для любого возможного применения и рабочей среды.

При проектировании трубопроводов за основу берутся следующие конструктивные параметры [3]:

- требуемая производительность;
- место входа и место выхода трубопровода;
- состав среды, включая вязкость и удельный вес;
- топографические условия маршрута трубопровода;
- гидравлический расчет;
- максимально допустимое рабочее давление;
- диаметр трубопровода, толщина стенок, предел текучести материала стенок при растяжении;
- количество насосных станций, расстояние между ними и потребляемая мощность.

В связи с тем, что не являемся специалистами в данной предметной области, для реализации модуля автоматизации алгоритма проектирования трубопроводов возьмём за основу следующие параметры [3]:

- место входа и место выхода трубопровода;
- максимально допустимое рабочее давление;

- диаметр трубопровода;
- толщина стенок;
- расход насоса.

### **Общая задача алгоритма проектирование трубопровода**

В рамках общей задачи имеет место подзадача, связанная с методами реализации подсистемы создания алгоритмов проектирования трубопроводов.

Подсистема создания алгоритмов проектирования трубопроводов, реализованная в рамках общей задачи, должна обладать следующими качествами:

- главная функция состоит в создании средств построения алгоритмов проектирования для обеспечения автоматического синтеза требуемого трубопровода в рамках графического редактора согласно ТЗ;

- представлять собой автономный комплекс, способный обеспечить создание интерфейса с надстройку над базовой системой Microsoft Visio, играющего роль базового графического редактора построения схем трубопроводов, способной автоматически строить трубопровод на основе ТЗ;

- иметь возможность создания, сохранения алгоритмов проектирования, представляющих собой модели методик проектирования трубопроводов заданного класса (подмножество объектов некоторого типа) с использованием пополняемой библиотеки элементов трубопроводов;

- возможные операции с алгоритмами проектирования: создание и сохранение, просмотр существующего;

- система базовых графических команд должна обеспечить создание готовой графической схемы трубопровода, представляющей собой файл в формате Microsoft Visio, играющего роль базового графического редактора построения схем трубопроводов;

- подсистема должна обеспечивать для эксперта задание ряда глобальных переменных, играющих роль ТЗ для конечного пользователя-проектировщика;

- подсистема должна обеспечивать для эксперта задание ряда формул на базе глобальных переменных, играющих роль ТЗ параметров команд в рамках алгоритма проектирования;

- подсистема должна обеспечивать для эксперта задание возможности условного ветвления алгоритма проектирования за счет введения в набор команд условных операторов (IF ELSE); что соответствует созданию набора продукций;

- подсистема должна позволять интерпретацию алгоритма проектирования в готовую графическую схему трубопровода в формате Microsoft Visio;

- подсистема должна обеспечивать верификацию алгоритмов проектирования за счет наличия ряда готовых апробированных решений, снабженных своими ТЗ.

### **Разработка модуля автоматизации проектирования технологических схем трубопроводов.**

Модуль автоматизации процесса проектирования технологических схем трубопроводов – это инструмент визуального моделирования, то есть инструментальное средство работы с методикой проектирования трубопроводов, которые представляют собой набор действий в виде некоего дерева решений. Основной характеристикой является последовательность действий, в ходе выполнения которой будет строиться технологическая схема заданной предметной области. Предложенный подход позволяет автоматизировать и улучшить уровень расчётно-графического метода с использованием формул и размерных признаков. Объекты (сущности), изображаемые графическими фигурами, взятыми из библиотеки символов на диаграмме, хранятся в некоторой базе данных – репозитории.

Модуль автоматизации состоит из следующих частей:

- графическая часть (фигуры, палитры и т.п.);
- окружение (различные интерфейсы);
- репозиторий.

Пользователю модуля автоматизации предоставляются следующие элементы:

- список существующих алгоритмов в БД;
- области для рисования схем;
- какой-либо способ ввода и просмотра свойств объектов;
- присутствующих на диаграммах (различные диалоги, к примеру).

Можно выделить следующие этапы в процессе реализации модуля автоматизации процесса проектирования технологических схем трубопроводов:

а) Создание специального приложения, которое будет регулировать поведение фигур, встраивание этого приложения в Visio. То есть работа в направлении Solution Development;

б) Создание пользовательского интерфейса. То есть создание различных пользовательских диалогов для просмотра и изменения свойств объектов, настроек приложения. Встраивание этого интерфейса в Microsoft Visio.

Предполагает возможность выполнения следующих действий:

- просмотр проектировщиком списка алгоритмов проектирования, сохраненных ранее в системе;
- выбор необходимого проектировщику файла и вызов его на выполнение;
- в ходе отработки данного алгоритма пользователь задает в диалоге необходимые ему значения параметров, входящих в ТЗ;
- расчет внутренних (локальных) переменных задающий параметры команд алгоритма получаем на основе введенных пользователем параметров, составляющих техническое задание;
- алгоритм проектирования должен выполняться и построить чертежи требуемого изделия.
- данное изделие может пользователем редактироваться, моделироваться и документироваться в силу его потребности.

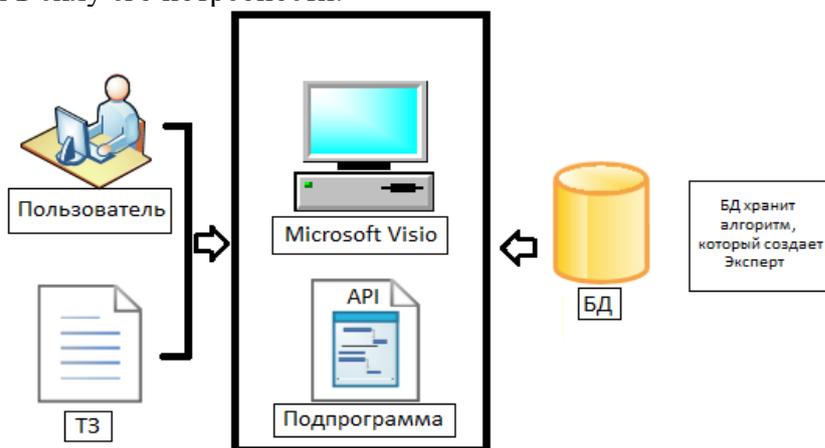


Рис. 1 Структура взаимодействия подпрограммы

### Алгоритмы программного модуля

В программном модуле был реализован алгоритм создания и вызова методик проектирования трубопроводов.

В первую очередь пользователь должен создать глобальные переменные необходимые ему по ТЗ. Для этого необходимо задать имя переменной и тип переменной, который можно

выбрать из специального списка. При заполнении всех необходимых полей и нажатии кнопки «Создать» переменная будет создана и сохранена в отдельную таблицу БД (см. рис. 2).

После пользователь может посмотреть весь список созданных глобальных переменных перейдя на вкладку БД, предварительно нажав кнопку обновить.

#### Создание глобальных переменных

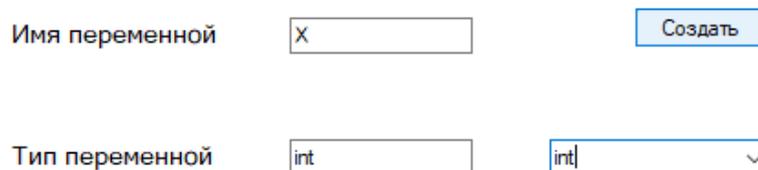


Рис. 2 Окно создание глобальных переменных

После создания переменных пользователь может изменить их в любой момент. Любую ненужную переменную пользователь сможет удалить в соответствующей вкладке. Во вкладке Формулы пользователь может создать и описать локальные переменные, которые в последствие будут переданы как аргументы командам алгоритма. В качестве неизвестного задаем желаемое имя локальной переменной. В полях переменные мы можем выбрать глобальные переменные из списка ранее созданных пользователем. Для того что бы ново созданные переменные отобразились следует нажать на кнопку обновить список переменных. Следующим действием является нажатие на кнопку сохранить и обновить, после чего созданная нами локальная переменная (формула) сохраниться и отобразиться в списке формул (рис. 3). Последним этапом является самого алгоритма путем выбора формул и аргументов для них. В качестве аргументов будут выступать локальные переменные

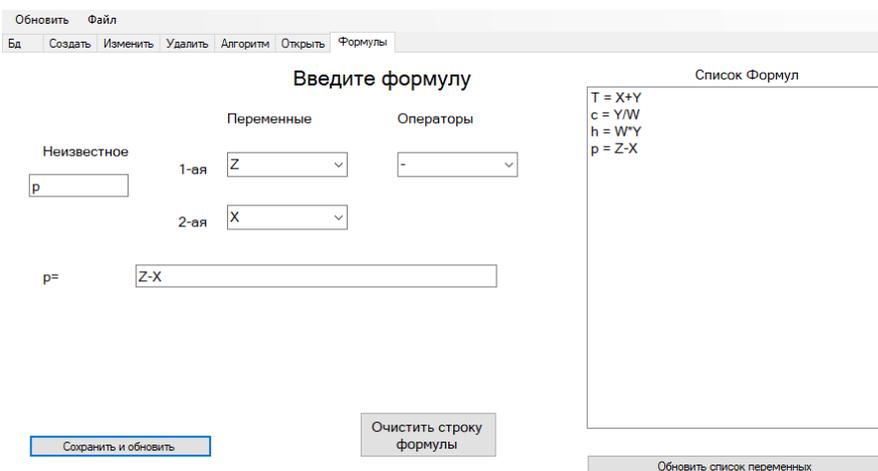


Рис. 3 Вкладка создания локальных переменных(формул)

Список переменных заполнен локальными переменными. Набор команд зависит от ТЗ и желаемого результата. Он может быть изменен путем изменения имеющийся БД в которой хранятся команды, либо созданием новой. Программа сохраняет все действия пользователя, то есть при завершении работы пользователя и выхода из программы весь алгоритм будет сохранен автоматически. Созданный пользователем алгоритм будет храниться по пути указанном ранее пользователем на этапе создания алгоритма. Вся информация будет храниться в БД, содержащей отдельные таблицы для локальных, глобальных переменных и

самого алгоритма (рис. 4). Для вызова алгоритма пользователю достаточно подключиться к БД и извлекать нужные ему данные по строкам, таким как ID, Name и т.д.

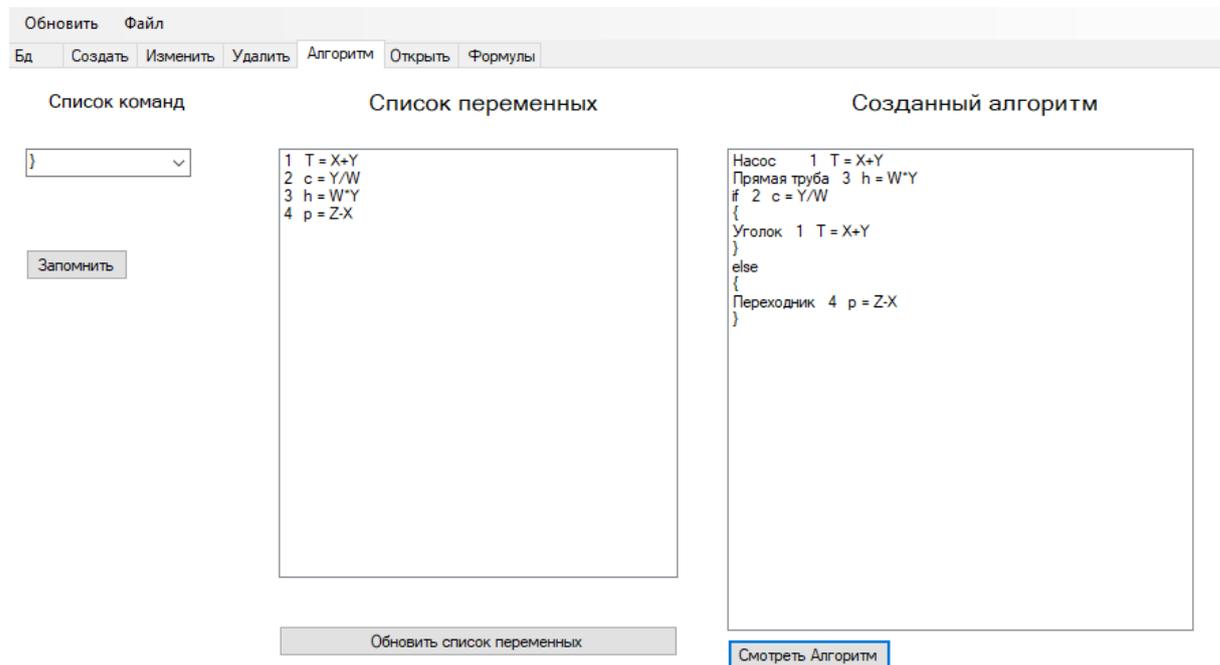


Рис. 4 Окно создания алгоритма

## Выводы

При разработке современных САПР необходимы более модифицированные методы и модели представления знаний. Семантические технологии позволяют дополнить уже существующие системы проектирования новыми средствами представления знаний, что обеспечит лучшую управляемость и интегрируемость с другими системами.

Наиболее соответствующим этим целям являются подходы к представлению знаний, используемые в области искусственного интеллекта: продукционная модель, фреймы, описательные логики. По данному алгоритму САПР, не обладающая возможностью автоматического построения схемы, может быть модифицирована с целью повысить ее эффективность, обеспечив ее возможностью вводить, сохранять и вызывать на работу надстройку, хранящие методики проектирования тех или иных типов газопроводов.

## Литература

1. Жусупов М.В., Григорьев А.В., Морозова О.В. Методы разработки графических редакторов в САД системах на базе AutoCAD (Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях. СИТОНИ-2017: 5-й международная научно-техническая конференция, 20 ноября 2017г., г. Донецк, ДонНТУ).
2. Общие сведения о проектировании. Виды обеспечения САПР URL: <http://old.sapr-library.ru/biblio/ibm/contents/obsved.htm> (дата обращения: 17.11.18).
3. Расчет и подбор трубопроводов. Оптимальный диаметр трубопровода URL: [https://intech-gmbh.ru/pipelines\\_calc\\_and\\_select/](https://intech-gmbh.ru/pipelines_calc_and_select/) (дата обращения: 01.06.22).
4. Морозова О.В., Григорьев А.В. Анализ методов построения экспертных систем в продукционных инструментальных оболочках // Наукові праці ДонНТУ. – Донецьк, 2012. – Вип. 16(204). – С. 180-191.

УДК 004.42

## ОБЗОР ИНСТРУМЕНТОВ ВЫЯВЛЕНИЯ СЕМАНТИКИ АЛГОРИТМОВ В ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

**Воробьев Л.О., Григорьев А.В.**

Донецкий национальный технический университет  
Кафедра «Программной инженерии» им. Л.П. Фельдмана  
E-mail: [grigorievalvl@gmail.com](mailto:grigorievalvl@gmail.com), [lev.vorobyov@rambler.ru](mailto:lev.vorobyov@rambler.ru)

### *Аннотация:*

*Воробьев Л. О., Григорьев А. В. Обзор инструментов выявления семантики алгоритмов в универсальных языках программирования.* Статья посвящена анализу семантики алгоритмов. Производится сравнительный анализ семантики аппаратуры и семантики универсальных языков программирования.

### *Annotation:*

*Vorobyov L. O., Grigoriev A. V. A review of tools for identifying the semantics of algorithms in universal programming languages. The article is devoted to the analysis of the semantics of algorithms. A comparative analysis of hardware semantics and semantics of universal programming languages is carried out.*

### **Общая постановка проблемы**

В последнее время технологии проектирования компьютерного «железа» достигли высокого уровня автоматизации, чего не скажешь о программном обеспечении. К сожалению, программы до сих пор нуждаются в людях, которые пишут код. А должно быть, чтобы компьютер сам генерировал программные коды, руководствуясь командами пользователя, вводимыми посредством диалогового режима пользовательского интерфейса. Автоматизация программирования это актуальнейшая задача на данный момент в программной инженерии.

Целью работы может стать переложение некоторых существующих практик проектирования компьютерного «железа» (аппаратуры) на практику разработки программного обеспечения на универсальных языках программирования.

Иначе говоря, можно попытаться, используя семантику аппаратуры как точку зрения на семантику программы, применить методы проектирования аппаратуры в практике проектирования программ.

Для достижения цели работы выполним следующий ряд задач:

- определим общее и отличное в проектировании аппаратуры и программ;
- рассмотрим ряд существующих решений в области автоматизации аппаратуры и программ;
- рассмотрим общие принципы, используемые в области проектирования аппаратуры и программ;
- рассмотрим возможности применимости семантики процесса проектирования аппаратуры к проектированию программ для объектно-ориентированных языков программирования;
- проанализируем роль семантики программы в процессе разработки программного

обеспечения.

### **Исследование**

#### **Принципиальные отличия аппаратуры и программ**

Аппаратура и программы выполняют одинаковые функции: обработку информации; но их строение отличается, что приводит к существенным отличиям в их проектировании.

Рассмотрим эти отличия:

1. Во-первых, то, что в аппаратуре на вход блока подаются электрические импульсы, это формирует определённые импульсы на выходе, приводит к тому, что один блок не может несколько раз вызываться в одно и то же время, а подпрограмма – может (параллельное программирование). Т.е. – имеются некоторые различия в том, что является блоком, составляющим схему программы или аппаратуры.
2. Во вторых, стандартная практика проектирования аппаратуры предусматривает, что блоки, чаще всего, не могут быть связаны циклически, а для программирования – это обычная практика. Т.е. – имеются некоторые различия в построении циклов. Есть ещё некоторые отличия. Вопрос в том, как эти отличия нивелировать.

#### **Существующие решения в области автоматизации аппаратуры и программ**

Язык Idef подходит для моделирования как аппаратного, так и программного обеспечения. но Idef — это язык описания бизнес процессов.

В программировании широко применяется язык UML для моделирования архитектуры программного обеспечения. Но моделируемые сущности можно трактовать, как математические объекты. Также есть работы, посвящённые эквивалентным преобразованиям UML диаграмм классов, используя математический аппарат аксиом для описания классов эквивалентности UML диаграмм [1]. О.А. Дерюгина разработала математический аппарат сравнения UML диаграмм. Однако, для синтеза нужно ещё обобщить, построить дерево решений.

Математический аппарат эквивалентности алгоритмов разрабатывал Ю.П. Кораблин [2]. Кораблин в своей работе ссылается на теории математического описания семантики программ Ю.И. Янова. Янов, в свою очередь, описывает разрешение семантических свойств алгоритмов используя метод развёртки на машине Тьюринга [3] ещё в 1988 году.

Для описания аппаратуры используются языки VHDL и Verilog. На данный момент существуют программные средства, позволяющие переводить описание аппаратуры в программный код, например: v2c. Можем предположить, как работают такие программы.

Программа на языке описания аппаратуры состоит из алгоритмической и структурной части.

Структурная часть описывает схему соединения логических вентилях, а алгоритмическая - описывает микропрограмму, заложенную в постоянном запоминающем устройстве, которая запускается при интерпретации инструкции.

Понятно, что алгоритмическая часть (описание микропрограммы) легко переводится в код программы на Си.

А для перевода структурной части (описания самой микросхемы) в код нужно понимать, что между микропрограммой и программой находится интерфейс, называемый

набором инструкций. Это такой базис, на котором строятся все программы. За реализацию каждой инструкции отвечает микропрограмма. При переводе микропрограммы в программу этот базис смещается в сторону железа. А когда микропрограммы становятся совсем примитивными, стоит перевести микросхемы в алгоритм.

Но ведь если микросхемы можно перевести в код, тогда почему же не сделать всё кодом. Дело в том, что код выполняется последовательно, а микросхема действует одновременно. Все сумматоры в микросхеме могут выполнять операцию сложения одновременно, если они не соединены последовательно. А в случае микропрограммной реализации на каждое сложение уйдёт один такт процессорного времени, даже если результат сложения не служит входом для другого сложения.

Итак, есть некоторые транзисторы (электронные переключатели), из которых состоят логические вентили, выполняющие операции И, ИЛИ, НЕ. Из вентилях можно составить сумматоры (выполняющие сложение целых чисел), мультиплексоры (превращают электронный импульс в двоичное представление номера входа), демultipлексоры (переводят двоичное представление номера входа в электронный импульс на данном входе), повторители, триггеры (т.е. ячейки памяти).

Из сумматоров затем можно составить АЛУ. Из мультиплексора и демultipлексора кодер и декодер сигналов. Из триггеров регистры, в которых хранятся слова. А также кеш-память и ОЗУ.

Затем, из АЛУ, кодера и декодера с регистрами и устройства управления составляется ЦПУ и ГПУ. Из ЦПУ с ГПУ и ОЗУ состоят компьютеры.

Итак, для того, чтобы перевести цифровую логическую схему в код (микропрограммы, а потом - программы), нужно последовательно, шаг за шагом, снимать с цифровой схемы вентили и переводить их в булевы операции. Если выход одного вентиля идёт на вход другому, то это значит, что операция первого помещается в скобки, а последний идёт следом в результирующем выражении.

И так далее, до тех пор, пока не останется одного только тактового генератора и нескольких вентилях.

### **Эквивалентность аппаратного и программного обеспечения**

В аппаратном обеспечении и в программировании есть сущности, которые имеют сходное назначение. Например: логическая операция (и, или, не) - вентиль; арифметическая или логическая битовая операция — это блок; арифметико-логическое выражение - это модуль и пр.

В языках программирования со статической типизацией есть функции и шаблоны функций. В языках с динамической типизацией шаблонов функций нет, потому что функция работает как шаблон. В языке Си используются макросы для создания блоков операторов, а в C++ для этих целей используются шаблоны функций. В Perl для создания объектов (т.е. переменных с пользовательскими методами) используется  `bless` . А на Си вместо классов (т.е. пользовательских типов данных) используются структуры (т.е. составные типы данных). Таким образом, функции, шаблоны функций, методы классов, макросы - суть представление

одного и того же в разных языках программирования. Т.е. библиотека функций, макросов, классов, шаблонов - суть одно и тоже в разных языках программирования.

Программа, которая находит в исходном коде повторяющиеся фрагменты и создаёт из них функции, есть инструмент создания баз знаний методик проектирования программ методом «глупого» эксперта [4-10]. Некоторые редакторы программного кода поддерживают такую функцию. Повторение программного кода в пределах одного текстового файла считается недостатком, который нужно устранять путём создания функции. Что и делают современные продвинутое текстовые редакторы. Если же нужно выделить функции из разных файлов, то предварительно их нужно склеить (простой командой cat) и открыть в этом текстовом редакторе.

### **К вопросу о применимости семантики процесса проектирования аппаратуры к проектированию программ для объектно-ориентированных языков программирования**

В соответствии с работами [4-10] рассмотрим некоторые существующие инструменты автоматизации проектирования аппаратуры радиоэлектронного оборудования и степень их применимости для проектирования программного обеспечения.

Для синтеза программ нужно выделять семантику из программы, а потом обобщать. Над атрибутными грамматиками надстроены продукции, которые способны сужать множество решений (вариантов решений). «Глупый» эксперт [4-10] собирает решения, а потом делает выбор из этого набора по структурным особенностям.

Продукция связывает между собой альтернативы в двух узлах И-ИЛИ-дерева по принципу совместности [4-10].

Если вводится факт, приводящий к выбору одного узла из двух, то несовместимые с выбранным узлом альтернативы удаляются. Альтернативы имеют атрибуты, номера тех структур, которые данная особенность или альтернатива имеет место. Если выбрать одну альтернативу, отказываемся от других альтернатив в ИЛИ-узле, в которых как атрибуты прописаны номера решений или структур, а если от них отказываемся - в данном ИЛИ-узле то мы отказываемся от этих решений. Это означает, что в альтернативах нужно указать эти номера как атрибуты и если данная альтернатива опустела, т. е. она не имеет ни одного атрибута (номера решения), то мы от этой альтернативы тоже избавляемся. Ещё не дойдя до следующего или узла уже сильно упростили.

Затем выбираем тот или узел, который позволит потенциально, если его использовать в качестве вопроса к пользователю, о желаемых структурных особенностях объекта, что приведёт к максимальному сужению модуля знаний.

Существуют следующие номера решений:

1. номера внешних границ класса (совокупности входов, и выходов),
2. номера внутреннего набора инкапсулированных данных (фактический состав методов, которые формируют внутренние данных);
3. совокупность структурных связей между внутренними методами посредством набора инкапсулированных данных;
4. номер класса, в котором три номера: номер внешней границы, номер набора

инкапсулированных данных (методов), и номер совокупности структурных связей между методами.

И-часть является системообразующей. Общая часть является критерием выделения типа модуля, ИЛИ-узлы – альтернативные части [6-10].

Результат опроса пользователя можно преобразовать в классы, модули или шаблоны в зависимости от того, какой язык используется.

Семантический анализ как этап трансляции программ

Семантический анализ программы рассматривается в работе Р. В. Хайрова [11].

Семантический анализ, по Хайрову, это следующий этап после выделения лексем и разбора грамматики [11]. Формальные конструкции языка программирования, с которым имеет дело синтаксический анализатор, описывают свойства объектов, с которыми работает программа. К примеру, в языке Си объектами являются типы данных, переменные и функции. Свойствами переменной являются её название, тип данных, размерность, область видимости, время жизни, текущее значение [11].

К семантике относятся имена объектов (идентификаторы), их приставки, суффиксы, соглашения об именовании [11].

По Хайрову, «семантика программы — это внутренняя модель (база данных) множества именованных объектов, с которыми работает программа, с описанием их свойств, характеристик и связей» [11]. Таким образом, суть извлечения схематики из алгоритмов состоит в составлении списка объектов с характеристиками и связями между ними. Однако в семантике есть кое-что ещё: это смысл алгоритма, для чего он нужен, какую задачу он выполняет, что он делает. Это то, что программист заложил в него при написании алгоритма.

### **Источники и потребители семантики**

По Хайрову источниками семантики являются описания, определения и объявления объектов, а потребителями семантики — синтаксические конструкции, связанные с действиями над объектами, потому что их интерпретация зависит от того, какие свойства указаны в источнике семантики [11].

Хайров считает, что задача семантического анализа неформализуема, т.к. отсутствуют общие формальные средства описания семантики программ в разных языках программирования [11].

### **Выводы**

Сравнительный анализ позволяет судить о возможности применения принципов проектирования аппаратуры к проектированию программ. Частные выводы, полученные по результатам анализа: 1) Библиотека функций, макросов, классов, шаблонов - суть одно и то же в разных языках программирования; 2) Микросхема - это некоторый алгоритм, реализованный аппаратно, и его можно перевести в код программы для процессора общего назначения; 3) Виртуальная микросхема подобна виртуальной машине с тем отличием, что виртуальная машина - это программная реализация компьютера, а виртуальная микросхема -

программная модель микросхемы.

### Литература

1. Дерюгина О. А. Семантика и семантически эквивалентные трансформации UML-диаграмм классов // *Proceedings of MIPT*, Том 7, 2015. – С. 146–155.
2. Кораблин Ю. П. Эквивалентность схем программ на основе алгебраического подхода к заданию семантики языков программирования // *Russian technological journal*, Том 10, № 1 (45), 2022. – С. 18–27, doi: 10.32362/2500-316X-2022-10-1-18-27.
3. Янов Ю. И. Метод разрешения семантических свойств алгоритмов // *Vanach Center Publications*, Том 21, № 1, 1988. – С. 585–597.
4. Хвищук А.Ю., Ищенко А.П., Грищенко Д.А., Григорьев А.В. Методы и средства проектирования интегральных схем по технологии FPGA средствами языка VHDL // *Микроэлектроника и информатика - 2018. 25-я Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов: тезисы докладов.* – М.: МИЭТ, 2018. - С. 77.
5. Григорьев А.В., Грищенко Д.А. Извлечение знаний из текстов программ на языке проектирования электронной аппаратуры VHDL // XII международная научная конференция имени Т.А. Таран "Интеллектуальный анализ информации ИАИ -2012", Киев, 16-18 мая, 2012 . – К.: Просвіта, 2012. – С. 48-55.
6. Григорьев А.В. Методы решения задачи структурного синтеза в интеллектуальных САПР, построенных на основе семиотической модели структур // В кн. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія „Обчислювальна техніка та автоматизація”. Випуск 171(19) / Ред-кол.: Башков Є.О. (голова) та ін. - Донецьк: ДонНТУ, 2010. – С. 128-140.
7. Григорьев А.В. Способы представления экспертных методик проектирования в интеллектуальных САПР. Анализ подходов и перспективы развития // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS&IT’18». Научное издание в 3-х томах. Таганрог: Изд-во Ступина С.А., 2018. – Т.1. – С. 148-155.
8. Григорьев А.В. Классификация типов продукций в интеллектуальных САПР // Наукові праці національного технічного університету. Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація». Випуск 88. – Донецьк: ДонНТУ, 2005. – С. 99-105.
9. Григорьев А.В. Алгоритм выполнения теоретико-множественных операций над грамматиками в среде специализированной оболочки для создания интеллектуальных САПР // Наукові праці національного технічного університету. Серія «Проблеми моделювання та автоматизації проектування динамічних систем» (МАП -2002). Випуск 52: Донецьк: ДонНТУ, 2002. - С. 83-93.
10. Григорьев А.В. Организация вывода решений в базе знаний инструментальной оболочки для создания интеллектуальных САПР // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія "Проблеми моделювання та автоматизації проектування динамічних систем" (МАП-2005). Випуск: 78 - Донецьк: ДонНТУ. 2005. – С. 171-182.
11. Хайров Р. В. Семантический анализ. Генерация кода. Интерпретация. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pandia.ru/text/78/373/1358.php>.

УДК 004.42

## ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА НА ПРИМЕРЕ НОВОСТНЫХ СООБЩЕНИЙ

**Бердюкова С.С., Коломойцева И.А.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра программной инженерии им. Л. П. Фельдмана

Email: [svetlana.berdiukova@yandex.ru](mailto:svetlana.berdiukova@yandex.ru)

### **Аннотация:**

*Бердюкова С.С., Коломойцева И.А. Программная реализация метода определения тональности текста на примере новостных сообщений. В данной статье описана программная реализация метода определения тональности текста. Описаны результаты, полученные при использовании набора новостных сообщений. Сделаны выводы относительно способов улучшения результатов, а также развития программы.*

### **Annotation:**

*Berdiukova S.S., Kolomoitseva I.A. Software implementation of the method of sentiment analysis on the example of news reports. This paper describes the software implementation of the method for determining sentiment of the text. The results obtained using a set of news messages are described. Conclusions are drawn on ways to improve the results, as well as the development of the program.*

### **Введение**

В современном мире влияние социальных сетей и медиа невозможно переоценить. С развитием интернета создание и распространение различной информации стало возможным за считанные секунды: одно короткое сообщение – и курс акций известной компании стремится вверх, сотня плохих отзывов о продукте – и доверие к торговой марке утрачено. Таким образом, важно не только создавать и распространять информацию, но и грамотно ее фильтровать, анализировать и на основании этого принимать действия.

Все это послужило мощным толчком к развитию различных направлений компьютерной лингвистики. Одним из таких направлений и является анализ тональности.

Анализ тональности (с англ. Sentiment Analysis) – класс методов анализа содержимого, предназначенный для автоматизированного выявления в текстах эмоционально окрашенной лексики и эмоциональной оценки авторов по отношению к объектам, речь о которых идет в тексте [1,2].

Основная цель анализа тональности – нахождение мнения в тексте и его оценка. Процесс оценивания во многом зависит от поставленной задачи; в данном случае это может быть оценка самой новости в указанном контексте, оценка реакции пользователей социальных сетей на какое-либо событие или попытка предугадать, скажем, курс криптовалют на основе экспертных мнений некоторых людей. Важен также масштаб оценки: это может быть как и простая оценка положительно/отрицательно, так и определение конкретной эмоции (гнев, грусть, радость) в предоставленном тексте или наборе текстов.

Цель данной работы – создание программной реализации, которая смогла бы загрузить некоторое новостное сообщение (или корпус новостных сообщений), проанализировать его и определить, положительная ли эта новость (набор новостей) или же нет.

## Принцип работы программной реализации

Прежде чем начать работу над определением тональности того или иного документа, его необходимо обработать. Предварительная обработка текста включает в себя приведение всех слов к нижнему регистру, удаление стоп-слов, токенизацию, лемматизацию или стемматизацию [3]. Все эти шаги служат для уменьшения шума, присущего любому обычному тексту, и повышения точности результатов классификатора: после проделанных действий в качестве признаков будут выступать все значимые слова, встречающиеся в документе.

Для векторизации текста был использован мешок слов (с англ. bag-of-words): для документа формируется вектор размерности словаря, для каждого слова выделяется своя размерность, для документа записывается признак (насколько часто слово встречается в нем), в результате получается вектор [4].

Затем необходимо создать модель и обучить ее. В данной реализации использован такой подход, как наивный байесовский классификатор (простой вероятностный классификатор, основанный на применении теоремы Байеса со строгими предположениями о независимости) [5]. После обучения модель тестируется на подготовленном корпусе текстов.

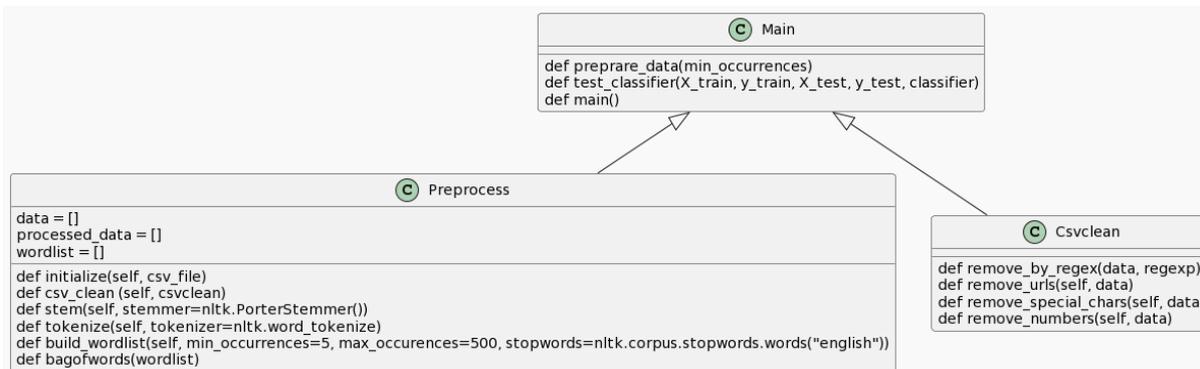


Рис. 1. Диаграмма классов программной реализации

На рисунке 1 показана диаграмма классов программной реализации. Она содержит три класса: preprocess.py, csvclean.py, main.py. Класс csvclean отвечает за первоначальную обработку текста: удаление ссылок, чисел, символов и разделителей, а также лишних пробелов, если они есть. В классе preprocess находятся методы, которые нужны для предобработки текста. Класс main содержит основные методы для корректной загрузки датасета, дальнейшей работы анализа и запуска программы.

Описание ключевых методов соответствующих классов приведено в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1 – Основные методы класса csvclean.py

Название метода	Описание метода
def remove_by_regex(data, regexp)	Метод для применения регулярных выражений (все перечисленные ниже методы вызывают данный)
def remove_urls(self, data)	Удаление ссылок, если они есть в тексте
def remove_special_chars(self, data)	Удаление следующих символов из текста: ", ":", "\", "=", "&", ";", "%", "\$", "@", "%", "^", "*", "(, )", "{, }", "[, ]", " ", "/", "\\", ">", "<", "-", "!", "?", ".", ":", "--", "---", "#"

<code>def remove_numbers(self, data)</code>	Удаление чисел из текста
---	--------------------------

Таблица 2 – Основные методы класса `preprocess.py`

Название метода	Описание метода
<code>def initialize(self, csv_file)</code>	Подготовка к работе: загрузка .csv файла с набором данных, создание переменных для дальнейшей работы
<code>def csv_clean (self, csvclean)</code>	Вызов методов класса <code>csvclean.py</code>
<code>def stem(self, stemmer=nlk.PorterStemmer())</code>	Использование стеммера Портера. Этот алгоритм стемминга отсекает окончания и суффиксы, основываясь на особенностях языка (в данном случае – английского языка). Также метод переводит строку в нижний регистр.
<code>def tokenize(self, tokenizer=nlk.word_tokenize)</code>	Вызов метода для токенизации текста (разбивки текста на отдельные слова)
<code>def build_wordlist(self, min_occurrences=5, max_occurrences=500, stopwords=nlk.corpus.stopword_s.words("english"))</code>	Создание списка слов с использованием списка стоп-слов (здесь – английского языка) с ограничением на количество употребления слова (здесь – в диапазоне от 5 до 500)
<code>def bagofwords(wordlist)</code>	Метод работы с алгоритмом Bag-of-words

Таблица 3 – Основные методы класса `main.py`

Название метода	Описание метода
<code>def prepare_data(min_occurrences)</code>	Загрузка датасета и его предварительная обработка при помощи методов из класса <code>preprocess.py</code>
<code>def test_classifier(X_train, y_train, X_test, y_test, classifier)</code>	Непосредственно работа классификатора: обучение модели, определение тональности корпуса, подсчет оценок (precision, recall, F1, accuracy), полученных в результате работы алгоритма, их вывод на экран
<code>def main()</code>	Вызов основных функций программы, перечисленных выше

### Результаты работы программной реализации

В рамках тестирования модели был использован датасет, содержащий короткие новостные сообщения на английском языке. Он был разделен на две части: обучающий набор данных состоял из 500 записей, набор для тестирования – 250 записей.

На рисунке 2 изображен пример записей в наборе данных.

Рис. 2. Пример новостных сообщений из выбранного набора данных

Качество работы программы оценивалось по таким критериям, как точность, полнота и F-мера.

Точность (с англ. precision) – доля документов, являющихся положительными от общего числа примеров, классифицированных как положительные.

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \tag{1}$$

Полнота (с англ. recall) – доля правильно классифицированных положительных примеров от общего числа положительных примеров.

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \tag{2}$$

F-мера – мера, комбинирующая точность и полноту. F-мера достигает максимума при полноте и точности, равными единице, и близка к нулю, если один из аргументов близок к нулю. [6].

$$F_{\beta} = (1 + \beta^2) \cdot \frac{precision \cdot recall}{(\beta^2 \cdot precision) + recall} \tag{3}$$

Полученные после тестирования результаты оценивания приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результат проведения исследования

	Отрицательные	Нейтральные	Положительные
Точность	0.08495562	0.48138056	0.72024035
Полнота	0.7	0.51456311	0.61527337
F-мера	0.04597701	0.45221843	0.86666667

Помимо перечисленных выше критериев, использовался такой параметр, как аккуратность (ассигасу) – соотношение правильно классифицированных примеров к общему числу примеров [7]. В данном исследовании это число составило 59,32%.

## Выводы

По полученным результатам работы программы можно сказать, что выбранный метод в 59,32% процентах случаев верно определяет тональность взятых новостных сообщений. Этот показатель свидетельствует, что вероятность неверной оценки новости является достаточно высокой. F-мера для положительно оцененных сообщений выше по сравнению с предыдущими исследованиями – 86,6% против 77,35% [8]. Тем не менее, остальные оценки ниже, чем в предыдущем исследовании. На это мог повлиять тот факт, что, в отличие от предыдущей работы, здесь была добавлена возможность нейтральной оценки сообщения. Также возможно, что на результат работы повлиял выбранный набор данных.

Из всего этого можно сделать вывод, что программная реализация нуждается в серьезном улучшении.

Для повышения точности определения тональности стоит, прежде всего, увеличить набор данных, тщательнее подобрать набор данных для обучения. Возможно, необходимо будет добавить выбор анализа тональности текста из нескольких методов, чтобы пользователь мог сравнить оценки для загруженного набора данных.

Также одним из вариантов развития программной реализации может стать добавление метода, который позволил бы предсказать реакцию общества на проанализированные новостные сообщения, основываясь на предыдущих результатах работы программы.

## Литература

1. Интеллектуальный анализ текста, или Text Mining – URL: <https://интеллектуальный-анализ-текста-что-это-и-зачем-он-нужен.aspx>. – Загл. с экрана.
2. Анализ тональности текста – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Анализ\\_тональности\\_текста](https://ru.wikipedia.org/wiki/Анализ_тональности_текста). – Загл. с экрана.
3. Батура Т.В. Методы автоматической классификации текстов / Т.В. Батура // Программные продукты и системы. 2017. Т. 30. № 1. С. 85–99; DOI : 10.15827/0236-235X.030.1.085-099.
4. Классификация текстов и анализ тональности – URL: [http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Классификация\\_текстов\\_и\\_анализ\\_тональности](http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Классификация_текстов_и_анализ_тональности). – Загл. с экрана.
5. Наивный байесовский классификатор – URL: <http://bazhenov.me/blog/2012/06/11/naive-bayes.html>. – Загл. с экрана.
6. Метрики в задачах машинного обучения – URL: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/328372/>. – Загл. с экрана.
7. MachineLearning.ru - Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных. URL: [http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/65/Mmta19\\_classification.pdf](http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/65/Mmta19_classification.pdf). – Загл. с экрана.
8. Бердюкова С.С. Исследование применения сверточных нейронных сетей для анализа тональности текста / С.С. Бердюкова, И.А. Коломойцева // Материалы VII Международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» (СИТОНИ-2021). – Донецк: ДонНТУ, 2021 – С. 378-383

УДК 004

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЗАУРУСА ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ЗАПРОСА ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ПРОГРАММИРОВАНИЕ»

**Коломойцева И.А.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра программной инженерии им. Л. П. Фельдмана  
Email: [bolatiger@mail.ru](mailto:bolatiger@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Коломойцева И.А. Применение тезауруса для расширения запроса информационно-поисковой системы на примере предметной области «Программирование». В статье приведена схема ИПС с использованием тезауруса. Приведено определение информационно-поискового тезауруса и указаны основные особенности его структуры. Описана структура тезауруса для предметной области «Программирование». Сделан вывод о том, что использование тезауруса приведет к увеличению точности поиска.*

### **Annotation:**

*Kolomoitseva I.A. Application of thesaurus to expand the query of the information retrieval system on the example of the subject area "Programming". The article presents a scheme of IPS using a thesaurus. The definition of the information retrieval thesaurus is given and the main features of its structure are indicated. The structure of the thesaurus for the subject area "Programming" is described. It is concluded that the use of a thesaurus will increase the accuracy of the search..*

### **Введение**

Объем электронных документов, с которыми сталкивается человек, постоянно растёт. И при этом всё большую актуальность приобретает задача поиска информации.

Информационный поиск (Information Retrieval, IR) – это процесс поиска в большой коллекции некоего неструктурированного материала (обычно – документа), удовлетворяющего информационные потребности [4]. При этом информационная потребность – это тема, о которой пользователь хочет знать больше (следует её отличать от информационного запроса).

На полноту информационного поиска влияет синонимия – явление, при котором одно и то же понятие выражается разными словами. Обычно пользователь решает эту задачу самостоятельно. Если в ответ на его запрос информационно-поисковая система возвращает документы, которые пользователь посчитал нерелевантными своей информационной потребности, то он переформулирует (или расширяет) запрос словами-синонимами или словами, относящимися к интересующей его предметной области. Процесс расширения (переформулирования) запроса можно автоматизировать с использованием тезаурусов. Существующие тезаурусы, такие как тезаурусы типа WordNet, являются словарями общей лексики и не учитывают особенности различных предметных областей, например, программирования.

Целью данной статьи является описание структуры тезауруса для предметной области «Программирование».

## Понятие информационно-поисковой системы

Важным источником информации для информационного поиска являются документы. Документы (documents) – это любые объекты, на основе которых решено построить систему информационного поиска. В рамках статьи рассматриваются текстовые неструктурированные документы.

Примеры таких документов:

- личные заметки;
- главы книги.

Группа документов, по которой осуществляется поиск, называется коллекцией (collection), или корпусом (corpus), или массивом текстов (body of texts).

Системы информационного поиска можно классифицировать по масштабу их действия [4]:

- 1) система веб-поиска (Web Search);
- 2) системы корпоративного (enterprise), ведомственного (institutional) и ориентированного на предметную область (domain-specific) поиска;
- 3) персональный информационный поиск (personal information retrieval).

Самая распространённая задача информационного поиска – это поиск по произвольному запросу (ad hoc retrieval). Цель задачи – найти в коллекции документы, которые являются наиболее релевантными по отношению к произвольным информационным потребностям, выражаемым при помощи однократных запросов пользователей [4]

Информационная потребность (Information need) – это тема, о которой пользователь желает знать больше (следует отличать её от запроса) [4]

С точки зрения пользователя, документ является релевантным, если он удовлетворяет его информационную потребность.

Такая релевантность называется содержательной.

Формальная релевантность – соответствие, определяемое путем сравнения образа поискового запроса с поисковым образом документа по определенному алгоритму.

Под поиском информации понимается поиск в коллекции документов, которые являются наиболее релевантными по отношению к произвольным информационным потребностям, выражаемым при помощи однократных запросов пользователей [4]. При этом информационная потребность – это тема, о которой пользователь хочет знать больше (следует её отличать от информационного запроса).

Общая схема информационно-поисковой системы (ИПС) представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общая схема информационно-поисковой системы

В классической информационно-поисковой системе, если найденный набор документов не удовлетворяет информационную потребность пользователя, он переформулирует запрос и опять запускает процедуру поиска. Пользователь ИПС повторяет эту процедуру до тех пор, пока не найдёт нужные документы.

Существуют автоматические или полуавтоматические (с участием пользователя) способы уточнения (расширения) запросов. Методы уточнения запросов делятся на две категории: локальные и глобальные [2, 4]. Методу уточнения запроса с помощью тезауруса относятся к глобальным. Расширение запроса улучшает такие характеристики ИПС как полноту, а иногда и точность.

Точность (precision) определяет, какая доля документов из найденного набора является релевантной по отношению к информационной потребности [1, 4].

Полнота (recall) определяет, какая доля релевантных документов из коллекции возвращена системой [1, 4].

Схема информационно-поисковой системы, использующей для расширения (уточнения) запроса тезаурус приведена на рисунке 2.

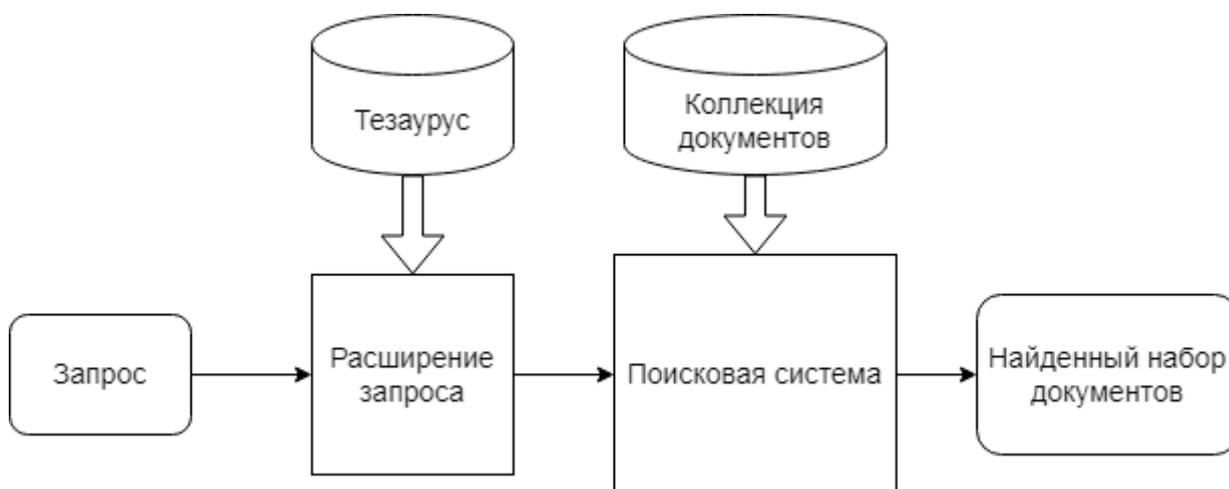


Рисунок 2 – Общая схема информационно-поисковой системы с тезаурусом

### Понятие информационно-поискового тезауруса

Тезаурус – это словарь, в котором слова и словосочетания с близкими значениями сгруппированы в единицы, называемые понятиями, концептами, или дескрипторами, и в котором явно (в виде отношений, иерархии) указываются семантические отношения между этими понятиями (концептами, дескрипторами) [3].

Среди тезаурусов можно выделить информационно-поисковые тезаурусы. По [3] информационно-поисковый тезаурус – это нормативный словарь, явно указывающий отношения между терминами и предназначенный для описания содержания документов и поисковых запросов.

Самой важной задачей при разработке информационно-поискового тезауруса является отбор терминов [3].

Пути отбора терминов [3]:

- 1) найти тезаурусы из близких предметных областей и отобрать подходящие термины из них;
- 2) получить термины в результате опроса экспертов предметной области;
- 3) получить термины из текстов предметной области с помощью автоматизированных методов или ручной обработки документов.

При этом из тезаурусов следует исключить слишком частотные термины как малоинформативные для целей поиска.

Тезаурус можно рассматривать как вид онтологии.

Информационно-поисковые тезаурусы относятся к онтологиям с преимущественно таксономическими отношениями [3]. Таксономические отношения - это отношения вида класс-подкласс

### Структура тезауруса для предметной области «Программирование»

Структуру тезауруса для предметной области «Программирование» можно представить в виде дерева. Фрагмент этого дерева приведен на рисунке 3.

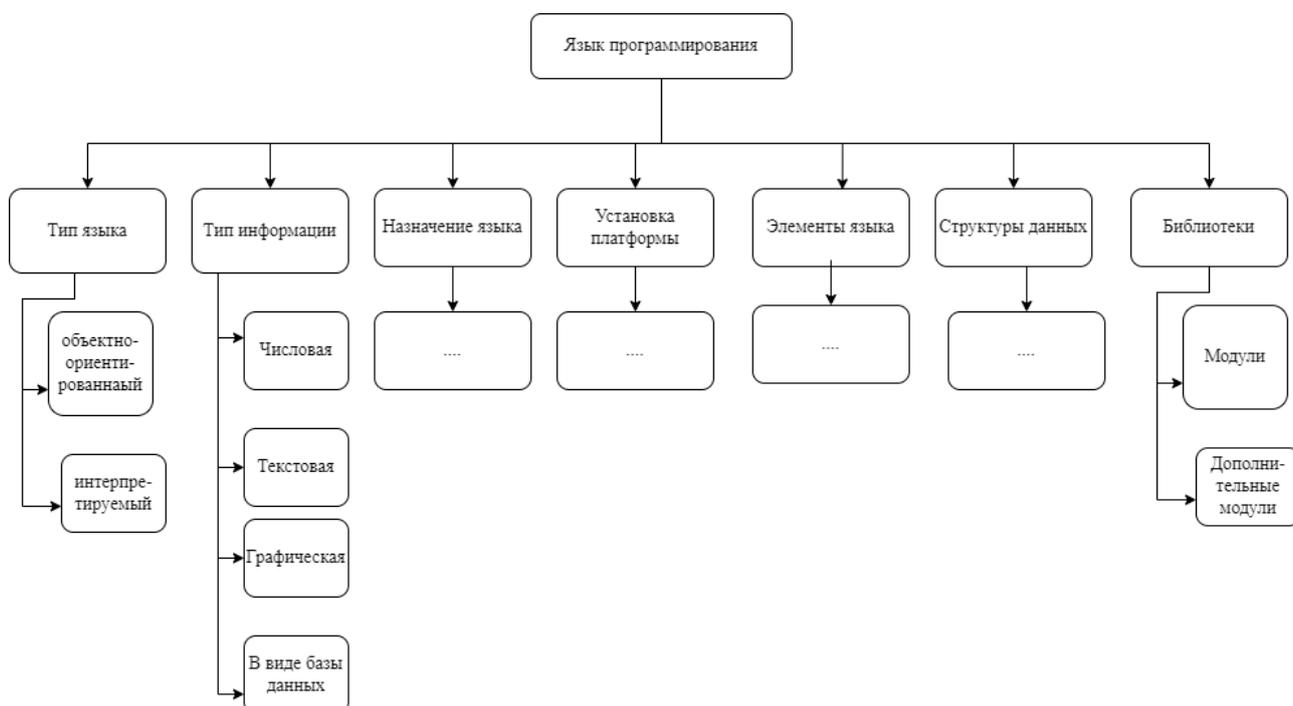


Рисунок 3 – Фрагмент структуры тезауруса для предметной области «Программирование»

В корне этого дерева представлено название языка программирования, например, PHP или Python.

В языке программирования выделяются следующие подклассы:

- тип языка;
- тип информации;
- назначение языка;
- установка платформы;
- элементы языка;
- структуры данных;
- библиотеки;
- другие подклассы.

Тип языка представлен следующими значениями: объектно-ориентированный, интерпретируемый, тьюринг-полный, кроссплатформенный.

Тип информации - это основные типы, с которыми работает язык, например, числовая, текстовая, изображения, в виде баз данных.

Назначение языка – это области программирования, в которых язык чаще всего используется. Например, язык общего назначения, для создания веб-сайтов, для создания графических приложений.

Установка платформы – это та информация, которая описывает процесс создания и запуск приложений, созданных с помощью некоторого языка программирования. К этому типу информации относятся сайты для скачивания, названия установочных файлов, список IDE.

Элементы языка включают следующие элементы:

- операторы (арифметические, присваивания, сравнения, цикла, условия);
- функции <назначение, {описание}, краткое\_назначение>
- комментарии (строки документирования) (однострочные, многострочные).

Библиотеки включают описание модулей, которые могут быть использованы при создании программы на некотором языке программирования.

Следует отметить, что структура тезауруса не представляет классическое описание языка программирования. Разделение на подклассы происходит в соответствии с тем, как можно сгруппировать информацию, которую ищет пользователь о языке программирования.

Одной из особенностей тезауруса для предметной области программирования является включение элементов, которые описанию сопоставляют название. Один из вариантов такого сопоставления: описание функции – название функции (<Язык, краткое\_назначение> название). Например, <Python : ввод> input. Пример запроса, где используются такие элементы: Питон (Python) ввод данных. Пример расширенного запроса Питон ввод данных input. Такой способ расширения запроса резко увеличивает точность поиска – до более чем 90%.

### **Выводы**

В статье приведено определение основных элементов информационно-поисковой системы. Дана схема ИПС с использованием тезауруса. Приведено определение информационно-поискового тезауруса и указаны основные особенности его структуры. Описана структура тезауруса для предметной области «Программирование». Сделан вывод о том, что использование тезауруса приведет к увеличению точности поиска.

### **Литература**

1. Додонов, А.Г. Компьютерные сети и аналитические исследования /А.Г. Додонов, Д.В. Ландэ, В.Г. Путятин. – К.: ИПРИ НАН Украины, 2014. – 486 с.
2. Коломойцева, И.А. Анализ способов расширения запроса информационно-поисковой системы / И.А. Коломойцева // Материалы VII Международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях (СИТОНИ-2021)». – Донецк: ДонНТУ. – С. 350-357.
3. Лукашевич, Н.В. Тезаурусы в задачах информационного поиска. – М.: Издательство Московского университета, 2011. – 512 с.
4. Маннинг, К.Д. Введение в информационный поиск / К.Д. Маннинг, П. Рагхаван, Х. Шютце. – М.: ООО «И.Д. Вильмс», 2011. – 528 с.

УДК 004

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ (IoT) В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Е.С.Бондаренко, А.В.Боднар**

Донецкий национальный технический университет, ул. Артёма 58, Донецк, ДНР,  
[kate.bond777@gmail.com](mailto:kate.bond777@gmail.com)

### *Аннотация.*

*Е.С.Бондаренко, А.В.Боднар Использование интернета вещей (IoT) в сельском хозяйстве. В статье исследована значимость применения промышленного Интернета вещей для сельского хозяйства. Выявлена актуальность использования и тенденции развития IoT в сельскохозяйственной отрасли. Обоснована необходимость внедрения новых информационных технологий в сельскохозяйственной отрасли в настоящее время. Проанализированы преимущества и проблемы внедрения IoT в сельское хозяйство. Выделены наиболее распространенные приложения IoT в интеллектуальном сельском хозяйстве.*

### *Annotation.*

*E.S.Bondarenko, A.V.Bodnar The use of the Internet of Things (IoT) in agriculture. The article explores the importance of using the industrial Internet of things for agriculture. The relevance of the use and development trends of IoT in the agricultural industry is revealed. The necessity of introducing new information technologies in the agricultural industry at the present time is substantiated. The advantages and problems of implementing IoT in agriculture are analyzed. The most common IoT applications in smart agriculture are highlighted.*

### **Введение**

Применение Интернета вещей в сельском хозяйстве может изменить жизнь человечества и всей планеты. В настоящее время мы являемся свидетелями того, как экстремальные погодные условия, ухудшение почвы, высыхание земель и разрушение экосистем делают производство продуктов питания все более сложным и дорогим.

При этом нас не становится меньше. По прогнозам, в 2050 году будет более 9 миллиардов человек. А это значит, что потребителей станет еще больше. На рис.1 показано изменение численности населения с годами.

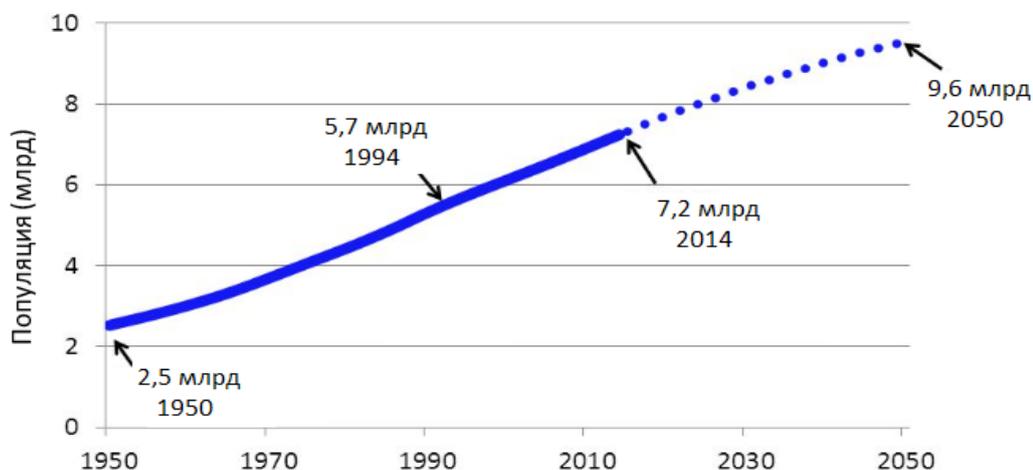


Рис.1.Изменение популяции

Но в век информационных технологий есть надежда благодаря быстро развивающимся приложениям IoT для ведения умного земледелия. Ожидается, что этот рынок достигнет 23,14 миллиарда долларов США к 2022 году с 75 миллионами систем IoT, развернутыми в сельскохозяйственных целях в ближайшие пару лет, по оценкам экспертов [1].

### **Исследования**

Умное сельское хозяйство — это широкий термин, объединяющий методы производства сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, основанные на Интернете вещей, больших данных и передовых технологиях аналитики. Когда идет речь об IoT, обычно подразумевается добавление технологических датчиков, автоматизации и аналитики в современные сельскохозяйственные процессы. Наиболее распространенными приложениями IoT в интеллектуальном сельском хозяйстве являются:

- сенсорные системы для мониторинга посевов, почвы, полей, скота, складских помещений или вообще любого важного фактора, влияющего на производство.
- умные сельскохозяйственные машины, дроны, автономные роботы и приводы.
- подключенные сельскохозяйственные пространства, такие как умные теплицы или гидропоника.
- аналитика данных, визуализация и системы управления.
- прогнозное моделирование и планирование.

Как и в других отраслях, применение Интернета вещей в сельском хозяйстве обещает недоступную ранее эффективность, сокращение ресурсов и затрат, автоматизацию и процессы, управляемые данными. Однако в сельском хозяйстве эти преимущества действуют не как улучшения, а скорее, как решения для всей отрасли, сталкивающейся с целым рядом опасных проблем.

Автоматизация, заменяющая человеческий труд, является важным событием во всех отраслях, и сельское хозяйство не является исключением. Целью автономного внедрения робототехники в сельское хозяйство является снятие зависимости от ручного труда и повышение эффективности, качества продукции и производительности. Поддержка IoT в инфраструктуре фермы необходима для того, чтобы машины и датчики взаимодействовали с фермером, даже когда они работают автономно и является ключевой особенностью «умной» системы земледелия.

Сегодня наблюдается большая конкуренция на отечественном рынке в сельскохозяйственной отрасли. Фермерам приходится выращивать больше продукции на ухудшающейся почве, уменьшающейся доступности земли и усиливающимися колебаниях погоды. Сельское хозяйство с поддержкой IoT позволяет фермерам следить за своей продукцией и условиями выращивания в режиме реального времени. Они быстро получают информацию, могут предсказывать проблемы до того, как они возникнут, и принимать обоснованные решения о том, как их избежать. Кроме того, решения IoT в сельском хозяйстве внедряют автоматизацию, например, орошение по требованию, внесение удобрений и роботизированный сбор урожая.

Прогностическое обслуживание на основе Интернета вещей позволяет более эффективно использовать существующие активы, предоставляя возможность прогнозировать отказы оборудования и уменьшать количество проблем с обслуживанием. Это может помочь определить причины задержек, внутренних или внешних, и помочь настроить процессы для устранения этих причин.

Также широко применяется прогнозное моделирование - статистический метод для прогнозирования будущего поведения. Решения для прогнозного моделирования представляют собой форму технологии интеллектуального анализа данных, которая работает путем анализа исторических и текущих данных и создания модели, помогающей предсказывать будущие результаты.

Интеллектуальные роботизированные орудия - неизбежное следующее поколение сельскохозяйственных инструментов [3].

Простые роботизированные орудия, использующие базовую технологию машинного зрения, следящего за рядами, уже разработаны и нередко встречаются на органических фермах.

Достижения в области технологий машинного зрения трансформируют орудия, приводимые в движение трактором, превращая их в интеллектуальные компьютеризированные инструменты, способные выполнять точные действия с учетом специфики предприятия.

Ключевой технологией здесь также является машинное зрение, которое позволяет идентифицировать и локализовать конкретные растения. Алгоритмы уже превосходят возможности агрономов в конкретных случаях, например, при прополке хлопка. Важно отметить, что системы становятся все более производительными, сокращая разрыв в производительности с устоявшимися технологиями.

Эта система предназначена для того, чтобы стать конкурентоспособной на крупных фермах, где требуется высокая производительность, которая, в свою очередь, связана с такими технологическими параметрами, как частота кадров (кадров в секунду), ложные срабатывания, скорость контроллера опрыскивателя и так далее. В будущем стоимость системы, вероятно, снизится, особенно если станут доступными более легкие версии алгоритмов на стороне логического вывода, которые сделают процессоры графических процессоров ненужными без существенного снижения производительности [1].

Таким образом, можно говорить о том, что использование технологии Интернета промышленных вещей имеет преимущества по сравнению с привычным ведением сельского хозяйства. Итак, к преимуществам можно отнести:

- расширение;
- уменьшение использования ресурсов;
- экологичность;
- гибкость;
- улучшенное качество продукции.

Расширение. К тому времени, когда на планете будет 9 миллиардов человек, по прогнозам, около 70% из них будут жить в городах [2]. Теплицы и гидропонные системы на основе Интернета вещей обеспечивают короткую цепочку поставок продуктов питания и должны кормить этих людей свежими фруктами и овощами. Умные сельскохозяйственные системы замкнутого цикла позволяют выращивать продукты питания практически везде — в супермаркетах, на стенах и крышах небоскребов, в транспортных контейнерах и, конечно же, в каждом доме [3].

Уменьшение использования ресурсов. Многие решения для Интернета вещей ориентированы на оптимизацию использования ресурсов — воды, энергии, земли. Точное земледелие с использованием IoT основано на данных, собранных с различных датчиков в поле, что помогает фермерам точно распределять достаточное количество ресурсов для одного растения [4].

Экологичность. Внедрение Интернета вещей в сельском хозяйстве — это не только способ повысить производительность и сократить расходы, но и одна из основных мер по сокращению углеродного следа, связанного с сельским хозяйством, и сохранению энергетических и водных ресурсов. Ещё одной инновацией в области сельского хозяйства является применение систем гидропоники. Ученые доказали, что они как минимум 10 раз более эффективны в использовании воды по сравнению с полевым сельским хозяйством. Более быстрые темпы созревания растений, выращенных на гидропонике, объясняются тем фактом, что растениям не нужно тратить много энергии на извлечение питательных веществ из почвы [6].

Умное сельское хозяйство с использованием Интернета вещей — это верный способ сократить использование пестицидов и удобрений. Точное земледелие не только помогает производителям экономить воду и энергию и делает сельское хозяйство более экологичным, но и значительно сокращает использование пестицидов и удобрений. Такой подход позволяет получить более чистый и органический конечный продукт по сравнению с традиционными методами ведения сельского хозяйства. Подключенные охладители и нагреватели в складских и транспортных помещениях создают лучшие условия для хранения продукта и помогают сократить количество отходов.

Многие компании производят именно такие интеллектуальные светодиоды, которые облегчают мониторинг энергопотребления и демонстрируют автоматизацию сельского хозяйства с использованием IoT в действии. В сочетании с функциями удаленного управления и анализа данных это решение обеспечивает более высокую эффективность управления ресурсами хранения и транспортировки.

Гибкость. Одним из преимуществ использования IoT в сельском хозяйстве является повышенная гибкость процессов. Благодаря системам мониторинга и прогнозирования в режиме реального времени фермеры могут быстро реагировать на любые значительные изменения погоды, влажности, качества воздуха, а также состояния каждой культуры или почвы в поле. В условиях экстремальных погодных изменений новые возможности помогают аграриям сохранить урожай.

Улучшенное качество продукции. Сельское хозяйство, основанное на данных, помогает выращивать большее количество и более качественную продукцию. Используя датчики почвы и урожая, мониторинг с помощью беспилотных летательных аппаратов и картографирование ферм, фермеры лучше понимают подробные зависимости между условиями и качеством урожая. Используя подключенные системы, они могут воссоздать наилучшие условия и повысить пищевую ценность продуктов [6].

В настоящее время стоимость автоматизированных систем домашнего земледелия составляет в среднем около 2500 долларов, а энергопотребление достигает 20 долларов в месяц. Если автоматизированное сельское хозяйство станет достаточно популярным, чтобы охватить дома и наиболее нуждающиеся районы, а не только людей, которые могут позволить себе платить за него, оно может в конечном итоге стать отличным союзником в борьбе с голодом во всем мире. Кроме того, вместе с данными, предоставляемыми платформами мониторинга урожая в режиме реального времени, взаимосвязанными садами и городским сельским хозяйством, можно поддерживать циклическую взаимосвязь между производством продуктов питания и его более широким экологическим, экономическим и социальным влиянием.

Умная сельскохозяйственная система, использующая Интернет вещей и технологии больших данных, может стать спасением для всей отрасли. Но интеграция технологий в традиционные сельскохозяйственные процессы не обошлась без проблем. Среди явных недостатков можно выделить:

- связь;
- дизайн и долговечность;
- ограниченные ресурсы и время.

Связь. Чтобы система IoT работала, необходимо обеспечить возможность подключения во всей сельскохозяйственной среде — полях, складах, амбарах, теплицах и т.д. И это большое пространство для работы. В идеале также должно быть надежное бесперебойное соединение, способное выдерживать суровые погодные условия и условия открытого пространства.

К сожалению, подключение по-прежнему представляет собой проблему в Интернете вещей в целом, поскольку разные системы используют разные протоколы и методы передачи данных. Возможно, попытки урегулировать эту сферу, внедрить стандарты, а также развитие

технологии 5G и космического интернета смогут в скором времени решить эту проблему и обеспечить быстрое и надежное интернет-соединение для любого пространства, независимо от его размеров и условий [6].

**Дизайн и долговечность.** Любая система IoT, используемая в сельском хозяйстве, должна быть способна работать не только с подключением, но и с условиями на открытом воздухе. Дроны, портативные датчики, IoT в интеллектуальной сети и станции мониторинга погоды должны иметь несложный, но функциональный дизайн и определенный уровень надежности.

**Ограниченные ресурсы и время.** Роль IoT в сельском хозяйстве очень важна, хотя интеграция умных технологий в этой сфере происходит в условиях постоянно меняющейся среды и нехватки времени. Компании, проектирующие и разрабатывающие IoT для сельского хозяйства, должны учитывать быстрое изменение климата и возникающие экстремальные погодные условия, работать в условиях ограниченной доступности земли и таких неблагоприятных факторов, как вымирание опылителей [7].

### **Заключение**

Таким образом, в статье проведён анализ применения промышленного Интернета вещей для сельского хозяйства и выявлены тенденции его развития в сельскохозяйственной отрасли.

Проанализированы преимущества и проблемы внедрения IoT в сельское хозяйство и выделены наиболее распространенные приложения IoT в интеллектуальном сельском хозяйстве.

Рынки будут расти и рушиться, прорывные бизнес-модели будут возникать или умирать, но люди всегда будут нуждаться в еде и питье. По этой причине развитие таких направлений, как земледелие и сельское хозяйство, всегда будет приоритетным, особенно учитывая ту динамику, которую мы наблюдаем сегодня в мире. Таким образом, IoT, используемый в сельском хозяйстве, имеет многообещающее будущее в качестве движущей силы эффективности, устойчивости и масштабируемости в этой отрасли.

### **Литература**

1. Tryfonas Li, S., T., & Li, H. (). The Internet of Things: A Security Point of View. Internet Research. 2016. 26(2). pp. 337-359. DOI: 10.1108/IntR-07- 2014-0173.
2. «Интернет вещей» (IoT) в России: технология будущего, доступная уже сейчас. - URL: [https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/IoT-inRussia-research\\_rus.pdf](https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/IoT-inRussia-research_rus.pdf)
3. Сценарий развития мирового рынка продовольствия до 2050 г. Международный независимый институт аграрной политики. - URL: <http://мниап.пф/en/analytics/ Scenarii-razvitia-mirovogo-prodovolstvennogo-rynka-do-2050-goda/>
4. Варламов И.Г. SCADA нового поколения. Эволюция технологий – революция системостроения // Автоматизированные информационно-управляющие системы в энергетике. 2016. №2 (79).
5. Леонов А.В. Интернет вещей: проблемы безопасности // Омский научный вестник. 2015. № 2 (140). стр. 215-218.
6. Росляков А.В. Интернет вещей: учебное пособие [текст] / А.В. Росляков, С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков. – Самара: ПГУТИ, 2015. - 200с.
7. Холманский М.В., Садов А.А., Кибирев Л.К., Вырова О.М. Мониторинг в агропромышленном комплексе с использованием веб-сервисов // Научно-технический вестник технических систем в агропромышленном комплексе. 2019. № 5 (5). С. 13-19.

УДК 517.5:004.021

## ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ НА КИБЕРПРЕСТУПНОСТЬ

**В. В. Бондаренко**

Донецкий национальный технический университет

[vadimbond.2000@gmail.com](mailto:vadimbond.2000@gmail.com)

**Аннотация:**

**Бондаренко В. В. Влияние цифровой экономики на киберпреступность.** В статье анализируются подходы к определению понятия «цифровая экономика», исследуется ее взаимосвязь с развитием преступности в киберпространстве. На основе статистических данных автором изложен ряд уголовно-правовых деяний с использованием ИКТ, которые являются доминирующими и, соответственно, приобрели особую актуальность в настоящее время. Также раскрывается механизм совершения некоторых из них.

**Annotation:**

**Bondarenko V. The impact of the digital economy on cybercrime.** The article analyzes approaches to the definition of the concept of "digital economy", examines its relationship with the development of crime in cyberspace. Based on statistical data, the author presents a number of criminal acts using ICT, which are dominant and, accordingly, have acquired particular relevance at the present time. The mechanism of committing some of them is also revealed.

Полный текст статьи опубликован в выпуске № 2 (28), 2022 г.,  
Научного журнала «Информатика и кибернетика»

# **ИУСМКМ-22 СЕКЦИЯ 3**

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

УДК 004.8

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СТРАХОВЫХ КОМПАНИЙ

Грянова Д.В., Савкова Е.О.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: [dashenkagryanova@gmail.com](mailto:dashenkagryanova@gmail.com)

### *Аннотация:*

*Грянова Д.В., Савкова Е.О. Использование нечёткой логики в системе поддержки принятия решений для страховых компаний. В данной статье было рассмотрено применение аппарата нечеткой логики и нечетких выводов в системе. Были приведены примеры функций принадлежности базовым нечетким множествам, таким как: ежегодная зарплата, состояние здоровья и общее финансовое состояние. Приведен алгоритм работы системы нечеткого логического вывода, а также были рассмотрены алгоритмы, по которым должна работать система.*

### *Annotation:*

*Gryanova D.V., Savkova E.O. The use of fuzzy logic in the decision support system for insurance companies. In this article, the application of fuzzy logic and fuzzy conclusions in the system was considered. Examples of functions belonging to basic fuzzy sets were given, such as: annual salary, health status and general financial condition. The algorithm of operation of the fuzzy inference system is given, and the algorithms by which the system should work were also considered.*

### **Актуальность проблемы**

Основа страхового бизнеса — человек и его потребность в страховой защите, причем эта потребность тесно связана с региональными особенностями его проживания. Поэтому без развитой страховой системы в целом не может быть эффективным страховое дело [1].

У юридических и физических лиц может возникнуть угроза наступления критических событий, которые приводят к значительным финансовым потерям (смерть, болезнь или увольнение с работы члена семьи, работа которого была основным источником дохода; гибель имущества от пожара; авария автомобиля и т.п.) — этим и предопределяется спрос на страховые услуги. Страхование — наиболее выгодное возмещение таких потерь, поскольку сумма его может быть больше страховых взносов.

Страховые компании, в связи с развитием страхового рынка и услуг, с каждым годом стремятся усовершенствовать концепцию обслуживания клиентов. Для решения такой задачи следует уменьшить риск появления каких-либо ошибок и неточностей со стороны работника страховой компании, сделать процесс анализа клиентов более компьютеризированным. Это позволит сократить время обработки анкетирования клиентов, значительно уменьшить количество ошибок или неточностей, а также сделать заключение страховых договоров комфортным как для страхового агента, так и для клиента.

Иной стороной данной концепции считается, конечно, стремление страховой фирмы оградить себя от вещественных утрат в виде бесчисленных страховых выплат. В итоге появляется необходимость изучения потенциальных клиентов перед заключением договоров страхования [2].

Из-за того, что в страховом деле появилось множество нововведений и деталей, и данная область быстро развивается и часто может вноситься большое количество изменений, рядовой сотрудник компании не всегда сможет точно предложить более подходящую страховку, учитывая все нюансы и тонкости, и также все индивидуальные особенности, которые поступают с новыми клиентами. Реализуемая система поможет не допустить таких ошибок и неточностей сотрудниками страховых компаний.

Для того, чтобы реализовать систему поддержки принятия решений самым лучшим вариантом будет использование аппарата нечеткой логики и нечетких выводов, что позволит получить наиболее реальные данные и результаты.

### **Использование нечеткой логики и нечетких выводов в системе**

При формализации знаний существует проблема, затрудняющая использование традиционного математического аппарата. Это проблема описания понятий, оперирующих качественными характеристиками объектов (много, мало, сильный, очень сильный и т. п.). Эти характеристики обычно размыты и не могут быть однозначно интерпретированы, однако содержат важную информацию (например, «одним из возможных признаков гриппа является высокая температура»).

Кроме того, в задачах, решаемых интеллектуальными системами, часто приходится пользоваться неточными знаниями, которые не могут быть интерпретированы как полностью истинные или ложные (логические true/false или 0/1). Существуют знания, достоверность которых выражается некоторой промежуточной цифрой. Для решения таких проблем в начале 70-х годов XX века американский математик Лотфи Заде предложил формальный аппарат нечеткой (fuzzy) алгебры и нечеткой логики [3, 4].

От выбранного метода поиска, то есть стратегии вывода, будет зависеть порядок применения и срабатывания правил. Процедура выбора сводится к выявлению направления поиска и способа его осуществления. Процедуры, реализующие поиск, обычно «защиты» в механизм вывода, поэтому в большинстве систем инженеры знаний не имеют к ним доступа и, вследствие этого, не могут в них ничего изменять по своему желанию.

При разработке стратегии управления выводом важны:

1. Исходная точка в пространстве состояний. От выбора этой точки зависит и метод осуществления поиска — в прямом или в обратном направлении.
2. Метод и стратегия перебора — в глубину, в ширину, по подзадачам или иначе.

В системах с прямым выводом по известным фактам отыскивается вывод, какой из этих фактов следует. Если такой вывод удастся найти, то он заносится в рабочую память. Прямой вывод часто называют выводом, управляемым данными, или выводом, что управляется антецедентами [4].

Допустим, в систему поступили факты — «человек здоров» и «финансово обеспечен». Прямой вывод — исходя из фактических данных, получить рекомендацию (в данном случае положительную для страховой компании).

Предлагается использование аппарата нечеткой логики на этапе принятия решения системой (нечеткий вывод). Необходимо выделить основные лингвистические переменные: финансы и здоровье, а также уровень риска. Каждую ЛП достаточно разбить на 5 термов (очень низкий, низкий, средний, выше среднего, высокий).

Пример использования нечетких правил:

Если здоровье высокое и финансовое состояние высокое, то риск низкий.

Если здоровье низкое и финансовое состояние высокое, то риск средний.

Если здоровье низкое и финансовое состояние среднее, то риск выше среднего.

Если здоровье среднее и финансовое состояние среднее, то риск также средний.

Если здоровье низкое и финансовое состояние низкое, то риск высокий.

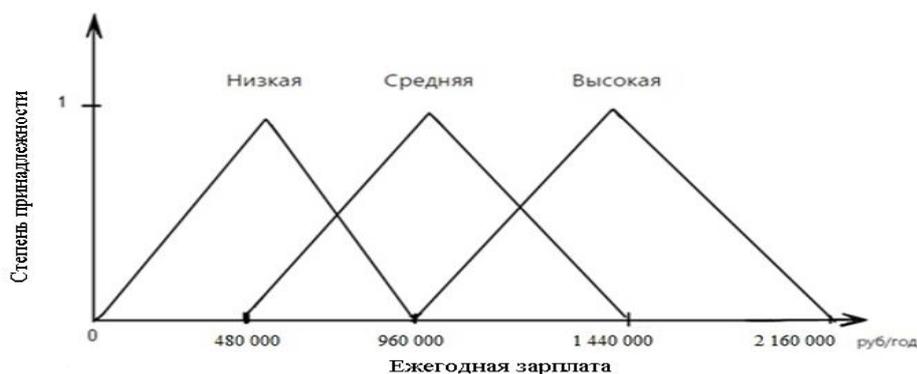


Рис. 1. Пример функции принадлежности нечеткому множеству — ежегодная зарплата.

Функция принадлежности для рис. 1 может быть выражена формулой [4]:

$$f\Delta(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c, \\ 0, & c \leq x, \end{cases} \quad (1)$$

Где  $a, b$  и  $c$  некоторые числовые параметры, при этом  $a \leq b \leq c$ .

Также можно рассмотреть пример, когда среднегодовая зарплата клиента превышает показатель 960 000 руб./год, тогда либо нужно программно обработать этот вариант, или немного подкорректировать функцию принадлежности следующим образом:

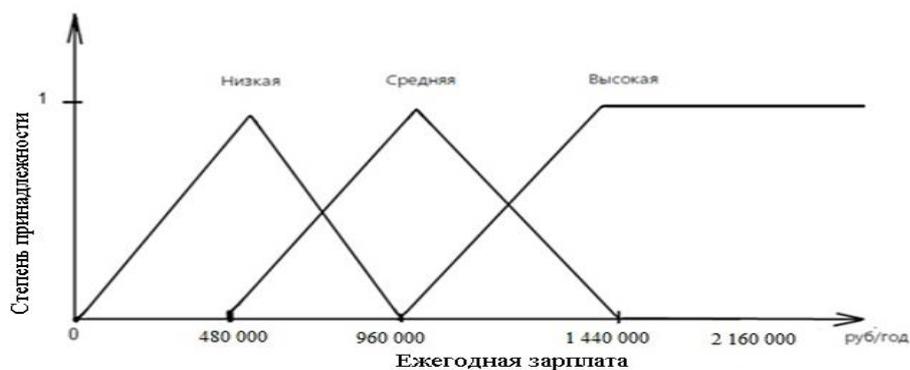


Рис.2. Пример скорректированной функции принадлежности нечеткому множеству ежегодная зарплата клиента.

$$f\Delta(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c, \\ 0, & c \leq x, \\ 1, & 1,960000 \leq x. \end{cases} \quad (2)$$

Где  $a, b$  и  $c$  некоторые числовые параметры, при этом  $a \leq b \leq c$ .  $1,96 * z$  — это нижняя граница  $x$ , где  $z$  — минимальная зарплата в регионе.

Для общего группового индекса оценивания используем правило  $\text{Max}[i] - \text{Risk\_index}[i]$ , где  $\text{Max}[i]$  — это максимальная оценка теста по  $i$ -группе. Эти данные изложим по оси  $X$ , и сформируем функции принадлежности нечетким множествам здоровья и финансовое состояние, которые приведены на рис.3 и рис.4.

Финансовое состояние — это доходы плюс наличие движимого и недвижимого имущества и подобных благ.

Показатель «финансовое состояние» оценивается по качественной шкале в диапазоне от 0 до 50. Сверху над функцией показано качественное значение этого показателя, по оси  $x$  — числовое значение, по оси  $y$  — функция  $f$ , которая изменяется от 0 до 1 (степень принадлежности).

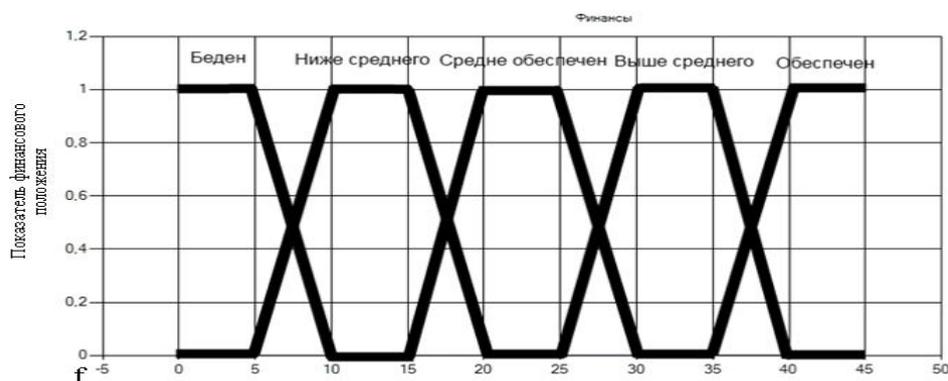


Рис. 3. Пример функции принадлежности нечеткому множеству финансовое состояние клиента

Показатель «здоровье» оценивается по качественной шкале в диапазоне от 0 до 100. Сверху над функцией показано качественное значение этого показателя, по оси  $x$  — числовое значение, по оси  $y$  — функция  $f$ , которая изменяется от 0 до 1 (степень принадлежности).  $1, 96 * z$  — это нижняя граница  $x$ , где  $z$  — минимальная зарплата в регионе.

В настоящее время в большинстве инструментальных средств разработки систем, основанных на знаниях, включены элементы работы с нечеткими множествами, кроме того, разработаны специальные программные средства реализации так называемого нечеткого вывода, например «оболочка» FuzzyCLIPS.

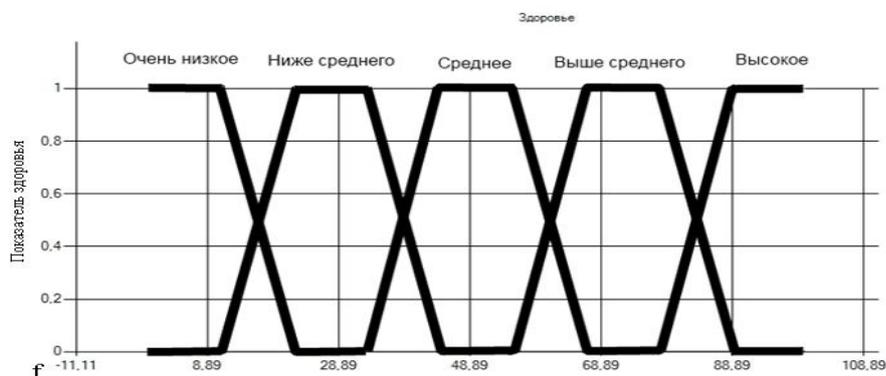


Рис. 4. Пример функции принадлежности нечеткому множеству состояние здоровья клиента

При использовании продукционной модели представления знаний база знаний состоит из набора правил, а программа, управляющая перебором правил, называется машиной вывода.

Действие компонента вывода основано на применении правила, называемого *modus ponens*: «Если известно, что истинно утверждение А и существует правило вида "ЕСЛИ А, ТО В", тогда утверждение В также истинно».

Таким образом, правила срабатывают, когда находятся факты, удовлетворяющие их: если истинный посыл, то должен быть истинным и вывод.

Компонент вывода должен функционировать даже при недостатке информации. Полученное решение может и не быть точным, однако система не должна останавливаться из-за того, что отсутствует какая-либо часть входящей информации.

Управляющий компонент определяет порядок применения правил и выполняет четыре функции:

1. Сопоставление — образец правила сопоставляется с имеющимися фактами.
2. Выбор — если в конкретной ситуации могут быть применены сразу несколько правил, то из них выбирается одно, наиболее подходящее по заданному критерию (разрешение конфликта).
3. Срабатывание — если образец правила при сопоставлении совпал с какими-то фактами из рабочей памяти, то правило срабатывает.
4. Действие — рабочая память подвергается изменению путем добавления в нее заключения сработавшего правила. Если в правой части правила содержится указание на какое-либо действие, то оно выполняется (как, например, в системах обеспечения безопасности информации).

Системы нечеткого вывода предназначены для преобразования значений входных переменных процесса управления в выходные переменные процесса управления на основе использования нечетких правил продукций. Для этой системы должны содержать базу правил нечетких продукций и реализовывать нечеткий вывод заключений на основе посылок или условий, представленных в форме нечетких лингвистических высказываний.

Таким образом, основными этапами нечеткого вывода являются (рис. 5):



Рис.5. Алгоритм работы системы нечеткого логического вывода

Описанные выше этапы нечеткого вывода могут быть реализованы неоднозначным образом, поскольку содержат в себе отдельные параметры, которые должны быть фиксированными или специфицированы. Тем самым, выбор конкретных вариантов каждого из этапов определяет определенный алгоритм, который в полном объеме реализует нечеткий вывод в системах правил нечетких продукций [4].

### **Выводы**

Использование аппарата нечетких множеств позволяет адекватно представить знания эксперта, которые характеризуются неполнотой и являются субъективными. Тематика публикаций показывает, что в настоящее время применение нечеткой логики выходит за пределы нечетких контроллеров и представляется весьма перспективным при решении таких насыщенных эмпирическими зависимостями задач как анализ рисков в многофакторных задачах.

Были приведены примеры функций принадлежности базовым нечетким множествам, таким как ежегодная зарплата, состояние здоровья и общее финансовое состояние. Также были описаны алгоритмы, по которым должна работать система.

### **Литература**

1. Современное состояние и тенденции развития страхового рынка региона Триханова Е.В., Семёнова Н.Н. [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. – Режим доступа: [http://science-bsea.bgita.ru/2010/ekonom\\_2010\\_2/trihalova\\_sovr.htm](http://science-bsea.bgita.ru/2010/ekonom_2010_2/trihalova_sovr.htm)
2. Страхование [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Страхование>
3. Нечеткий логический вывод [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <http://surl.li/bwbyz>
4. Нечеткая логика — математические основы [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://loginom.ru/blog/fuzzy-logic>

УДК 004.052.2

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОБУЧАЮЩИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БИБЛИОТЕКИ OPENCV НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ

<sup>1</sup>О.В. Теплова, <sup>2</sup>О.В. Теплова

<sup>1</sup>Южный федеральный университет, Институт компьютерных технологий и  
технической безопасности, Таганрог

<sup>2</sup>Донецкий национальный технический университет

[olga-anonim@mail.ru](mailto:olga-anonim@mail.ru)

### **Аннотация:**

*О.В. Теплова, О.В. Теплова. Экспериментальное изучение обучающих возможностей библиотеки OpenCV на примере задачи распознавания эмоций. В статье представлен анализ преимуществ и недостатков популярного эмоционального набора данных FER и возможностей открытой библиотеки для работы с алгоритмами компьютерного зрения, машинным обучением и обработкой изображений OpenCV, раскрыта актуальность проблемы распознавания эмоций. Экспериментальная часть статьи посвящена изучению точности распознавания эмоций при помощи библиотеки OpenCV на примере распознавания эмоций на статическом изображении, приведено описание сопутствующих библиотек и их назначения в используемом программном модуле.*

### **Annotation:**

*O.V. Teplova, O.V. Teplova. Experimental study of the learning capabilities of the OpenCV library on the example of the emotion recognition problem. The article consider an analysis of the advantages and disadvantages of the popular emotional data set FER and capabilities of the open library for working with computer vision algorithms, machine learning and image processing OpenCV, reveals the relevance of the problem of emotion recognition. The experimental part of the article is devoted to studying the accuracy of emotion recognition using the OpenCV library on the example of emotion recognition on a static image, describe of related libraries and their purpose in the used software module is given.*

### **Общая постановка проблемы**

Распознавание эмоций является актуальной проблемой на протяжении последних лет. Эмоциональная реакция человека на раздражитель является неконтролируемой, её трудно скрыть, поэтому особый интерес к этой проблеме проявляют службы безопасности и маркетинга. Также распознавание эмоций может применяться при психологических исследованиях и социальных опросах.

Основными методами распознавания эмоций являются: метод на основе локализации ключевых точек на лице, метод на основе информации о текстуре, метод распознавания эмоций на основе модели распределения ключевых расстояний, локальные бинарные шаблоны и распознавание с помощью свёрточных нейронных сетей. Использование свёрточной нейронной сети даёт наибольшую точность распознавания по сравнению с другими методами.

Свёрточная нейронная сеть использует некоторые особенности зрительной коры, отвечающей за обработку визуальной информации, в которой были открыты так называемые простые клетки, реагирующие на прямые линии под разными углами, и сложные клетки, реакция которых связана с активацией определённого набора простых клеток. Это обеспечивает частичную устойчивость к изменениям масштаба, смещениям, поворотам, смене ракурса и прочим искажениям.

Существует несколько готовых систем для распознавания эмоций (Xeoma, FaceReader Noldus Information Technology, программный модуль EmoDetect), имеющих свои преимущества и недостатки, главные из которых – сложность и громоздкость. Все существующие системы используют готовые эмоциональные наборы данных – модули, содержащие наборы распознаваемых эмоций с определённой степенью точности. Недостатками этих модулей является их немасштабируемость, а главным достоинством – интегрируемость.

### **Постановка задачи исследования**

Цель работы – экспериментальное исследование способности к обучению свёрточной нейронной сети при использовании библиотеки OpenCV.

Задачи исследования:

- Изучить особенности популярного эмоционального набора данных FER;
- Изучить возможности популярной библиотеки, используемой для машинного обучения и распознавания образов OpenCV;
- Экспериментальная проверка обучаемости нейронной сети при помощи библиотеки OpenCV.

Гипотеза – при использовании библиотеки OpenCV и сопутствующих программных модулей возможно добиться точности распознавания эмоций готовых эмоциональных модулей на сравнительно малом объёме данных.

### **Обзор свойств эмоционального набора данных**

Эмоциональный набор данных FER, точность распознавания эмоций которого составляет 66% может использоваться как модуль авторской программы, поэтому именно его часто используют при решении задачи распознавания базовых эмоций: счастье, грусть, страх, злость, удивление, отвращение [1].

Набор данных выражения лица Fer2013 состоит из 35886 изображений выражения лица, из которых 28708 тестовых изображений (для обучения), 3589 общедоступных проверочных изображений (PublicTest) и частных проверочных изображений (PrivateTest), каждое из которых размера  $48 \times 48$ .

Данный вид обучения называют обучением с учителем (формула 1), то есть изученная модель  $y$  является функцией данных  $x$  [2]:

$$\begin{aligned} y &= f(x); \\ \text{model} &= f(\text{data}) \end{aligned} \quad (1)$$

Эти данные хранятся не в формате изображения, а в формате, называемом кадром данных: столбец пикселей кадра данных содержит все значения пикселей. Но так как с каждым изображением связано 96 значений пикселей, файл .csv рассматриваемого набора данных занимает 101Мб памяти.

Также, приведенные наборы данных не нормированы [3]. Так, для распознавания эмоции отвращения Fer2013 хранит 600 представлений изображений, а для распознавания остальных эмоций более 5000 для каждой.

Также для библиотеки OpenCV версии 3.2 и выше требуется дополнительно установка Tensorflow версии 1.7.0 и выше.

Всё это делает процесс распознавания эмоций трудоёмким, так как требует мощности процессора для загрузки библиотек и большого количества оперативной памяти ПК.

В усовершенствованном наборе FER2, точность которого равна 71%, использует около 5 миллионов параметров, то есть является ещё более ёмким.

### Результаты исследования

В данной работе произведена попытка распознать эмоции на фотографиях, взятых из всемирной информационной сети. В качестве тестовых изображений используется выборка, сформированная самостоятельно.

Для разработки программного модуля, распознающего эмоции счастья, страха, грусти, гнева и удивления был выбран дистрибутив языков программирования python Anaconda и библиотека OpenCV.

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) – это открытая библиотека для работы с алгоритмами компьютерного зрения, машинным обучением и обработкой изображений. OpenCV широко используется в машинном обучении, так как оснащена технологиями, позволяющими устройству «увидеть», распознать и описать изображение.

Для распознавания эмоций на изображении потребуются следующие библиотеки NumPy и модуль os, как и при использовании готовых модулей данных.

NumPy – это модуль, предоставляющий общие математические и числовые операции в виде пре-скомпилированных быстрых функций. Был разработан для работы на высокоуровневом языке программирования общего назначения Python. С его помощью возможна работа с многомерными массивами и выполнение высокоуровневых математических функций.

Модуль os предоставляет множество функций для работы с операционной системой, к примеру, считывание изображений из файла.

Для составления обучающего материала и выборки тестовых изображений необходимо выбрать изображения людей, испытывающих распознаваемые эмоции: гнев, грусть, радость, страх и отвращение. Лица людей не должны занимать всё изображение (не будет видна подпись эмоции) и не должны теряться на общем фоне. Сами фотографии должны быть с разрешением меньше 1000 пикселей. Нельзя использовать фотографии с нечётко обозначенными эмоциями, понятными только в контексте всей фотографии.

Вначале систему обучили различать эмоции гнева и радости. Для этого потребовалось 7 фотографий каждой эмоции. Затем была добавлена эмоция страха и программа стала распознавать эмоции верно лишь в шестидесяти процентах случаев.

Таким образом, при увеличении количества эмоций вероятность ошибки возрастает.

Вначале обучаемая выборка содержала по 7-10 фотографий каждой эмоции. При этом точность системы при распознавании всех эмоций разом составляла 33% точности, что является вдвое меньше, чем точность распознавания с помощью готового модуля FER.

При увеличении обучающего материала вдвое (20 фотографий каждой эмоции) точность распознавания равнялась 56 процентам. Больше всего ошибок допускалось при выявлении эмоций страха и отвращения:

1. Гнев – 90% точности;
2. Радость – 50% точности;
3. Грусть – 60% точности;
4. Страх и отвращение – 40% точности.

При увеличении обучающего материала для эмоций с самым малым процентом распознавания на 10 фотографий каждой результат увеличился для эмоции страха до 50%, отвращения до 60%, но процент распознавания гнева понизился.

Однако при дальнейшем обучении выборки точность системы начала падать. Когда учебная выборка содержала 25 фотографий рассерженных людей, радостных и грустных людей, а также 30 фотографий рассерженных и испуганных, точность распознавания эмоций составила 48%.

При дальнейшем увеличении учебного материала до 30 фотографий распознаваемых эмоций с достаточной точностью и до 40 учебных фотографий для трудно идентифицируемых эмоций, точность выборки осталась 48%, а впоследствии опустилась до

40%. При этом время работы программы значительно увеличилось, так как обработка большего количества учебного материала занимает больше времени.

Таким образом, наилучший результат распознавания всех пяти эмоций удалось получить при обучающем материале, состоящим из 20 фотографий грустных, радостных и разозлённых людей и 30 фотографий испуганных и чувствующих отвращение людей.

При распознавании меньшего количества эмоций на этом обучающем наборе, например, только эмоций гнева, грусти и радости, точность составила от 63% до 70% в зависимости от интенсивности выражения эмоций на изображениях.

### **Вывод**

Обучать программу самостоятельно распознавать эмоции, не прибегая к эмоциональному набору данных FER выгодно, когда нужно обучить программу распознаванию двух-трёх эмоций. Необходимое количество обучающего материала для двух ярко выраженных эмоций – 10-15 фотографий, для трёх – 20 фотографий каждой эмоции.

### **Литература**

1. National Testing Agency: электронный ресурс. URL: <https://vc.ru/newtechaudit/336841>
2. I. J. Goodfellow, D. Erhan, P. L. Carrier, A. Courville, M. Mirza, B. Hamner, W. Cukierski, Y. Tang, D. Thaler, D.-H. Lee, Y. Zhou, C. Ramaiah, F. Feng, R. Li, X. Wang, D. Athanasakis, J. Shave-Taylor, M. Milakov, J. Park, R. Ionescu, M. Popescu, C. Grozea, J. Bergstra, J. Xie, L. Romaszko, B. Xu, Z. Chuang, and Y. Bengio. Challenges in representation learning: A report on three machine learning contests. *Neural Networks*, 64:59--63, 2015. Special Issue on "Deep Learning of Representations"
3. Аналитика Видхья. Как справиться с несбалансированными проблемами классификации в машинном обучении: электронный ресурс, 2017. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2017/03/imbalanced-data-classification/>
4. Кэлер А., Брэдки Г. Изучаем OpenCV 3 = Learning OpenCV 3. — М.: ДМК-Пресс, 2017. – 826 с.
5. Буэно, Суарес, Эспиноса. Обработка изображений с помощью OpenCV = Learning Image Processing with OpenCV. – М.: ДМК-Пресс, 2016. – 210 с.

УДК 004.93.14

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ДЕТЕКЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЧЕКОВ

Ломакин Е.С., Мартыненко Т.В.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: [jeklom@gmail.com](mailto:jeklom@gmail.com) , [tatyana.v.martynenko@gmail.com](mailto:tatyana.v.martynenko@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Ломакин Е.С., Мартыненко Т.В. Исследование методов детекции и классификации объектов при анализе изображений чеков. Рассмотрены методы классификации и детекции образов на изображениях. Исследование методов показало, что наиболее подходящими и гибкими для анализа изображений чеков являются методы, основанные на стандартном подходе глубокого обучения. Методы проверены на изображениях и оценены при помощи набора критериев.*

### **Annotation:**

*Lomakin E.S., Martynenko T.V. Investigation of object detection and classification methods in the analysis of receipt images. Methods for classifying and detecting patterns in images are considered. The study of methods has shown that the most suitable and flexible methods for analyzing receipt images are methods based on a standard deep learning approach. Methods validated on images and evaluated using set of criteria.*

### **Общая постановка проблемы**

Для облегчения учета финансов потребителя возникает необходимость разработки автоматизированной системы, которая предоставит возможность хранения всей необходимой информации о его доходах и расходах. Взаимодействие с системой будет происходить через мобильное и веб-приложения, что позволит добавлять актуальную информацию о состоянии денежных средств. Это позволит потребителю избавиться от всех видов бумажных записей и надобности вручную формировать отчетную информацию.

Одним из видов расходов являются покупки в магазине. При завершении покупки в магазине покупателю предоставляется фискальный чек с указанием всех приобретенных товаров. Анализ изображений чеков позволит сократить время, которое будет затрачено на внесение в какую-либо систему записей о приобретенных товарах, указания их стоимости и количества к минимуму.

При завершении анализа все данные об определенном чеке будут автоматически занесены в базу данных и доступны для дальнейшего просмотра, редактирования, а также составления отчетов.

Основные этапы и ключевые особенности анализа изображений чеков были рассмотрены в статье [1].

### **Математическая постановка критериев классификации и детекции:**

1. Критерий объединения через пересечение (IoU): заключается в отношении пересечения и объединения областей найденного объекта с ожидаемым.

$$IoU = \frac{\text{Пересечение объектов}}{\text{Объединение объектов}} \rightarrow 1 \quad (1)$$

2. Точность (Accuracy). Позволяет узнать отношение верно классифицированных объектов к неверно классифицированным.

$$Accuracy = \frac{P}{N} \rightarrow 1 \text{ (max)} \quad (2)$$

где P – количество объектов классифицированных верно  
N – количество объектов классифицированных неверно

3. Точность (Precision) и Полнота (Recall):

Точность (precision) и полнота (recall) являются метриками, которые используются при оценке большей части алгоритмов извлечения информации. Иногда они используются сами по себе, иногда в качестве базиса для производных метрик, таких как F-мера или R-Precision.

Точность системы (3) в пределах класса – это доля документов, действительно принадлежащих данному классу относительно всех объектов, которые система отнесла к этому классу. Полнота системы (4) – это доля найденных классификатором объектов, принадлежащих классу относительно всех объектов этого класса в тестовой выборке [2]. Данный критерий позволит определить качество обученной модели и необходимость продолжения ее обучения.

Значения критериев буду следующими: TP – истинно-положительное, FP – ложно-положительное, FN – ложно-отрицательное, TN – истинно-отрицательное решение.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \rightarrow 1 \quad (3)$$

где TP – истинно-положительное решение  
FP – ложно-положительное решение

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \rightarrow 1 \quad (4)$$

где TP – истинно-положительное решение  
FN – ложно-отрицательное решение

F-мера:

F-мера представляет собой гармоническое среднее между точностью и полнотой.

$$F = 2 \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \rightarrow 1 \quad (5)$$

## Исследование критериев классификации и детекции

1. Стандартные техники компьютерного зрения

Данный подход состоит из:

- применения фильтров для выделения объектов на изображениях;
- выделения контура объектов для распознавания их один за одним;
- классификации с использованием машинного обучения.

Первый подпункт можно разбить на;

- бинаризация изображения;
- использование морфологических операций.

Второй подпункт состоит из следующих элементов:

- построение объекта;
- выделение контура для набора символов;
- выделение объектов символов.

Протестируем данный метод на следующем изображении (рис. 1):



Рисунок 1 — Тестовое изображение хорошего качества

На изображении представлено 3 символа, которые равноудалены друг от друга. Качество изображения высокое, в связи с чем каждый символ отчетливо виден и различим. Результат отображен на рис. 2.

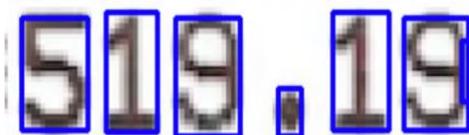


Рисунок 2 — Результат метода на изображении хорошего качества

Детекция объектов завершена успешно, на трех символах правильно определены границы. Результат отображен в таблице 1.1.

Исходя из критериев можно сделать вывод, что в данном случае метод показал себя идеально.

Протестируем данный метод на изображении с близкорасположенными символами в плохом качестве (рис. 3).



Рисунок 3 — Тестовое изображение плохого качества

Результат отображен на рис. 4.

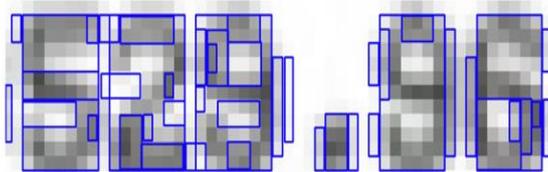


Рисунок 4 — Результат метода на изображении плохого качества

Исходя из критериев можем увидеть, что для данного изображения были определены верные значения, но, в тоже время, было определено множество лишних объектов. Можем сделать вывод, что на это повлияло плохое качество изображения, в связи с чем детекция была произведена неверно, выделив большое количество объектов. Вариантом решения этой проблемы является более тщательная обработка изображения перед распознаванием. Результат отображен в таблице 1.

Из этого можно сделать вывод, что данный метод плохо подходит для изображений низкого качества и требует тонкой настройки, которая может не подойти под определенный тип изображений.

Также при настройке и изменении параметров могут быть решены одни проблемы, но созданы другие, что показывает нестабильность данного метода.

Главной его особенностью является то, что чем лучше выполнена детекция символов тем проще будет их классифицировать.

## 2. Специализированные техники глубокого обучения

Данные подходы отличаются своей универсальностью. Это дает им преимущество, по сравнению с ручной настройкой, но, в некоторых ситуациях, делает их недостаточно точными.

Произведем исследование техники на примере CRNN архитектуры. CRNN (Efficient accurate scene text detector) – простое и мощное решение для детекции текста, используя специализированное обучение. Для исследования будет использована заранее натренированная на детекцию текста модель нейронной сети. В данной модели реализовано объединение нескольких расположенных рядом объектов в один [3].

Исследование будет проведено на том же наборе изображений, что и в предыдущем шаге.

Первым проверим результат детекции на изображении хорошего качества с равноудаленными друг от друга символами (рис. 5).



Рисунок 5 — Результат метода на изображении хорошего качества

Два объекта было определено верно, группировка произошла по целой и дробной части значения.

Исходя из критериев, можно сделать вывод, что данный метод отлично справился с поставленной задачей и определил верно все необходимые объекты.

Далее проверим его на изображении низкого качества с близкорасположенными символами (рис. 6).

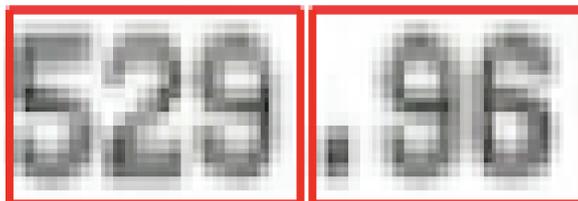


Рисунок 6 — Результат метода на изображении плохого качества

Можем увидеть, что метод также верно отобразил 2 группы объектов.

Исходя из критериев можем сделать вывод, что в данном случае детекция была произведена отлично. Были обнаружены все группы объектов, их границы легко разделить, что позволит в дальнейшем без труда распознавать вещественные числа. Результат отображен в таблице 1.

Для успешного завершения определения необходимо произвести детекцию на обнаруженных объектах.

### 3. Стандартный подход глубокого обучения

Исследуем данный подход с помощью SSD архитектуры.

Для этого возьмем заранее обученную модель нейронной сети для детекции и классификации текста. При детекции близкорасположенные объекты будут объединены в один.

Тестирование будет произведено при помощи фреймворков TensorFlow и Keras.

Первым будет изображение хорошего качества с равноудаленными друг от друга символами (рис. 7).



Рисунок 7 — Результат метода на изображении хорошего качества

Можем увидеть, что детекция была произведена верно и все символы были верно классифицированы.

Для данного изображения детекция и классификация были произведены идеально. Еще одним плюсом является то, что модель заранее обучена на классификацию вещественных чисел.

Далее возьмем изображение низкого качества и близкорасположенными друг от друга символами (рис. 8).



Рисунок 8 — результат метода на изображении плохого качества

Детекция символов была произведена верно, но при классификации было идентифицировано верно все, кроме точки. Результат отображен в таблице 1.

Чтобы исправить ошибку классификации можно изменить параметры модели, либо более тщательно производить предварительную обработку изображения.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика методов

Название метода	Качество изображения	Значение критерия					
		Детекция			Классификация		
		Precision	Recall	F	Precision	Recall	F-мера
Стандартные техники компьютерного зрения	высокое	1	1	1	–	–	–
	низкое	0.13	1	0.23	–	–	–

Продолжение таблицы 1 – Сравнительная характеристика методов

Название метода	Качество изображения	Значение критерия					
		Детекция			Классификация		
		Precision	Recall	F	Precision	Recall	F
Специализированные техники глубокого обучения	высокое	1	1	1	–	–	–
	низкое	1	1	1	–	–	–
Стандартный подход глубокого обучения	высокое	1	1	1	1	1	1
	низкое	1	1	1	0.83	0.83	0.415

### Выводы

Были рассмотрены 3 разных подхода для распознавания образов на изображении:

- классическое компьютерное зрение;
- специализированные техники глубокого обучения;
- стандартный подход глубокого обучения.

Во всех трех подходах были использованы 2 изображения:

- в хорошем качестве с равноудаленным друг от друга символами;
- в плохом качестве с близкорасположенными символами.

Все 3 подхода показали себя хорошо на первом изображении и 2 из них допустили ошибку при взаимодействии со вторым.

Лучший результат для изображения плохого качества был у стандартных методов глубокого обучения и специализированных техник глубокого обучения. Все символы были верно найдены на изображении.

Несмотря на хорошие результаты классические техники компьютерного зрения уступают двум другим в скорости и адаптивности. Для получения лучших результатов требуется тщательная настройка и подбор параметров, что может решить одни проблемы, но повлечь за собой другие.

Специализированные техники глубокого обучения показали себя хорошо, но их главным недостатком является универсальный подход к поиску текста на изображении.

Наилучшим решением будет использование стандартных методов глубокого обучения. Это связано с тем, что с его помощью можно выполнять более сложные задачи, нежели с классическими техниками компьютерного зрения, а также благодаря модели нейронной сети, которая обучена на конкретных, подходящих под задачу данных, точность классификации может достигать более высоких показателей.

### Литература

1. Ломакин Е.С. Анализ изображений чеков для учета финансовых средств потребителя [Текст] / Ломакин Е.С., Мартыненко Т.В., Шевченко В.И. // ИУСМКМ-2021: материалы XII Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование» / Донецкий нац. техн. ун-т; сост.: А. И. Воронова, Т. А. Васяева; под ред. Р. В. Мальчевой. – Донецк: ДОННТУ, 2021. – 149 с.
2. Метрики в задачах машинного обучения // habr.com: интернет-портал – URL: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/328372/>
3. CRNN модели для распознавания текста на изображениях // theailearner.com: интернет-портал – URL: <https://theailearner.com/2019/05/29/creating-a-crnn-model-to-recognize-text-in-an-image-part-2/>

УДК 004.93.14

## РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ЧЕКОВ ДЛЯ УЧЕТА ФИНАНСОВЫХ СРЕДСТВ ПОТРЕБИТЕЛЯ

**Ломакин Е.С., Мартыненко Т.В.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: [jeklom@gmail.com](mailto:jeklom@gmail.com), [tatyana.v.martynenko@gmail.com](mailto:tatyana.v.martynenko@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Ломакин Е.С., Мартыненко Т.В. Разработка архитектуры автоматизированной системы анализа изображений чеков для учёта финансовых средств потребителя. Определена проблема задачи распознавания. Разработана структура проектируемой системы. Выделены основные функции системы. Построены диаграммы вариантов использования основных функций системы.*

### **Annotation:**

*Lomakin E.S., Martynenko T.V. Development of the architecture of an automated system for analyzing receipt images to account for consumer financial resources. The problem of the recognition problem is defined. The structure of the designed system has been developed. The main functions of the system are highlighted. Use-case diagrams for the main functions of the system are constructed.*

### **Общая постановка проблемы**

В современном мире существует множество вариантов хранения денег начиная от наличных сбережений и заканчивая электронными кошельками. Сбережения одного человека могут храниться сразу в нескольких местах и, со временем, их учет становится все более сложным занятием. Разработка автоматизированной системы учета финансовых средств потребителя позволит рядовому пользователю легко и быстро заносить всю необходимую информацию для дальнейшего ее просмотра, редактирования, а также составления отчетной документации.

Разрабатываемая система базируется на анализе изображений чеков. Основные этапы, ключевые особенности и проблемы анализа изображений чеков были рассмотрены в статье [1].

Архитектура автоматизированной системы должна учитывать необходимость ее гибкого масштабирования, что позволит сократить время выполнения анализа при большом количестве пользователей и непредвиденных нагрузках.

Для удобного доступа пользователя к системе в любое время необходимо разработать мобильное или веб-приложение. Таким образом, все финансы пользователя постоянно будут у него «под рукой».

### **Определение функций системы**

Среди основных функций исследуемой системы можно выделить:

- ведение информации о счетах;
- ведение информации о расходах и доходах на счету;
- планирование расходов/доходов на определенный период;
- добавление и анализ изображений чека для анализа;
- ведение списка категорий расходов и доходов;
- формирование отчета за период.

Для отображения функций будут использованы диаграммы вариантов использования. Диаграмма вариантов использования [2] (сценариев поведения, прецедентов) является исходным концептуальным представлением системы в процессе ее проектирования и разработки. Данная диаграмма состоит из актеров, вариантов использования и отношений между ними. При построении диаграммы могут использоваться также общие элементы нотации: примечания и механизмы расширения. Суть данной диаграммы состоит в следующем: каждый вариант использования определяет некоторый набор действий, совершаемых системой при взаимодействии с актером. При этом в модели никак не отражается то, каким образом будет реализован этот набор действий.

Система с ее главными функциями отображена на рис. 1.

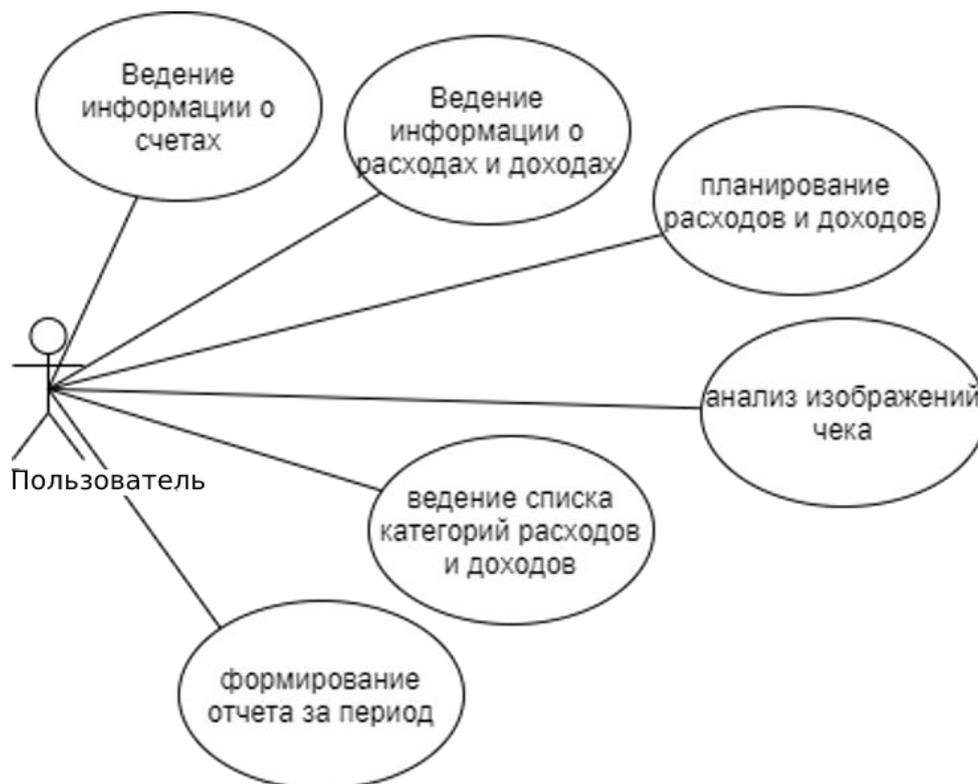


Рисунок 1 — Диаграмма вариантов использования автоматизированной системы учета финансов потребителя на основе анализа изображений

Рассмотрим подробнее функцию «Добавление и анализ изображений чека». Функция отвечает за загрузку пользователем изображений для анализа.

Начинается анализ изображения чека с загрузки изображения. У пользователя есть несколько вариантов загрузки:

- загрузить готовое изображение с памяти устройства;
- сделать фото с дальнейшей загрузкой.

В случае, когда изображение чека не помещается в один кадр, либо объект на изображении выходит за границы кадра, у пользователя есть возможность загрузки дополнительных изображений идентичными способами, результаты которых, в дальнейшем, будут использованы в одном анализе с результатом основного изображения.

После успешной загрузки изображения начинается его анализ. Анализ включает в себя такие функции, как:

- определение стоимости продукции. В данной функции для каждого из продуктов будет выделена его стоимость за одну единицу;

- определение количества продуктов. Функция отвечает за выделение количества приобретенных товаров по одной позиции;
- определение имени продукта. Имя продукта будет выделено по определенной товарной позиции на чеке. Многие чеки сокращают товарные имена продуктов, поэтому, в дальнейшем, будет необходимость дополнительного анализа имени на основе каких-либо существующих API, либо собственной базы данных наименований и расшифровок к ним;
- определение категории продукта. Категория продукта будет определена на основе его имени. На данный момент существуют специализированные API, которые позволяют произвести данную операцию. Разработка автоматизированной системы позволит производить определение категории, основываясь на собственной базе данных товаров.

При завершении определения всех необходимых параметров будет выполнена функция «Формирование окончательной записи». При выполнении функции все товарные позиции будут сгруппированы по имени, после чего будет сформирован окончательный список приобретенных товаров.

Пользователю будет предоставлена возможность корректировки окончательного списка, т. к. при анализе могла произойти ошибка по различным причинам. При подтверждении пользователем валидных данных запись будет сохранена. После этого данный анализ чека можно будет увидеть в общем списке, а информация, полученная при анализе, может быть использована для формирования отчетов.

Диаграмма использования функции показана на рис. 2.

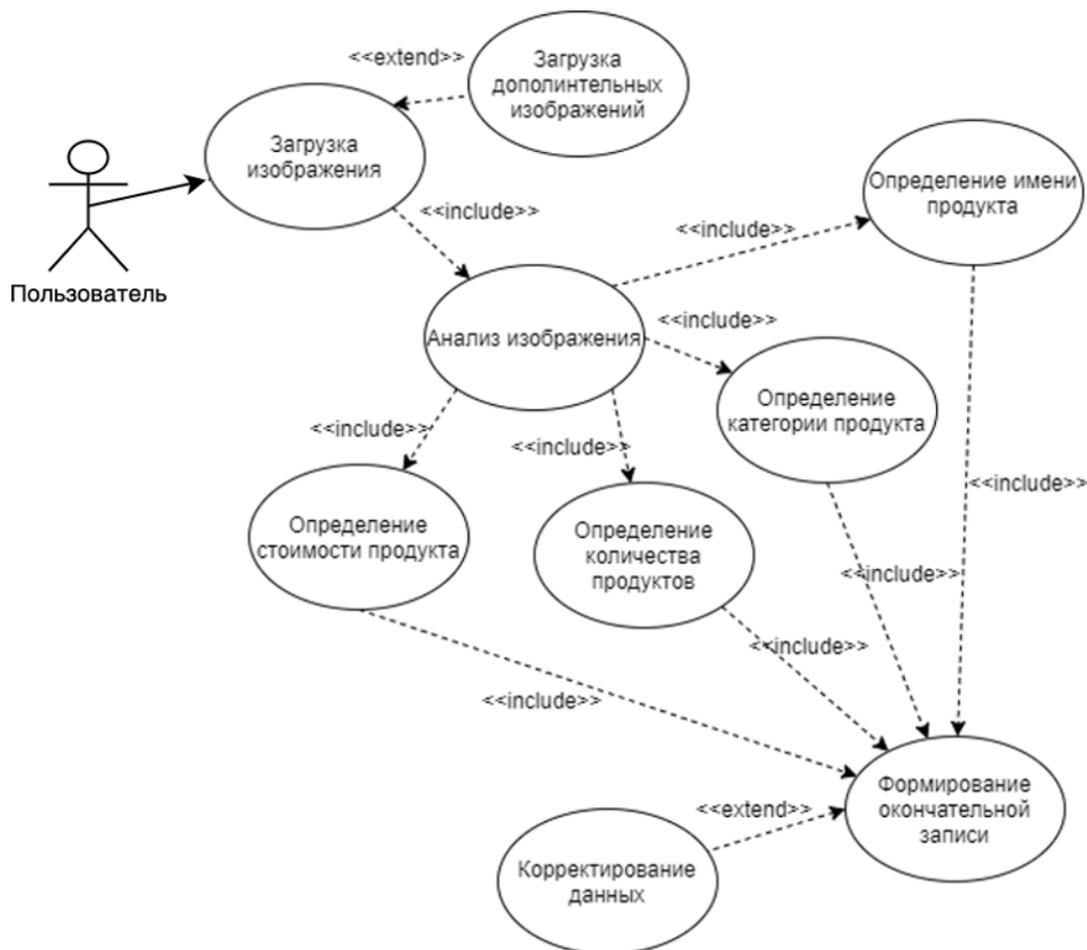


Рисунок 2 — Диаграмма вариантов использования функции «Добавление и анализ изображений чека»

### **Разработка автоматизированной компьютерной системы**

Для реализации данной системы будет необходимо:

- разработать сервис для учета финансов пользователя;
- разработать сервис анализа и обработки изображений;

— разработать клиентскую часть веб-приложения для взаимодействия с пользователем;

Серверная часть веб-приложения состоит из 3 сервисов: учета финансов пользователя, анализа изображений, обработки изображений.

Для разработки сервисов учета финансов и анализа изображений выбран фреймворк Spring Boot, который используется для создания веб-приложений на языке высокого уровня Java.

Для разработки сервиса обработки изображений стоял выбор между C++ и Python.

При использовании C++ в машинном обучении, можно ожидать впечатляющей производительности. C++ сложнее и имеет больше подводных камней по сравнению с Python, а написание кода и отладка в C++ требуют больше усилий и времени. В тоже время C++ может работать намного быстрее, чем Python, но в последнем даже сложные алгоритмы машинного обучения могут быть протестированы и отлажены легко и быстро. Кроме того, поскольку Python широко используется в машинном обучении, многие готовые модели машинного обучения могут быть использованы повторно или переработаны. В конечном итоге был выбран язык Python из-за удобной и простой работы с большим количеством фреймворков для машинного и глубокого обучения.

Основным фреймворком для разработки был выбран TensorFlow — это комплексная платформа с открытым исходным кодом для машинного обучения. Также будет использован Keras — API глубокого обучения, написанный на Python и работающий поверх фреймворка TensorFlow. В качестве архитектуры нейронной сети будет использована SSD (Single-Shot Detector), которая является одним из подходов стандартного глубокого обучения.

При выборе баз данных основной проблемой является выбор из реляционных и нереляционных баз.

Реляционная база данных – это набор данных с предопределенными связями между ними. Эти данные организованы в виде набора таблиц, состоящих из столбцов и строк. В таблицах хранится информация об объектах, представленных в базе данных. В каждом столбце таблицы хранится определенный тип данных, в каждой ячейке – значение атрибута. Каждая строка таблицы представляет собой набор связанных значений, относящихся к одному объекту или сущности.

Нереляционные базы данных (NoSQL [3]) устроены иначе. Например, документо-ориентированные базы хранят информацию в виде иерархических структур данных. Речь может идти об объектах с произвольным набором атрибутов. То, что в реляционной базе данных будет разбито на несколько взаимосвязанных таблиц, в нереляционной может храниться в виде целостной сущности.

Для разработки выбрана нереляционная база данных MongoDB из-за ее скорости чтения данных, а также возможности хранения данных без установления четких отношений между сущностями.

Для разработки мобильного приложения был выбран Flutter — бесплатный и открытый набор средств разработки мобильного пользовательского интерфейса, созданный компанией Google и выпущенный в мае 2017 года. Проще говоря, с помощью Flutter возможно создать собственное мобильное приложение с одним массивом кода. Это означает, что для создания двух приложений (IOS и Android) можно использовать единый язык программирования и одну базу кода [4].

Архитектура системы отображена на рис. 3.

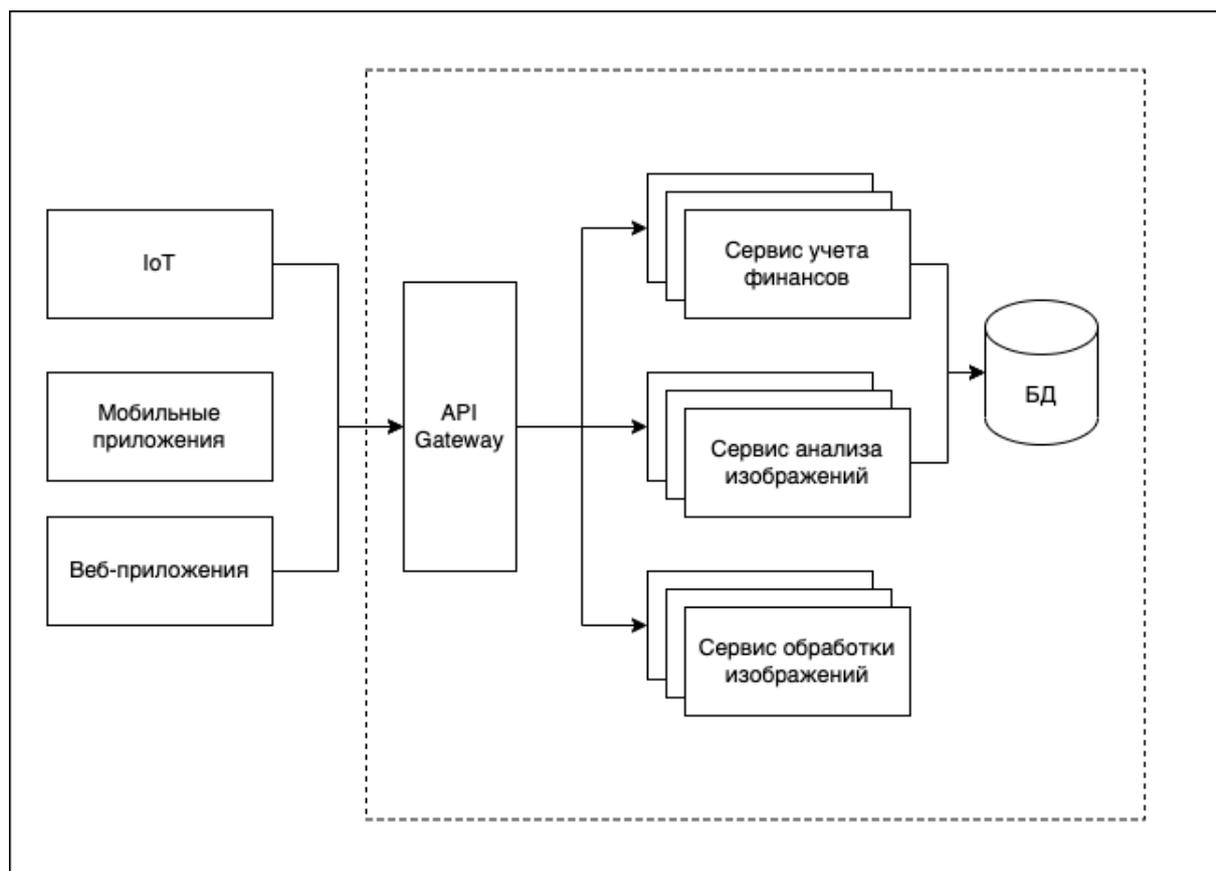


Рисунок 3 — Архитектура автоматизированной системы

Разработанная архитектура позволит обеспечить простоту масштабирования системы и удобный доступ для пользователя при помощи любого интернет-устройства.

### Выводы

Исходя из выделенных проблем системы анализа изображений чеков была разработана схема структуры автоматизированной системы. При анализе проблем системы были выделены основные функции системы. Для каждой функции была определена входная и выходная информация, а также разработана диаграмма вариантов использования. Разработанная система является легко масштабируемой и доступна с любого устройства, обладающего доступом в интернет.

### Литература

1. Ломакин Е.С. Анализ изображений чеков для учета финансовых средств потребителя [Текст] / Ломакин Е.С., Мартыненко Т.В., Шевченко В.И. // ИУСМКМ-2021: материалы XII Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование» / Донецкий нац. техн. ун-т; сост.: А. И. Воронова, Т. А. Васяева; под ред. Р. В. Мальчевой. – Донецк: ДОННТУ, 2021. – 149 с.
2. Диаграммы вариантов использования // oxozle.com: интернет-портал – URL: <https://oxozle.com/2015/03/29/metody-raspoznaniya-obrazov-chast-1/>
3. NoSQL базы данных: понимаем суть // habr.com: интернет-портал – URL: <https://habr.com/ru/post/152477/>
4. Что такое Flutter // habr.com: интернет-портал – URL: <https://habr.com/ru/post/481326/>

УДК 004.5

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «КУЛИНАРНАЯ КНИГА»

**Близниченко Н.Э., Боднар А.В.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университета» (г. Донецк)

кафедра Программной инженерии

E-mail: [nata.bliznichenko@bk.ru](mailto:nata.bliznichenko@bk.ru)

### **Аннотация:**

*Близниченко Н.Э., Боднар А.В. Теоретический анализ подходов к разработке автоматизированной информационной системы «Кулинарная книга». Рассмотрена актуальность разработки электронной кулинарной книги. Проводится сравнительная характеристика существующего программного обеспечения.*

### **Annotation:**

*Bliznichenko N.E., Bodnar A.V. Theoretical analysis of approaches to the development of an automated information system "Cookbook". The relevance of the development of an electronic cookbook is considered. A comparative characteristic of the existing software is carried out.*

### **Постановка проблемы**

В современном мире информационных технологий, когда печатные издания отходят на второй план, использование автоматизированной системы позволяет сократить затраты времени на поиск необходимой информации.

Общество все больше придерживается принципов здорового образа жизни и правильного питания, а в связи с этим возрастает спрос на приложения и автоматизированные системы способные заменить экспертов, помочь в выборе правильных моделей.

Целью статьи является теоретический анализ подходов к разработке автоматизированной системы, включающей в себя всю информацию о блюдах, расчет их стоимости и времени приготовления, а также создание базы данных, в которой будут находиться всевозможные рецепты. Эта система необходима для облегчения поиска необходимого блюда по имеющимся у пользователя ингредиентам.

### **Назначение системы и задачи автоматизации**

С развитием Интернета в сети появилась масса информации о разнообразных блюдах. Также можно найти множество советов как питаться, чем нужно ограничиться и рецептов приготовления различных диетических блюд для спортивного питания.

Помимо этого, от готового программного продукта будут требоваться: удобная система навигации по объектам, а также исключение необходимости знаний пользователем языков программирования и внутреннего устройства программы для работы с ней.

Можно выделить следующие задачи разработки приложения:

1. Реализовать удобно настраиваемые фильтры для поиска.
2. Предоставить функции просмотра полной информации о блюде.
3. Максимально упростить интерфейс программы для увеличения скорости и качества работы.

4. Реализовать функционал для сохранения, добавления и удаления блюд.

Основными задачами архитектуры программного обеспечения являются:

1. Уменьшение объема занимаемой памяти.

2. Улучшение операционной деятельности.
3. Повышение производительности приложения.
4. Увеличение надежности создаваемой программной системы.

### **Анализ существующих автоматизированных информационных систем**

В настоящее время, на рынке информационных предложений представлен большой выбор готовых систем, где пользователи могут делиться рецептами. Рассмотрим несколько известных ИТ-решений «Кулинарных книг».

Поварёнок.РУ [1]– система, где зарегистрировавшись, можно:

- добавлять свои рецепты;
- участвовать в конкурсах;
- сохранять понравившиеся рецепты в свою "Кулинарную книгу";
- задавать вопросы по приготовлению авторам рецептов;
- общаться с другими пользователями на форуме.

Это платформа, пользуется успехом у СНГ пользователей. Сама система представляет из себя сайт, где пользователи, которые не зарегистрированы могут просматривать чужие рецепты.

Ещё одна система, которая достойна внимания – это Кулинарные рецепты на сайте [koolinar.ru](http://koolinar.ru) [2].

Кулинарные рецепты на сайте [koolinar.ru](http://koolinar.ru) – также является интернет-сайтом по приготовлению кулинарных блюд. На сайте собраны самые разнообразные рецепты блюд. Благодаря пошаговым инструкциям, фото и видео, каждый сможет повторить их на своей кухне.

[Koolinar.ru](http://koolinar.ru) - это не только энциклопедия простых и сложных, рецептов, но и социальная сеть, на площадке которой кулинары общаются, делятся опытом и дают полезные советы.

Вследствие проведения сравнительного анализа рассматриваемых систем, было выявлено, что нет системы, которая бы всецело отвечала требованиям автоматизации библиотеки.

### **Особенности, разрабатываемой АИС «Кулинарная книга»**

Основные достоинства, предлагаемой АИС «Кулинарная книга» заключаются в следующем:

1. Система будет поддерживать работу 24/7 без перебоев.
2. Система будет оснащена простым и понятным для пользователя интерфейсом.
3. В системе будет предусмотрено наличие справки и подсказок по основным разделам системы.
4. Система будет иметь возможность сообщать об ошибках или критической ситуации.
5. В системе будут использованы новейшие программные решения, которые не будут требовать слишком много энергоресурсов и будут обеспечивать высокую производительность.
6. Система будет предоставлять актуальную информацию.
7. Система будет предоставлять возможность просмотра полной информации о блюде.
8. Система будет иметь функционал по редактированию добавленного рецепта.
9. Система будет иметь функционал по поиску по ключевому слову.
10. Система будет предоставлять перечень рецептов.
11. Система будет поддерживать функции добавления новых рецептов.
12. Система будет использовать современные СУБД.

### **Интерфейс АИС «Кулинарная книга»**

Структура интерфейса интуитивно понятна абсолютному большинству пользователей, т.к. руководство к использованию и выбору функций содержится в самом интерфейсе [3]. Структура представлена на рисунке 1.

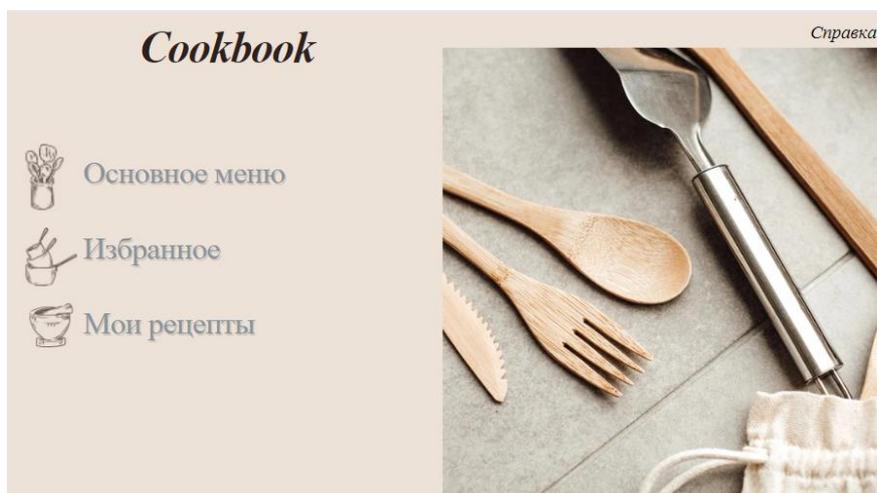


Рисунок 1 – Структура пользовательского интерфейса

### Вывод

Внедрение автоматизированных информационных систем во всевозможных областях работы, способствует повышению производительности работы, наращиванию пропускной возможности систем, снижению ошибочных действий. Автоматизированная система «Кулинарная книга» позволяет осуществлять все операции, связанные с хранением, обработкой, поиском и предоставлением необходимой информации о рецептах.

### Литература

1. «Поваренок.ру» [Электронный ресурс]: URL: <https://www.povarenok.ru>.
2. «Кулинар» [Электронный ресурс]: URL: <https://www.koolinar.ru>.
3. Сапожников, А. Н. Автоматизированные системы управления производством и обслуживанием в индустрии питания : учебное пособие для бакалавров / А. Н. Сапожников, О. В. Рогова, Л. Н. Рождественская. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 110 с. — ISBN 978-5-4497-1583-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/119063.html> (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
4. Тимофеев, А. В. Проектирование и разработка информационных систем : учебное пособие для СПО / А. В. Тимофеев, З. Ф. Камальдинова, Н. С. Агафонова. — Саратов : Профобразование, 2022. — 91 с. — ISBN 978-5-4488-1416-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116285.html> (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Логанов, С. В. Объектно-ориентированные принципы разработки информационных систем : учебное пособие / С. В. Логанов, С. Л. Моругин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 217 с. — ISBN 978-5-4497-1576-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118880.html> (дата обращения: 19.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

УДК 004.655, 371.3

## УПРАВЛЕНИЕ XML-ДАННЫМИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Жданович П.Б.<sup>1</sup>, Тарасенко И.О.<sup>2</sup>  
ВолгГМУ, ЦИТ<sup>1</sup>, ВолГУ, ИМиИТ<sup>2</sup>  
pavel@12winds.ru<sup>1</sup>, irina.tarasenko1208@mail.ru<sup>2</sup>

### **Аннотация:**

**Жданович П.Б., Тарасенко И.О. Управление XML-данными в автоматизированных системах педагогического тестирования.** В данной работе мы создали рабочий прототип 3-звенной автоматизированной системы тестирования знаний, основанной на обработке XML-данных. В ней применяется технология XForms, которая позволяет использовать готовое офисное программное обеспечение вместо разработки проприетарных frontend-приложений. Основная вычислительная нагрузка переносится на СУБД, где выполняются запросы SQL/XML и XQuery. Выбранный нами подход обеспечивает легкую масштабируемость и доступность системы, а также упрощает унификацию подобных систем.

### **Annotation:**

**Zhdanovich P.B., Tarasenko I.O. XML data management in automated systems of pedagogical testing.** In this article we created the working prototype of a 3-tier computer system for knowledge assessment testing that relies on manipulation of XML data. It utilizes XForms technology which allows to use the general-purpose office tools instead of developing a proprietary front-end application. The main calculations are coded in SQL/XML and XQuery statements to be performed by DBMS. This approach provides easy scalability and availability. It also simplifies potential unification of other similar systems.

### **Компьютерное тестирование знаний**

Компьютерное тестирование зарекомендовало себя как эффективная форма контроля знаний[1]. Однако технологии, на которых оно основано, как правило являются проприетарными или входят в состав сложных программных комплексов, развертывание и внедрение которых является весьма трудоемкой задачей. Пандемия коронавируса COVID-19 показала отсутствие технологической основы для проведения массового компьютерного тестирования в силу отсутствия открытых, доступных, простых во внедрении и эффективных средств для его реализации. В данной работе делается попытка восполнить этот пробел.

Тестирование активно применяется в образовательной и профессиональной сферах. Мы имеем возможность наблюдать за развитием и совершенствованием систем, имеющих под собой самую различную технологическую основу и предлагающих решение самыми разнообразными способами. Некоторые из них доступны в виде облачных сервисов, (напр., ФЭПО), другие разворачиваются внутри информационной системы образовательной организации (Moodle и др.) или доступны как в виде сервисов, так и в виде коробочного ПО (Indigo и т. п.). Это разнообразие свидетельствует о том, что универсального технологического решения пока не найдено, и необходимо продолжать разработки в этом направлении.

Целью настоящей работы является:

1. создание на основе стандартов XML и языка XQuery протокола представления и обработки данных в области компьютерного тестирования знаний,

2. создание минимального (по функционалу) программного комплекса тестирования знаний, реализующего данный протокол, на основе свободного или бесплатно доступного программного обеспечения.

В данной работе рассматриваются тесты закрытого типа. Каждое тестовое задание состоит из вопроса и нескольких возможных ответов на него. Задача респондента заключается в выборе всех правильных ответов. Компьютерное тестирование знаний предполагает наличие базы данных, в которой выделяются следующие сущности:

1. респонденты (те, кто проходит тесты),
2. тестовые задания,
3. компьютерные тесты (наборы тестовых заданий, которые предъявляются респонденту),
4. ответы респондента и другая информация о проведенном тестировании,
5. результаты теста, полученные в процессе обработки ответов.

Процесс компьютерного тестирования включает в себя следующие этапы:

1. подготовка тестовых заданий,
2. формирование тестов,
3. назначение тестов респондентам,
4. прохождение теста,
5. запись ответов в БД,
6. анализ ответов,
7. предоставление результатов респонденту.

### **XML-модель данных и ее приложения**

Язык XML[2], лежащий в основе соответствующей модели данных, является универсальным способом представления данных в любой предметной области.

Практически все ведущие реляционные СУБД являются гибридными, позволяя хранить и индексировать XML данные, а также естественным образом переходить от XML-представления данных к реляционному и обратно (SQL/XML). Они же позволяют обрабатывать XML-данные, не переводя их в реляционный вид. Для этого используется язык XQuery, первый международный стандарт которого появился еще в 2007 году.

С языком XML связан целый ряд других технологий и языков, включая XPath и XSLT. Особое место занимает технология XForms, речь о которой пойдет далее.

Отметим, что в настоящее время аналогичный путь проходит JSON, однако, по нашему мнению, технологии, основанные на XML, пока остаются более развитыми.

Обычной практикой является создание системы компьютерного тестирования в соответствии с классической трехзвенной архитектурой. В ней различают СУБД (слой данных), сервер приложений (средний слой) и клиентское приложение (слой клиента).

Системы существенно отличаются друг от друга, прежде всего, структурой своих баз данных. Однако, если СУБД поддерживает совместное использование табличных и XML-данных, то эти различия можно преодолеть, преобразуя хранимые данные в XML-документы определенной схемы перед их отправкой клиенту. После получения XML-данных от клиента происходит обратное преобразование.

В системах тестирования зачастую удастся перенести всю обработку данных на СУБД, и тогда, при использовании XML как универсального формата представления данных, роль сервера приложений сводится к брокеру, который:

1. получает от клиента идентификатор запроса с набором параметров выполнения,
2. находит в БД нужный запрос (SQL/XML, XQuery),
3. выполняет запрос к той же БД с параметрами, полученными от клиента,
4. пересылает XML-данные клиенту,

5. получает от клиента XML-данные,
6. находит в БД запрос, который необходимо выполнить для этих данных,
7. выполняет запрос к БД, передавая XML-документ в качестве параметра.

Нетрудно видеть, что приведенный функционал не ограничивается предметной областью компьютерного тестирования и превращает сервер приложений в универсальный инструмент обмена XML-данными между различными клиентами и СУБД. Отметим, что близкий функционал был реализован специалистами IBM в Universal Services for PureXML для СУБД IBM DB2[3].

XML-документы с тестовыми заданиями, созданные СУБД, пересылаются клиентскому приложению, которое производит их визуализацию, предоставляет респонденту пользовательский интерфейс, построенный таким образом, что пользователь, выбирая правильные ответы, изменяет исходный XML-документ, который по окончании тестирования отправляется серверному приложению, а оттуда — в базу данных, где происходит обработка результатов. Ответ на тест закрытого типа может быть обработан средствами языков запросов SQL/XML и XQuery, одним запросом или при помощи хранимой процедуры. В результате появляется еще один XML-документ с результатами обработки, который записывается в БД и часть которого может быть отправлена клиентскому приложению для показа пользователю.

### **XForms**

Принимая решение относительно клиентского приложения, необходимо сделать выбор между разработкой собственного программного продукта и использованием имеющихся. Для работы с данными, представленными в виде документов XML, консорциумом W3C в 2012 году была разработана технология XForms 2.0, позволяющая создавать интерактивные приложения, главным образом Web-формы, в которых элементы пользовательского интерфейса связаны с частями того или иного XML-документа (в общем случае — со значением некоторого XPath-выражения). Таким образом, интерфейс пользователя и его взаимодействие с данными на клиенте можно определять декларативно. Эта технология получила в недавнем прошлом мощную поддержку как со стороны крупнейших проектов по разработке свободного программного обеспечения (Mozilla, Apache Group), так и у ведущих софтверных компаний (напр., IBM). Плагин XForms был разработан для веб-браузера Mozilla Firefox. В OpenOffice и LibreOffice появилась возможность создавать документы XForms как особую разновидность текстовых документов. Компания IBM также активно занималась продвижением этой технологии.

Впоследствии консорциум W3C перестал рассматривать XForms как приоритетную, сделав акцент на продвижение Web-форм HTML5. Это обстоятельство, а также массовый переход разработчиков к формату JSON как более понятному и менее требовательному к ресурсам, привели в конечном итоге к замораживанию развития технологий, основанных на XML. Плагин XForms был со временем убран из Firefox; функционал XForms в OpenOffice и LibreOffice не развивается, возникшие в новых версиях ошибки не исправляются.

Тем не менее, приходится признать, что технологии, основанные на JSON и на HTML-forms в настоящее время не могут полностью заменить XForms. Использование документов XForms в LibreOffice/OpenOffice в задаче компьютерного тестирования открывает возможность проводить оффлайн-тестирование, при котором в момент прохождения теста респондент не имеет прямого подключения к сети Интернет. Открыв документ, он может ответить на вопросы теста, сохранить документ, а позже отправить его на сервер для обработки. Такая форма является хорошей альтернативой бланковому тестированию. В настоящее время полный функционал XForms доступен лишь в LibreOffice3.3 и OpenOffice3.3.

В последних на текущий момент версиях этих издательских систем отсутствует возможность обновлять документ после его отправки на сервер.

XForms продолжает поддерживаться компанией Orbeon. Остается возможность создавать приложения XForms, используя открытое программное обеспечение OpenLaszlo.

### **Архитектура системы**

В нашей работе первым этапом являлось построение рабочего прототипа системы компьютерного педагогического тестирования. Мы использовали СУБД IBM DB2 for Linux, Unix and Windows v.11.5. Это бесплатная полнофункциональная версия, имеющая ограничение в 4 процессорных ядра, 16 ГБ оперативной памяти и в 100 ГБ в качестве размера БД.

Корпорация IBM реализовала в DB2 технологию PureXML, которая позволяет хранить XML-документы в столбцах таблиц как значения отдельного типа данных. Поддерживаются XML-схемы, индексы относительно значений Xpath-выражений и др.

Промежуточный слой системы реализован в виде Java-сервлета под управлением открытого сервера приложений WindFly. Сервлет предоставляет Restful web service на основе RestEasy.

В качестве клиентского приложения используется LibreOffice Writer.

### **Результаты первого этапа**

Первый этап работы завершен со следующими результатами.

1. Построена 3-звенная система автоматизированного тестирования знаний заданиями закрытого типа, без иллюстраций.
2. Все компоненты системы являются свободными или бесплатно распространяемыми.
3. Создана структура БД для обработки тестовых заданий, тестов и результатов тестирования.
4. Написаны запросы SQL/XML и XQuery для формирования тестов и обработки ответов респондентов в режиме online.
5. Выбор программного обеспечения и архитектуры системы позволяет при необходимости модифицировать структуру БД, запросы к БД и документы XForms, не внося изменений в серверное приложение.
6. Для изменения документов XForms достаточно обладать навыками квалифицированного пользователя OpenOffice/LibreOffice.

Полученные результаты открывают возможности для более широкого использования автоматизированного тестирования как формы контроля знаний.

### **Литература**

1. Бормотова Е.Е., Жданович П.Б., Жданович С.Ф., Лецко В.А., Шагин А.А. Использование Web Services и корпоративных информационных технологий при построении автоматизированной системы педагогического тестирования / Тез. докладов XII конференции представителей региональных научно-образовательных сетей "RELARN-2005", Нижний Новгород, 2005, с.240-242.
2. Холзнер, С. XML. Энциклопедия, 2-е изд. / С.Холзнер. —СПб.: Питер, 2004. — 1101 с.
3. Malaika, S., Wells, K. (2009). Universal XForms for Dynamic XQuery Generation. In: Bellahsene, Z., Hunt, E., Rys, M., Unland, R. (eds) Database and XML Technologies. XSym 2009. Lecture Notes in Computer Science, vol 5679. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-03555-5\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03555-5_13)

УДК 004.942+519.816

## ЭКСТРАПОЛЯЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАКУПОЧНЫХ ЦЕН ЛЕКАРСТВ В УСЛОВИЯХ АПТЕЧНОЙ СЕТИ

Андриевская А.В., Светличная В.А.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: [anutka.andr@gmail.com](mailto:anutka.andr@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Андриевская А.В., Светличная В.А. Экстраполяционные методы прогнозирования закупочных цен лекарств в условиях аптечной сети. Одной из постоянных задач менеджера по закупкам является проведение ежедневного анализа закупочных цен поставщика. При решении задачи определения базовой эффективной цены, наиболее подходящей в данный момент для закупки, возникает необходимость прогнозирования данных по историческому массиву цен из прайс-листов. Были проанализированы подходы к прогнозированию и приведено описание методов скользящей средней и экспоненциального сглаживания. Был выполнен краткосрочный прогноз методами экспоненциального сглаживания и методом скользящего среднего и анализ полученных результатов. Проведенные эксперименты показали высокую точность прогнозирования.*

### **Annotation:**

*Andrievskaya A.V., Svetlichnaya V.A. Extrapolation methods of forecasting purchase prices of medicines in a pharmacy network. One of the permanent tasks of the purchasing manager is to conduct a daily analysis of the supplier's purchase prices. When solving the problem of determining the base effective price that is most suitable at the moment for purchase, it becomes necessary to predict data on the historical array of prices from price lists. Approaches to forecasting were analyzed and a description of the moving average and exponential smoothing methods was provided. A short-term forecast was performed using exponential smoothing methods and a moving average method and an analysis of the results obtained. The experiments carried out have shown a high forecasting accuracy.*

### **Общая постановка проблемы**

В последнее время чрезвычайно ускорились темпы внедрения последних научных разработок из области информационных технологий во все сферы социально-экономической жизни общества, в том числе и в сферу бизнеса. Наиболее передовыми в отношении использования современных ИТ являются торговые структуры, в том числе и аптечные холдинги, для которых внедрение аналитических информационных систем влечет за собой сильное конкурентное превосходство на различных рынках. Наша страна значительно отстает от мировых трендов процесса автоматизации закупочной деятельности из-за сложившейся особенности закупок как бизнес-функции, а также недостаточно развитой самой логистики закупок.

Одной из основных коммерческих функций любого предприятия, в том числе и аптечной сети, является закупка товаров для их последующей реализации. В случае, если система закупочной деятельности работает только в виде интерфейса, предназначенного для приема предложения поставщиков, без осуществления оценки предложений, можно сделать вывод, что данная система не является автоматизированной. Основной частью автоматизации работы закупщика является автоматическая, интегральная или комплексная оценка предложений поставщиков.

Учитывая описанное выше, можно сделать вывод, что подбор автоматизированного закупочного решения представляет собой сложное управленческое решение. Одними из популярных рыночных решений программного обеспечения для аптечных сетей являются: «Аналит-аптека» («Аналит»), СПО «еФарма», «ФармаНет» («Фарманет»). Также, с минимальными доработками используются «1С: Предприятие» или «Галактика». Однако ни одно из выше описанных решений не обеспечивает требуемую функциональность в полной мере, следовательно, становится необходимой разработка собственной подсистемы анализа закупочной деятельности аптеки и применение целого ряда различных ИТ для решения ее задач.

На предприятии в текущий момент в качестве средства автоматизации используется доработанная программа «Галактика», с ее помощью мы можем вести предметно-количественный и посерийный учет товаров по партиям.

Так как задачи ведения классификаторов и все задачи по учету товаров уже решены, мы можем воспользоваться уже готовыми базами данных для анализа закупочных цен. Для эффективной организации работы предприятия необходимо позаботиться о правильной прогнозной оценке потребностей в реализуемом товаре [1]. На основании составленных прогнозов определяются требуемые объемы закупок. Одной из постоянных задач менеджера по закупкам является проведение рутинного ежедневного анализа закупочных цен поставщика.

Для решения этих задач работа по оптовым закупкам товаров должна включать в себя следующие функции:

1. Импорт данных из справочников и рабочих таблиц «Галактики», необходимых при решении аналитических задач подсистемы.
2. Импорт прайсов цен из файлов формата Excel(\*.xls) и формирование своей собственной базы цен.
3. Подготовка данных к анализу, которая включает такие процедуры, как заполнение разреженных промежутков данными на основе методов интерполирования и экстраполирования, а также отбрасывание нетипичных пиковых значений, сильно искажающих среднестатистические тенденции.
4. Краткосрочное прогнозирование средней закупочной цены
5. Среднесрочное прогнозирование средней закупочной цены

При решении же задачи подготовки данных к анализу и при определении базовой эффективной цены, наиболее подходящей в данный момент для закупки, возникает необходимость прогнозирования данных по историческому, т.е. накопленному массиву цен из прайс-листов [2].

#### **Основные методы и технологии**

Прогнозные модели можно разделить на несколько групп. Первая группа – модели на базе теории игр (модели равновесия по Нэшу, модель Курно, модель Бертрана и др.). Вторая группа – имитационные или фундаментальные модели. Данные модели мало используются для краткосрочного прогнозирования, так как они требуют значительный объем исходных данных. Третья группа – основа лежит в анализе временных рядов, который использует совокупность математико-статистических методов, которые предназначены для определения структуры временных рядов, изучения исторической динамики рассматриваемых показателей и экстраполяции их на перспективу. Эта группа прогнозных моделей разделяется на подгруппы: модели искусственного интеллекта и традиционные статистические модели. Модели, основанные на нейронных сетях, являются представителями моделей искусственного интеллекта. Их использование дает возможность ассоциировать рассматриваемый показатель (цена на лекарственное средство) с совокупностью разного рода факторов (не только исторических значений) и экстраполировать значение показателя на перспективу.

В данной группе прогнозных моделей выделяют две подгруппы: традиционные статистические модели и модели искусственного интеллекта [3,4,5].

Представителями моделей искусственного интеллекта являются прогнозные модели на основе нейронных сетей. Использование данных моделей позволяет ассоциировать исследуемый показатель (цена на лекарственное средство) с набором различных факторов (не только исторических значений) и экстраполировать его значение на перспективу [6].

Выбрать подходящий математический аппарат необходимо еще на этапе проектирования системы, чтобы выбранные модели, реализованные затем на алгоритмическом и программном уровне, смогли обеспечить необходимую точность прогноза. В этой статье остановимся на прогнозировании временных рядов по типу традиционного статического подхода, в котором накопленных данных достаточно для прогнозирования показателей.

С помощью табличного процессора Microsoft Excel можно построить целый ряд различных моделей, с легкостью на практике применять различные методы и помочь в решении выбора подходящей модели для реализации проектируемой подсистемы.

### **Прогнозирование на основе экстраполяционных методов**

Экстраполяция – это метод научного исследования, основанный на передаче прошлых и настоящих закономерностей, тенденций, связей на дальнейшее развитие объекта прогнозирования. Методами экстраполяции являются: метод скользящей средней, метод наименьших квадратов, метод экспоненциального сглаживания.

Метод экспоненциального сглаживания является более эффективным при использовании в среднесрочных прогнозах:

$$U_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)U_t, \quad (1)$$

где  $t$  – период, предшествующий прогнозному;  $t+1$  – прогнозный период;  $U_{t+1}$  – прогнозируемый показатель;  $\alpha$  - параметр сглаживания;  $Y_t$  - фактическое значение исследуемого показателя за период, предшествующий прогнозному;  $U_t$  - экспоненциально взвешенная средняя для периода, предшествующего прогнозному.

Оптимальная величина параметра сглаживания определяется по формуле:

$$\alpha = 2/n + 1, \quad (2)$$

где  $n$  – число наблюдений, входящих в интервал сглаживания.

Для выбора  $U_0$  (экспоненциально взвешенного среднего начального) в качестве  $U_0$  используют исходное первое значение базы прогноза.

Метод скользящей средней представляет собой значительно известный метод сглаживания временных рядов. Этот метод применяется при краткосрочном прогнозировании:

$$y_{t+1} = m_{t-1} + 1/n(y_t - y_{t-1}), \quad (3)$$

где  $t + 1$  – прогнозный период;  $t$  – период, предшествующий прогнозному периоду (год, месяц и т.д.);  $y_{t+1}$  – прогнозируемый показатель;  $m_{t-1}$  – скользящая средняя за два периода до прогнозного;  $n=3$  – число уровней, входящих в интервал сглаживания;  $y_t$  – фактическое значение исследуемого явления за предшествующий период;  $y_{t-1}$  – фактическое значение исследуемого явления за два периода, предшествующих прогнозному.

Для проверки точности прогнозных оценок необходимо разделить временной ряд на два набора данных: один для тренировки модели и другой – для валидации. При проверке модели предсказанные значения сравниваются с фактическими значениями и определяется величина ошибки.

Поскольку данные не относятся к нулевым величинам, будем использовать количественный метод определения ошибки МАРЕ. Данным методом рассчитывается среднее абсолютное отклонение от прогноза в процентах [7]:

$$MAPE = 1/N * \sum_{t=1}^N \frac{|Z(t) - Z^{\wedge}(t)|}{Z(t)} * 100\%, \quad (4)$$

где  $Z(t)$ - фактические данные ряда;  $Z^{\wedge}(t)$ - спрогнозированные данные ряда;  $N$ - количество элементов ряда.

### Исследования

В качестве исходных данных для исследований использовались данные прайс-листов аптеки, содержащие информацию за период с 14.08.18 по 19.12.18 (пять месяцев года).

В первую очередь были заполнены усредненными значениями отсутствовавшие данные по выходным и праздникам. Для выполнения задачи заполнения промежутков была использована стандартная функция ПРЕДСКАЗ, которая использовала для интерполяции данных пропущенного дня недельный период. Возможно было обойтись вычислением обычного среднего между прежним и следующим значением ряда.

Затем был выполнен краткосрочный прогноз методами экспоненциального сглаживания и скользящего среднего. Прогнозирование временного ряда закупочной цены методом экспоненциального сглаживания на два дня вперед проводилось на интервале с 14.08.2018 до 18.12.2018 (общее количество отсчетов  $N = 128$ ). Для этого прогноза значение  $MAPE = 0,064\%$ . График прогноза временного ряда закупочной цены методом экспоненциального сглаживания на два дня вперед приведен на рисунке 1.



Рис. 1 – Двухдневный прогноз методом экспоненциального сглаживания

Для прогнозирования временного ряда закупочной цены методом скользящего среднего на два дня вперед значение  $MAPE$  составило  $0,3929\%$ . График прогнозирования временного ряда закупочной цены методом скользящего среднего на два дня вперед приведен на рисунке 2.

Прогнозирование временного ряда закупочной цены методом экспоненциального сглаживания на десять дней вперед проводилось на интервале с 23.08.2018 до 18.12.2018 (общее количество отсчетов  $N = 117$ ). Для данного прогноза значение  $MAPE = 0,22\%$ . График десятидневного прогноза временного ряда закупочной цены методом

экспоненциального сглаживания приведен на рисунке 3.

Для прогнозирования временного ряда закупочной цены методом скользящего среднего на десять дней вперед значение MAPE составило 0,372%. График десятидневного прогноза временного ряда закупочной цены методом скользящего среднего приведен на рисунке 4.

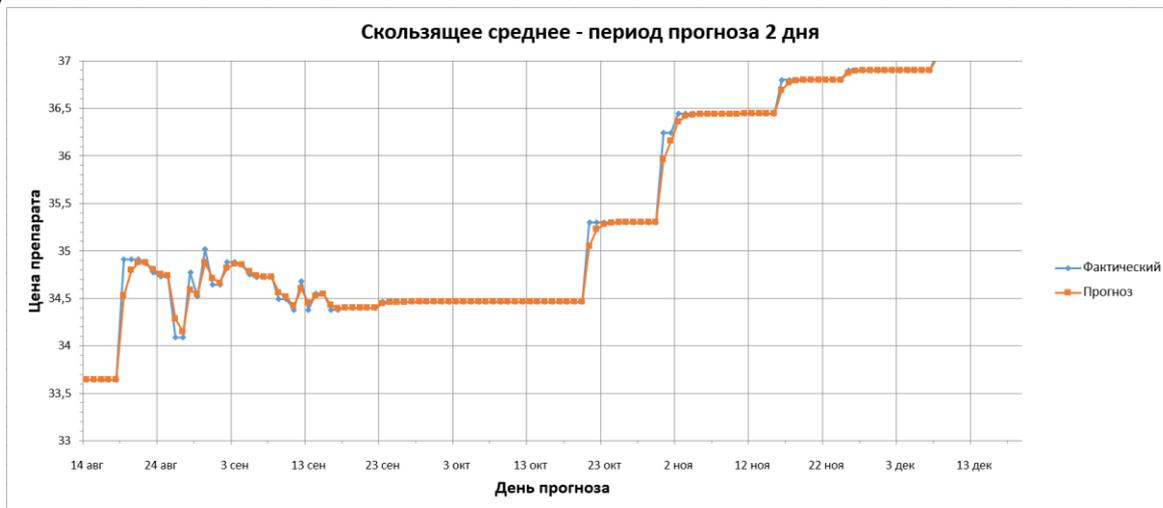


Рис. 2 – Двухдневный прогноз методом скользящего среднего



Рис. 3 – Десятидневный прогноз методом скользящего среднего

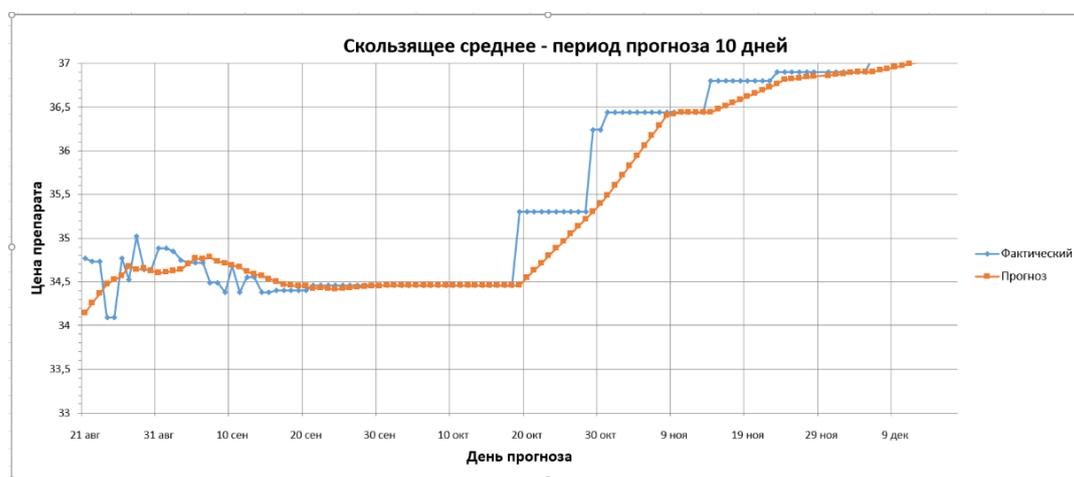


Рис. 4 – Десятидневный прогноз методом экспоненциального сглаживания

Прогнозирование временного ряда закупочной цены методом экспоненциального сглаживания на месяц вперед проводилось на интервале с 14.09.2018 до 18.12.2018 (общее количество отсчетов  $N = 96$ ). Для данного прогноза значение  $MAPE = 1,855755\%$ . График месячного прогноза временного ряда закупочной цены методом экспоненциального сглаживания приведен на рисунке 5.

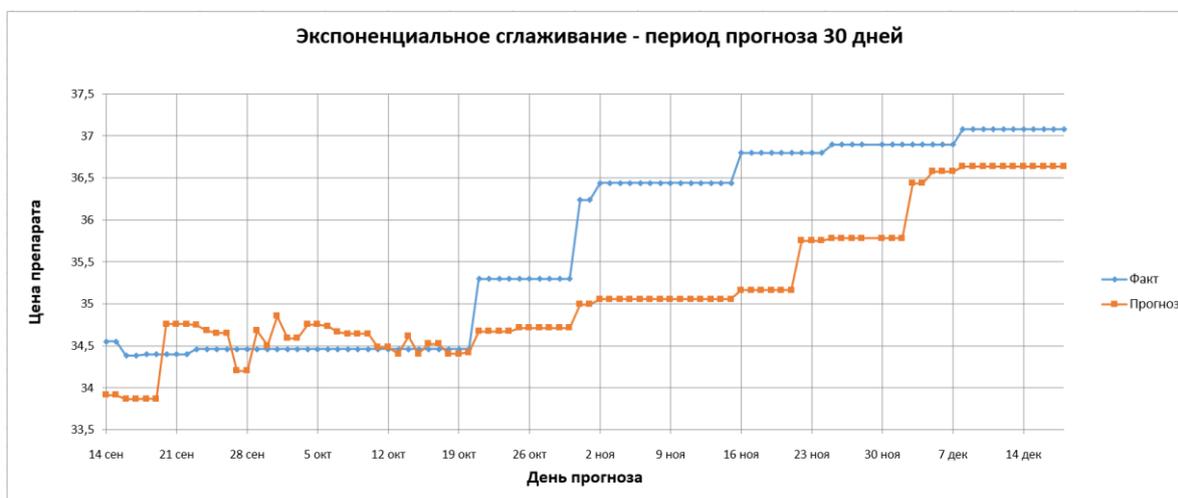


Рис. 5 – Месячный прогноз методом экспоненциального сглаживания

При прогнозировании временного ряда закупочной цены методом скользящего среднего на месяц вперед значение  $MAPE$  составило  $1,283618\%$ . График месячного прогноза временного ряда закупочной цены методом скользящего среднего приведен на рисунке 6.

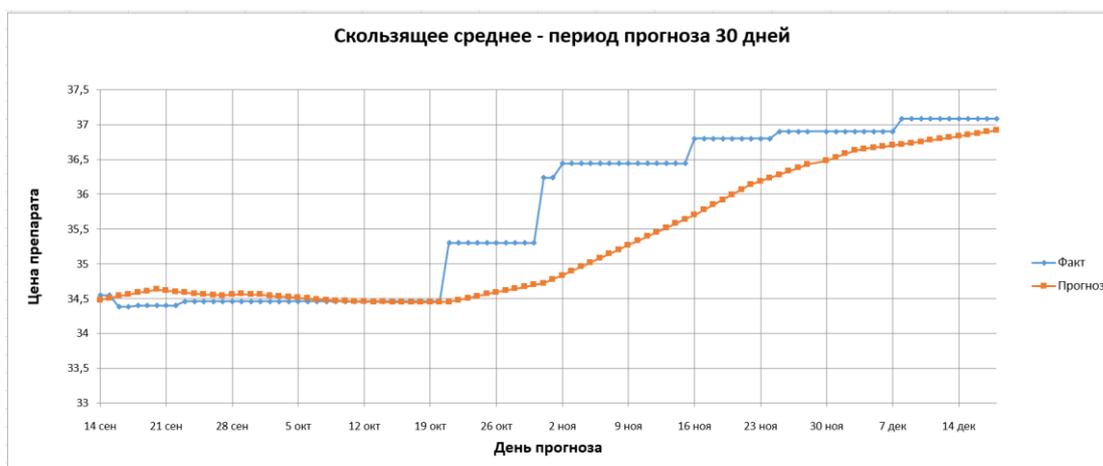


Рис. 6 – Месячный прогноз методом скользящего среднего периодом на 30 дней

Оба метода показали для различных временных периодов низкие показатели ошибки  $MAPE$ , и, соответственно, высокие значения точности прогнозирования. Таким образом, при краткосрочном прогнозе на периоды два дня и десять дней более высокую точность показал метод экспоненциального сглаживания, что соответствует теоретическому описанию методов. При месячном прогнозе более точные результаты показал метод скользящего среднего.

### Выводы

В статье были обсуждены аспекты разработки аналитических подсистем закупочной цены лекарств аптечной сети. При выполнении задачи определения базовой эффективной цены, наиболее подходящей в данный момент для закупки, возникает необходимость прогнозирования данных по историческому массиву цен из прайс-листов. Также, был

выполнен анализ разного вида методов и подходов к прогнозированию и реализован краткосрочный прогноз методами экспоненциального сглаживания и скользящего среднего и выполнено анализирование полученных результатов.

Эксперименты, которые были проведены в данной предметной области, продемонстрировали высокую точность прогнозирования. Разработка программного продукта возможна на базе проделанных экспериментов даже в условиях нестабильного состояния современной экономики.

Однако, прогнозирование временных рядов приведенными выше методами не может быть единственным подходом, хотя и дает приемлемую точность прогноза. Зачастую различные подходы к прогнозированию объединяют, чтобы обеспечить наиболее точные прогнозы.

Для увеличения точности прогнозирования цены закупки необходимо учитывать следующие факторы: сезонность, дополнительные факторы, влияющие на цену, а именно: ввод новых продуктов, реклама, мероприятия по стимулированию сбыта, открытие новых направлений закупок, курсы основных валют и т.д.

При этом задача прогнозирования закупочной цены обладает теми особенностями, которые делают целесообразным использование именно интеллектуальных нейросетевых методов моделирования. Таким образом, выполненные исследования по разработке прогнозных моделей инструментальных средств подсистемы для определения “базовой” закупочной цены следует продолжить, в частности разработку модуля интеллектуального нейросетевого анализа и прогнозирования.

## Литература

1. Светличная В.А. Использование методов теории принятия решений для выбора оптимальной стратегии при закупке лекарственных средств / В.А. Светличная, Е.А. Шумаева, О.В. Ченгарь, А.В. Андриевская // Экономика строительства и городского хозяйства. 2020. Т. 16. № 1. С. 41-48.

2. Sergii K., Yurii S., Tatyana V., Natalia A. (2016) Feature Selection for Time-Series Prediction in Case of Undetermined Estimation. In: Samsonovich A., Klimov V., Rybina G. (eds) Biologically Inspired Cognitive Architectures (BICA) for Young Scientists. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 449. Springer, Cham

3. Stock prices forecasting with LSTM networks. Vasyaeva T., Martynenko T., Khmilovyi S., Andrievskaya N. Communications in Computer and Information Science (см. в книгах). 2019. Т. 1093. С. 59-69.

4. Землянская С.Ю. Структура модели для прогнозирования поведения групп лиц / С.Ю. Землянская, А.В. Сложеницын, Н.К. Андриевская // Информатика и кибернетика. -Д.: ДонНТУ, 2016. -№ 4 (6). С. 37-43

5. Сложеницын А.В. Выбор модели для компьютеризированной системы прогнозирования поведения групп лиц / Сложеницын А.В., Землянская С.Ю., Андриевская Н.К. / В сборнике: Программная инженерия: методы и технологии разработки информационно-вычислительных систем (ПИИВС-2016). Сборник научных трудов I Международной научно-практической конференции. 2016. С. 256-261.

6. Stock prices dynamics forecasting with recurrent neural networks. Vasyaeva T., Martynenko T., Khmilovyi S., Andrievskaya N. Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. 2020. № 4. С. 277-282.

7. Mean absolute percentage error. [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Mean\\_absolute\\_percentage\\_error](https://en.wikipedia.org/wiki/Mean_absolute_percentage_error) (дата обращения: 03.05.2021)

УДК 004.942+519.816

## СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА АНАЛИЗА РЕКЛАМАЦИЙ

**Вовченко В.О., Светличная В.А.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: [dosvl@gmail.com](mailto:dosvl@gmail.com)

### **Аннотация:**

**Вовченко В.О., Светличная В.А. Структурно- функциональная модель процесса анализа рекламаций.** Одной из постоянных задач менеджера по рекламациям отдела продаж предприятия по производству косметической продукции является ежедневная работа с рекламациями. Возникает необходимость разработки современного интеллектуального инструмента, применение которого автоматизировало бы процесс обработки рекламаций. Для интеллектуальной обработки данных предложено выбрать методы, основанные на технологии искусственного интеллекта, а именно на алгоритмах машинного обучения и обработки естественного языка NLP (Natural Language Processing). Для усиления семантики предложено использовать онтологии. Разработана функциональная модель в виде Use Case диаграммы и укрупненная архитектура интеллектуальной системы обработки производственной документации.

### **Annotation:**

**Vovchenko V.O., Svetlichnaya V.A. Structural and functional model of the process of analyzing complaints.** One of the constant tasks of the claim's manager of the sales department of the company for the production of cosmetic products is daily work with complaints. There is a need to develop a modern intelligent tool, the use of which would automate the process of processing complaints. For intelligent data processing, it is proposed to choose methods based on artificial intelligence technology, namely machine learning algorithms and NLP (Natural Language Processing). To strengthen semantics, it is proposed to use ontologies. A functional model in the form of a Use Case diagram and an integrated architecture of an intelligent production documentation processing system have been developed.

### **Общая постановка проблемы**

Задача улучшения качества изготавливаемых продуктов требует от предприятий косметической промышленности непрерывного повышения результативности всей деятельности, включая рекламационную, в процессе которой предприятие совершает расследование причин возникновения несоответствий готовой продукции и разработку корректирующих и предотвращающих действий. Анализ деятельности промышленных предприятий указывает на то, что повышение эффективности рекламационной деятельности должно проводиться за счёт применения актуальных средств информационных технологий, в частности методов искусственного интеллекта.

Процесс обработки рекламаций на предприятии – это деятельность трудоёмкая и строго регламентированная. В то же время она исполняет важную функцию поскольку даёт возможность оценить, насколько покупатель доволен качеством купленного продукта. В результате, анализ рекламаций содействует пониманию конкурентоспособности бизнеса. Из этого – важность верного построения этого процесса.

В цепочке предприятие – потребитель могут обнаружиться проблемы с реализованной продукцией: дефекты самого товара, неправильно наклеенная этикетка, дефектная упаковка, повреждение товара во время транспортировки и т.д. В таких случаях у клиента есть

возможность обратиться к производителю с целью нахождения выхода из возникшей ситуации, а именно составить и отправить рекламацию.

Рекламация – название документа, в котором потребитель формулирует претензию к поставщику товаров или услуг. Она является поводом для принятия мер, устраняющих нарушения и оформляется в письменном виде. Рекламация включает требования возврата товара, устранения изъянов или обмена продукции на новую.

С учётом возросшего объема электронного документооборота, работникам отдела продаж стало затруднительно обрабатывать большой массив информации.

Необходимо подчеркнуть, что на сегодня рекламация не имеет обязательного к использованию стандартного образца, вследствие чего писаться может в вольной форме и представляет собой документ в неструктурированном виде. Появляется необходимость извлечения полезной информации и, в дальнейшем, классификации рекламаций по различным критериям (например, по типу претензии, по виду продукции и т.п.), а также определение отдела, допустившего брак.

Таким образом, актуальной становится задача разработки в отделе продаж с целью анализа рекламаций системы обработки производственной документации за счет использования методов искусственного интеллекта.

#### **Постановка задачи**

Процесс обработки рекламаций, будь то входящий или исходящий документ, требует больших временных затрат, и, что очень важно, это время строго регулируется ГОСТ. В рамках рекламационной работы принимает участие целый ряд департаментов:

- отдел технического контроля (ответственен за соблюдение продукцией установленных требований);
- отдел продаж;
- сотрудники производства (следят за качеством готовой продукции);
- производственный отдел (разрабатывает карты выпуска продукции);
- руководящий состав предприятия (контролирует все этапы производства).

Вышеперечисленные отделы должны согласованно и быстро взаимодействовать, чтобы вовремя отреагировать на полученную рекламацию и не выйти за временные рамки, указанные в нормативных актах. Вместе с тем важно собрать и проанализировать статистические данные о качестве выпускаемых товаров.

Учитывая вышеизложенное, были определены цели разработки интеллектуальной системы обработки производственной документации:

1. Ускорение исполнения обязательств по улучшению качества продукции согласно установленным срокам.

2. Уменьшение времени на оформление перечня документов. Объектом исследований является деятельность менеджеров отдела продаж косметической продукции, занимающихся рекламациями.

Предметом исследования выступает структура разрабатываемой интеллектуальной системы обработки производственной документации, а также изучение тех современных информационных технологий и методов, в том числе и интеллектуальных, с помощью которых решаются основные задачи подсистемы.

#### **Обзор основных методов и технологий**

Рекламации поступают из нескольких источников, таких как факс, почта и электронная почта, телефон, а также в нескольких форматах, таких как PDF-файлы, документы Word, в форме телефонного разговора.

Эти документы стоит классифицированы по типу проблемы и данные должны быть извлечены, обработаны, заполнены и отправлены на следующий шаг рабочего процесса, т.е.

отправлены в нужный рабочий поток отдела, допустившего брак или проблему, привлекая к рекламации.

Интеллектуальная обработка производственных документов преобразует беспорядочные, неструктурированные и полуструктурированные данные в удобный структурированный формат. Другими словами данные из документов (PDF-файлы, сканы, электронные письма и т. д.) извлекаются и преобразуются в текстовые оцифрованные данные, готовые к обработке [1].

Существует несколько методов интеллектуальной обработки данных:

1. Основанные на шаблонах системы OCR (англ. Optical Character Recognition). Это технология оптического распознавания символов, которая позволяет преобразовывать различные типы документов, такие как отсканированные документы, PDF-файлы или фото с цифровой камеры, в редактируемые форматы с возможностью поиска. Методы не очень гибкие, но точные, особенно если данные повторяются.

2. Предварительно обученные решения машинного обучения ([англ. machine learning, ML](#)). ML — класс методов [искусственного интеллекта](#), характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а обучение за счёт применения решений множества сходных задач. Довольно гибкие, точные методы, если их правильно обучить. Лучше всего работают с повторяемыми данными.

3. Алгоритмы BERT и RuBERT представляют из себя нейросеть, способную неплохо понимать смысл текстов на человеческом языке. Базовая версия модели долго предобучается, читая миллионы текстов и постепенно осваивая язык, а потом её можно дообучить на собственной прикладной задаче.

4. Платформа с NLU-ядром (Natural Language Understanding) – сервис понимания и обработки естественного языка.

5. Технологии распознавания речи (speech-to-text) для случая, если рекламация поступает по телефону.

Обработка документов с помощью искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет:

- обрабатывать документы быстрее, дешевле и более точно;
- повысить соответствия требованиям и безопасности;
- сделать операции более гибкими и удобными для клиентов;
- освободить сотрудников от обыденных и трудозатратных задач;
- ускорить операции обработки документов и повысить эффективность работы персонала;
- упростить процесс поиска необходимой информации.

Предложения по выполнению анализа текстовых документов, в целом основаны на технологии искусственного интеллекта, а именно алгоритмах машинного обучения и обработки естественного языка NLP (Natural Language Processing). Применение NLP-методов увеличивает функциональные возможности анализа текста, при этом пользователь не ограничивается установленными правилами обработки и получает возможность работать с системой в привычном разговорном формате.

Для того чтобы интеллектуальная система обработки производственной документации глубже овладела материалом, должны быть добавлены базы данных, таксономии (деревья понятий, логически связанных друг с другом), онтологии, процедура логического вывода. В этом случае мы действительно сможем говорить, что система понимает, чем она занимается.

Таким образом, проектировать систему поддержки принятия решений процессом управления производственной документацией следует на базе интеллектуальных методов обработки данных с использованием онтологии как одной из форм представления знаний.

### **Разработка структурной и функциональной модели системы**

Для описания функциональности ИС и взаимодействия с пользователями и внешними информационными системами в нотации UML на практике разработчиками используются Use Case диаграммы [2].

Диаграмма вариантов использования (use-case diagram) приведена на рисунке 1.

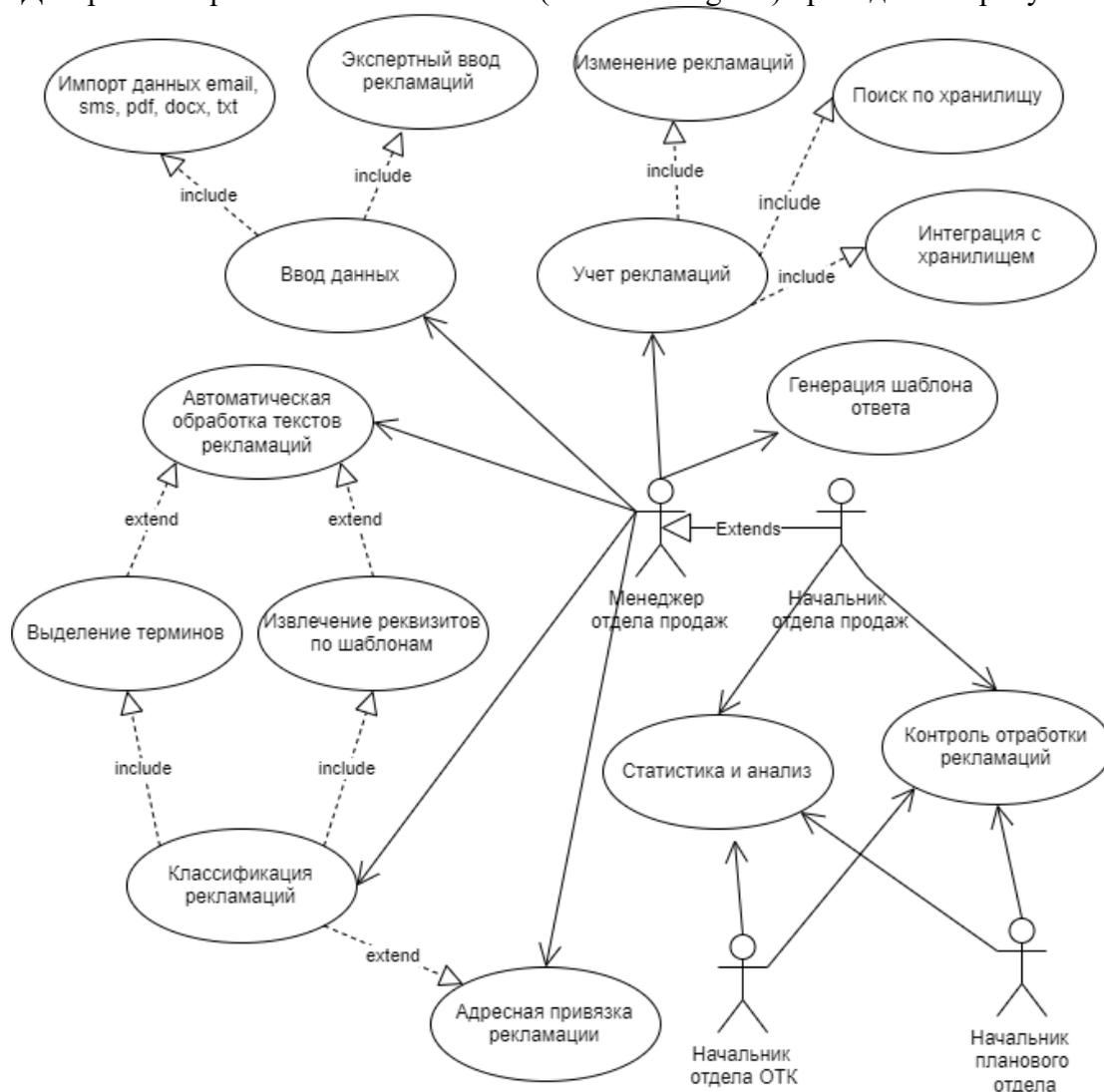


Рис. 1 – Диаграмма вариантов использования (use-case diagram)

Основные реализуемые функции системы:

- учет рекламаций;
- классификация рекламаций, присвоение рекламации категории или тематики;
- адресная привязка, направление в профильный отдел или ответственному сотруднику;
- выделение объектов и именованных сущностей;
- прогноз времени, необходимого для отработки рекламации;
- извлечение реквизитов, предоставление шаблона для ответа на рекламацию;
- контроль отработки рекламаций;
- статистика рекламационной работы предприятия в разного рода разрезах (по продукции, контрагентам, выбранным периодам, видам претензий, отделам).

Процессы управления знаниями базируются на следующих основных этапах:

- приобретения;
- представления;
- хранения;
- извлечения знаний.

Модульная структурная модель системы (package diagram) представлена на рис. 2, а назначение и описание основных пакетов сведено в табл. 1.

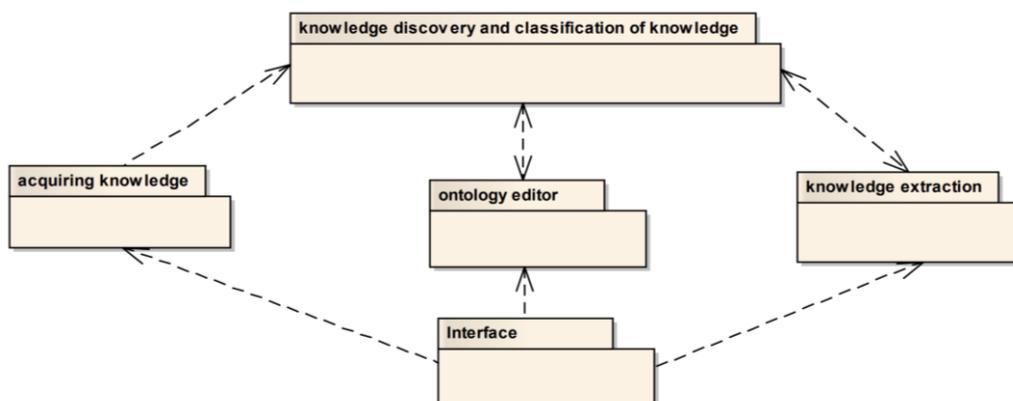


Рис. 2 – Модульная структурная модель системы (package diagram)

Таблица 1 – Описание основных пакетов системы

№	Name	Package	Describe
1	P1	acquiring knowledge	Подсистема поиска и выявления знаний предназначена для поиска данных из структурированных и неструктурированных данных рекламаций, например, документы и файлы различных форматов, веб-ресурсы, БД рекламаций и др.
2	P2	knowledge discovery and classification of knowledge	Подсистема приобретения знаний предназначена для получения знаний, извлечения неформализованных знаний с помощью методов статистической обработки, семантического анализа, технологий Text Mining и Data Mining, а также экспертных моделей
3	P3	knowledge extraction	Подсистема интеграции, хранения и извлечения данных предназначена для организации эффективной работы с хранилищем данных. Основные функции: занесение собранных структурированных материалов, онтологий и извлеченных знаний из данных в общее интегрированное хранилище, интеллектуальный поиск данных по хранилищу, возвращающий сведения об информационном объекте, т.е. некоторые знания.
4	P4	ontology editor	Редактор онтологий – ориентирован на поддержку основных операций для работы с онтологией: создание, модификация и удаление отдельных элементов онтологии, решение вопросов импорта и экспорта в различные форматы, а также вопросов синхронизации онтологической модели и структуры хранилища данных.

5	P5	Interface	Связующий структурный блок, реализующий интерфейс системы и обеспечивающий взаимное функционирование всех остальных подсистем
---	----	-----------	---

Структура системы представляет собой типичную структуру системы управления знаниями (СУЗ), построенную на онтологическом подходе. Основными компонентами предлагаемой технологии создания системы являются [3]:

- блоки приобретения данных;
- конвейер для обработки и классификации данных;
- блок выдачи и продукции знаний.

Основные структурные модули (пакеты), входящие в состав проектируемой системы, следующие: acquiring knowledge; knowledge discovery and classification of knowledge; knowledge extraction; ontology editor; interface.

Поскольку ядром, базовым компонентом метамодели системы является его онтология, то центральным блоком системы является онтологический редактор, который предназначен для реализации основных операций по работе с онтологиями, в том числе и процедур автоматического и полуавтоматического пополнения знаний.

### Выводы

В статье представлены аспекты разработки интеллектуальной системы обработки производственной документации, связанной с рекламациями в отделе продаж косметической продукции. Приведены основные функции разработанной функциональной модели подсистемы и схематическое представление функциональных моделей в виде UML - Use-Case diagram, а также модульная структурная модель системы в виде UML Package diagram.

Дальнейшее использование представленной структуры позволит разработать модели представления текстов, формирования поисковых запросов, извлечения релевантных данных, информационное и программное обеспечение системы обработки производственной документации.

### Литература

1. Андриевская Н. К. Онтологический подход в системах обработки данных научных и научно-образовательных организаций // Проблемы искусственного интеллекта. – 2020. – №. 1. – С. 23-36.
2. Светличная В. А. Разработка функциональной структуры логистической системы формирования заказов для интернет-магазина / В. А. Светличная, Н. К. Андриевская, К. Ю. Чаленко // Информатика и кибернетика. - Д.: ДонНТУ, 2017. - № 3 (9). - С. 111-118.
3. Андриевская, Н. К. Разработка архитектурной модели системы управления информационными ресурсами организаций / Н. К. Андриевская, А. И. Секирин, О. В. Ченгарь // Программная инженерия: методы и технологии разработки информационно-вычислительных систем (ПИИВС-2020) : сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции, Донецк, 25–26 ноября 2020 года. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2020. – С. 46-54. fff
4. Анцев В.Ю., Савина Е.А. Повышения результативности рекламационной деятельности предприятий аэрокосмической отрасли // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Научный журнал на тему: Компьютерные и информационные науки, Техника и технологии / URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-rezultativnosti-reklamatsionnoy-deyatelnosti-predpriyatiy-aerokosmicheskoy-otrasli/view>

УДК 65.011.56

## АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ В ЗАДАЧАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОСТАВОК ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПОТРЕБИТЕЛЯМ

**Путилина Д.И., Поляков А.И.**

Донецкий Национальный Технический Университет  
кафедра «Автоматизированные системы и технологии»

E-mail: [darya.putilina2001@gmail.com](mailto:darya.putilina2001@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Путилина Д.И., Поляков А.И. Анализ использования современных информационно-управляющих систем в задачах обеспечения Эффективности поставок тепловой энергии потребителям. Рассмотрены проблемы и предложены пути решения проблем энергоэффективности на предприятиях. Представлены меры внедрения технологии.*

### **Annotation:**

*Putilina D.I., Polyakov A.I. Analysis of the use of modern information and control systems in the tasks of ensuring the efficiency of heat energy supplies to consumers. The problems are considered and ways of solving the problems of energy efficiency at enterprises are proposed. Measures for the introduction of technology are presented.*

### **Общая постановка проблемы**

Эффективность использования энергии сегодня актуальна как никогда прежде. Это инструмент, который одновременно содействует достижению трех основных целей энергетической политики:

1. Повышению энергетической безопасности;
2. Снижению вредного экологического воздействия вследствие использования энергоресурсов;
3. Повышению конкурентоспособности промышленности. [1]

В области повышения энергоэффективности существенные результаты можно получить за короткое время, при использовании существующих технологий и с высокой рентабельностью, особенно со стороны спроса. Проекты, приводящие к росту энергоэффективности, особенно со стороны предложения, зависят от передачи технологий, которая помогает в их осуществлении. [2]

### **Исследования**

Для выявления проблемных участков технологической цепочки необходимо наличие достоверной информации о количестве потребляемой энергии на всех этапах производственного процесса. Разработка и внедрение на промышленных предприятиях автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) позволяет повысить точности учета, локализовать места недоучета и энергетических потерь. Подсистема энергоэффективности общей автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) предприятия позволяет анализировать и управлять эффективностью потребления топливно-энергетических ресурсов в технологическом процессе в реальном времени. Обобщенная структура энергоснабжения промышленного предприятия приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Структура энергоснабжения промышленного предприятия

Общая математическая модель энергопотребления промышленным предприятием может быть представлена в виде комплекса различных форм математических моделей, связанных между собой информационными связями. Математическая модель энергопотребления предприятия позволяет определять наиболее оптимальные по энергоэффективности режимы работы технологических объектов, вычислять параметры для этих режимов, выявлять причинно-следственные связи в технологических процессах и определять динамику процессов потребления энергии во времени. Не существует одного единственного фактора, определяющего состояние всей энергосистемы. Условия эксплуатации постоянно меняются. Обеспечение энергоэффективности требует постоянного внимания ко всему комплексу факторов.[3]

Реализация оптимального управления энергоснабжением предприятия может быть осуществлена с помощью автоматизированной системы учета энергоресурсов. Система диспетчерского управления энергохозяйством в рамках АСКУЭ представляет собой информационно-управляющую подсистему и включает, автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера (оператора). Станции управления предназначены для отображения хода технологических процессов и оперативного управления. Эти задачи в настоящее время решаются посредством SCADA-систем. SCADA - это специализированное программное обеспечение (ПО), ориентированное на обеспечение интерфейса между диспетчером и системой управления, а также коммуникацию с внешними системами.

Новым направлением является использование технологий Big Data («Большие данные») для оптимизации сложных технологических процессов.

Только полная инвентаризация оборудования позволит выявить наличие дополнительных тепловых возможностей, оценки их объема и температуры позволит создать сводный полный энергетический баланс предприятия, сэкономить энергоресурсы, уменьшить себестоимость продукции и улучшить рентабельность производства.

Из современных технологий можно выделить одну из ведущих, которая на данный момент набирает обороты, а именно – цифровизация теплового узла.

Цифровизация теплового узла направлена на оптимизацию и повышение эффективности производственной деятельности за счет непрерывного обеспечения

оптимального режима работы генерирующего оборудования и оборудования тепловых сетей, соответствующего востребованной тепловой нагрузке, с обеспечением требуемых показателей качества поставляемых энергоресурсов, в зависимости от режимов работы теплопринимающих установок потребителей, погодных условий, условий деятельности на ОРЭМ, складывающихся цен на топливо.

В качестве примера эффективного повышения уровня автоматизации можно привести разработку математической модели коксовой батареи, что позволило увеличить равномерность нагрева коксового пирога за счет автоматической поддержки оптимальной длины факела в отопительных вертикалях коксовых батарей - эффект составил 105 МДж/т угольной шихты и 1 кг кокса /т чугуна.

В целом, в режиме онлайн, обеспечивает получение ответов на следующие вопросы:

- Где, когда, почему находится оборудование, материалы и персонал;
- Где, когда возникают отклонения от заданных технологических режимов и причина этого;
- Выполняется ли материально-энергетический баланс в реальном времени на объекте, группе объектов и теплового узла в целом;
- Каковы фактические потери на объекте, группе объектов, тепловом узле, компании в целом и причины их отклонения выше нормативных;
- В каком состоянии находится бизнес-процесс и причины отклонений от заданий, что предпринять для обеспечения максимального маржинального дохода.

Мероприятия по внедрению данной технологии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Мероприятия по внедрению цифровизаций тепловых узлов на предприятиях.

Направление	Мероприятия
Индикативный учет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Организация узлов учета тепловой энергии, теплоносителя</li> <li>• Централизованный сбор данных учета и параметров теплоносителя</li> <li>• Формирование и пофакторный анализ балансов в режиме реального времени</li> <li>• Оперативное выявление и локализация потерь и повреждений</li> </ul>
Автоматизация	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Модернизация и автоматизация объектов управления</li> <li>• Автоматическое погодозависимое регулирование режимами</li> <li>• Организация безлюдного функционирования объектов управления</li> <li>• Централизованный диспетчерский контроль и управление объектами тепловых сетей</li> </ul>
Управление теплоснабжением	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интеграция автоматизированных и информационных системы</li> <li>• Создание актуальную теплогидравлическую модель ТС реального времени</li> <li>• Обеспечение управления режимами работы тепловых сетей от потребности клиента</li> <li>• Оптимизация режимов работы тепловых сетей и конфигурации источников в режиме On-Line</li> </ul>
Управление производством	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обеспечение контроля и управления ремонтным и эксплуатационным персоналом</li> <li>• Внедрение объектной модели данных и информации</li> <li>• Систематизация данных оценки технического состояния сооружений тепловых сетей</li> <li>• Автоматизация процессов формирования программ ремонтов и ТПиР</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Организация информационного обеспечения деятельности всех подразделений</li> </ul>
Измерения и учет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дооснащение средствами измерений</li> <li>• Централизованный диспетчерский контроль за режимами работы оборудования</li> <li>• Формирование тепловых и энергетических балансов</li> <li>• Оперативное выявление и локализация причин возникновения потерь</li> </ul>
Оптимизация режимов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интеграция автоматизированных и информационных систем</li> <li>• Автоматизация расчета ТЭП с отнесением удельных затрат на производство ТЭ и ЭЭ</li> <li>• Формирование актуальных фактических моделей режимов работы оборудования</li> <li>• Оптимизация процесса выбора состава и режимов работы оборудования</li> </ul>
Обеспечение технического состояния	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дооснащение средствами измерений, стационарными системами диагностики</li> <li>• Интеграция автоматизированных и информационных систем</li> <li>• Централизация сбора данных оценки технического состояния оборудования</li> <li>• Внедрение систем предиктивной диагностики технического состояния оборудования</li> <li>• Систематизация данных, характеризующих техническое состояние оборудования</li> <li>• Автоматизация процесса формирования объективных программ ремонтов и ТПиР</li> </ul>
Автоматизация технологических процессов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Внедрение АСУТП на целевом составе оборудования</li> <li>• Обеспечение эксплуатации оборудования в автоматическом режиме на оптимальных параметрах производительности</li> <li>• Организация единого щита управления на станцию</li> </ul>

### Выводы

Проведенный анализ позволит использовать его результаты при разработке информационно-управляющих систем при обеспечении эффективности поставок тепловой энергии потребителям

### Литература

1. Обеспечение энергоэффективности . Развитие энергетической политики, задачи и возможности ./Интернет ресурс. – Режим доступа: [www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Thematic/Delivering\\_Energy\\_Efficiency\\_2007\\_ru.pdf](http://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Thematic/Delivering_Energy_Efficiency_2007_ru.pdf)
2. Ушаков В.Я., Харлов Н.Н. , Чубик П.С. Потенциал энергосбережения и его реализация на предприятиях ТЭК ./Интернет ресурс. – Режим доступа: <https://portal.tpu.ru/files/personal/ushakov/03.pdf>
3. Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности. ./Интернет ресурс. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/data2/1/4293743/4293743156.pdf>

УДК 004.031.42

## ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВУЗА

**Мариничев И.И., Афанасьев А.В. Землянская С.Ю.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: [ilia2949@mail.ru](mailto:ilia2949@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Мариничев И.И., Афанасьев А.В. Землянская С.Ю. Проблемы разработки и внедрения цифровых платформ для дистанционного обучения в условиях вуза. В статье рассматриваются проблемы применения цифровых платформ для дистанционного обучения в условиях вуза. Проведен анализ задач, которые возникают при организации дистанционного обучения в вузе, существующих отечественных и зарубежных платформ, предназначенных для осуществления взаимодействия между преподавателями и студентами в процессе дистанционного обучения. Выявлены недостатки готовых решений, сформулированы проблемы и задачи, требующие доработок, предложены возможные варианты решения выявленных проблем*

### **Annotation:**

*Marinichev I.I., Afanasyev A.V. Zemlyanskaya S.Yu. Problems of development and implementation of digital platforms for distance learning in a university setting. The article deals with the problems of using digital platforms for distance learning in a university setting. The analysis of the tasks that arise when organizing distance learning at a university, existing domestic and foreign platforms designed for interaction between teachers and students in the process of distance learning is carried out. Shortcomings of ready-made solutions are identified, problems and tasks requiring improvements are formulated, possible solutions to the identified problems are proposed*

### **Общая постановка проблемы.**

В современном мире всё чаще происходят события, вследствие которых студенты и преподаватели не имеют возможности проведения занятий в традиционном виде, альтернативой которым стали онлайн-занятия. В связи с этим возникла необходимость в применении специализированных цифровых платформ для дистанционного обучения.

Подобное приложение должно предоставлять следующие возможности:

- проведение дистанционных лекций в формате видеурока.
- предоставление студентам доступа как к лекционным и теоретическим материалам, так и заданиям для выполнения практических работ.
- ведение учёта посещаемости
- организация промежуточного и итогового контроля знаний студентов;
- предоставление удобного и интуитивно понятного интерфейса, соответствующего заявленному функционалу.

### **Исследование:**

В настоящее время существует множество как зарубежных, так и отечественных разработок, предназначенных для организации дистанционного обучения. Самыми популярными из них являются [1]:

среди зарубежных:

- Google classroom: бесплатный веб-сервис, разработанный [Google](#) для школ, который призван упростить создание, распространение и оценку заданий безбумажным способом. Google Класс сочетает в себе [Google Диск](#) для создания и распространения заданий, набор сервисов Google для создания документов, презентаций и электронных таблиц, [Gmail](#) для общения и [Календарь Google](#) для планирования. При создании курса создается отдельная папка на соответствующем диске пользователя, где ученик может представить работу для оценки учителю. Учителя могут следить за успеваемостью каждого учащегося, а после оценки учителя могут возвращать работу вместе с комментариями.
- Moodle: бесплатная платформа с широкими возможностями кастомизации. Устанавливается только на свой сервер. Есть множество плагинов для расширения функционала. Требуется навыков web-разработки для администрирования.
- Edmodo: позиционирует себя как социальная сеть для обучения или Facebook для обучения – он построен по принципу социальных образовательных сетей, да и интерфейс напоминает внешний вид Facebook. Учитель создает группу (на самом деле это электронный курс). Группа имеет свою уникальную ссылку и код, которые нужно сообщить другим участникам образовательного процесса. Группа может иметь такие учебные элементы, как записи (в виде теста или файлов), тесты, задания и опросы.

среди отечественных:

- Teachbase: платная облачная платформа для обучения, которая содержит встроенный редактор курсов: страница с курсом собирается на Tilda как обычная посадочная страница. Есть возможность продавать курсы.
- iSpring: платная платформа, ориентированная на корпоративный сектор. Готова к работе сразу после регистрации, включает поддержку всех видов учебных материалов, проведение вебинаров, подробную статистику и редактор курсов, позволяющий быстро создавать курсы и тренажеры из офисных документов и видео.
- eLearning Server и iWebinar: поддерживает загрузку курсов, тестирование знаний, выставление оценок, создание конференций, управление библиотекой материалов. iWebinar легко интегрируется с eLearning Server и помогает проводить вебинары онлайн. Есть возможность подстроить интерфейс под себя, создать форумы и чаты для общения.

Все вышеперечисленные платформы обладают хотя бы одним из следующих недостатков:

- высокая стоимость;
- ограничение по количеству пользователей (студентов), курсов и объемов размещаемых материалов;
- необходимость в сервере с большим объемом памяти;
- недружелюбность интерфейса;
- закрытый исходный код;
- риск попадания под санкции и полного отключения.

Кроме этого, попытка создания универсальных платформ, учитывающих потребности широкого сегмента пользователей, приводит к тому, что некоторые довольно узкие, но важные особенности учебного процесса в вузе, не учитываются, что создаёт проблемы при использовании подобных платформ в условиях вуза, например:

- Невозможность объединения студентов в несколько групп и работы с каждой группой в разном режиме;
- Отсутствие контроля за регистрацией студентов и их добавления на курсы;
- Для каждого нового потока необходимо либо создавать новый курс предмета с ручным добавлением студентов (что является неудобным в платформах с ограниченным объёмом памяти), либо добавлять студентов на существующий курс, что приводит к необходимости удаления уже выложенных материалов и заданий (либо к постоянному добавлению фильтров на задания, что вызывает риск ошибки), которые могут быть необходимы студентам с предыдущих потоков. Кроме того, добавление большого количества студентов на курс приводит к усложнению проверки и оценки практических заданий;
- Отсутствие внутренних средств коммуникации между студентом и преподавателем;
- Ограниченные возможности фильтрации студентов при просмотре и оценивании работ, ограничения доступа к отдельным заданиям.

Исходя из этого, можно сказать, что ни одна из существующих платформ не решает в полной мере всех задач дистанционного обучения в вузе либо является неприемлемо дорогой в условиях ограниченного финансирования, либо недоступной вследствие проведения политики недружественных стран.

Таким образом, разработка собственного приложения (онлайн-платформы), в котором будут решены перечисленные проблемы, представляется актуальной задачей.

Можно выделить следующие требования [2,3], которые необходимо учитывать при разработке собственной онлайн-платформы для дистанционного обучения:

1. должна быть бесплатной и иметь открытый исходный код;
2. не должна быть требовательной к объёмам памяти сервера и его мощности;
3. должна иметь следующие встроенные функции: проведение онлайн лекций и ведение журнала посещаемости; возможность выдавать студентам теоретические материалы и задания для практических работ; возможность проверки и оценки работ студента с обратной связью;
4. должна обеспечивать возможность объединения студентов в группы;
5. должна поддерживать строго контролируруемую регистрацию пользователей, желательно с импортированием списка пользователей из существующей в вузе базы данных, и их распределение на курсы;
6. должна предоставлять возможность формирования журналов посещаемости и успеваемости;

Рассмотрим возможные пути решения данных проблем в предлагаемой нами разработке (организационные, архитектурные, функциональные, алгоритмические):

*Цена и требования к серверу.* Учитывая, что программа должна быть бесплатной, мы не можем позволить себе оплачивать сторонний сервер. Организационным решением этого может стать установка программы на локальном сервере учебной организации (вуза).

*Хранение документов и сообщений.* Поскольку далеко не каждая организация может позволить себе мощный сервер с большим объёмом памяти, нам необходимо минимизировать количество хранимой на нём информации. Это может быть достигнуто несколькими способами:

- 1) Архитектурное решение: использование распределённой сети хранения документов, например, IPFS[4].

IPFS представляет собой одноранговую распределённую файловую систему, которая соединяет все вычислительные устройства единой системой файлов. В некотором смысле IPFS схожа со всемирной паутиной. IPFS можно представить как единый BitTorrent-рой, обменивающийся файлами единого Git-репозитория. Иными словами, IPFS обеспечивает контентно-адресуемую модель блочного хранилища с контентно-адресуемыми гиперссылками и высокую пропускную способность.

- 2) Функциональное решение: сужение функционала программы до необходимого удобного минимума;
- 3) Алгоритмическое решение сокращение объёма хранимой переписки: после отправки пользователем сообщения оно хранится локально на его компьютере и на сервере. После прочтения сообщения другим пользователем оно локально сохраняется на его устройстве (устройстве адресата), но удаляется с сервера. Это также должно снизить нагрузку на сервер.

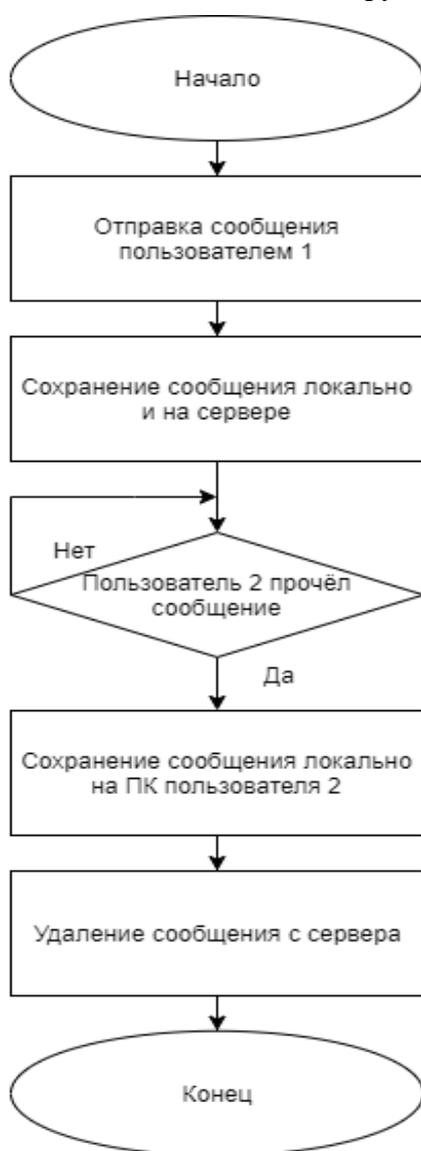


Рис. 1 – Алгоритм сохранения сообщений переписки

На рис. 1 представлена блок-схема предложенного алгоритмического решения.

Минусом данного способа будет сложность восстановления информации при порче либо утере локальных данных. Вариантом решения данной проблемы может служить создание запросов пользователям, состоявшим в переписке, на копирование сообщений при подключении с нового устройства либо переустановке программы.

Предложенные способы помогут снизить нагрузку на сервер.

*Организация видео/аудио связи.* Для упрощения реализации задачи, вариантом решения может быть использование одного из нижеперечисленных бесплатных отечественных решений:

- Яндекс.Телемост: Телемост: Яндекс.Телемост — это видеовстречи по ссылке. В Телемосте можно собирать рабочие конференции или организовывать дистанционные занятия, причем встречи можно проводить в программе для компьютера, в приложении для телефона или прямо в браузере. Достаточно просто создать встречу и отправить ссылку другим участникам. Из минусов можно выделить ограничение по количеству участников – до 40 одновременно, а также срок действия ссылки на встречу – всего 24 часа.

– Сферум: Эта платформа видеосвязи узко направлена на дистанционное обучение. Хочется отметить простую регистрацию через VK ID, родительские и учебные чаты, видеоконференции с функцией «поднятия

руки» и возможность создания сообществ для школ, техникумов и университетов.

– Видеозвонки Mail.ru: Сервис видеозвонков от известного российского портала Mail.ru. Осуществлять звонки можно как из браузера и мобильного приложения, так и через Почту Mail.ru. Удобна функция отложенного звонка – можно создать ссылку, разослать ее всем участникам будущей конференции, а календарь заранее напомнит о проведении мероприятия.

Однако использование сторонних систем онлайн связи может повлечь за собой попытки срыва студентами процесса обучения[5]. Что делает разработку собственных систем видеосвязи более рациональным.

*Регистрация пользователей.* Для решения этой проблемы, предлагается следующая схема: пользователей регистрирует специально выделенный суб-администратор, который получает полномочия от специального администратора, регистрирующегося при развёртывании системы.

*Объединение студентов в группы, формирование курсов и предметов, преподаваемых на курсах.* Создание всех предметов, курсов в их рамках и добавление студентов с преподавателями также производится суб-админом.

Такая схема реализации администрирования реализуется организационными и алгоритмическими средствами и поможет обезопасить систему от нежелательного стороннего вмешательства[5].

Рассмотрим более подробно предлагаемые функциональные решения разрабатываемой онлайн-платформы дистанционного обучения. На рис. 2 представлена функциональная модель разрабатываемой системы в нотации IDEF1.

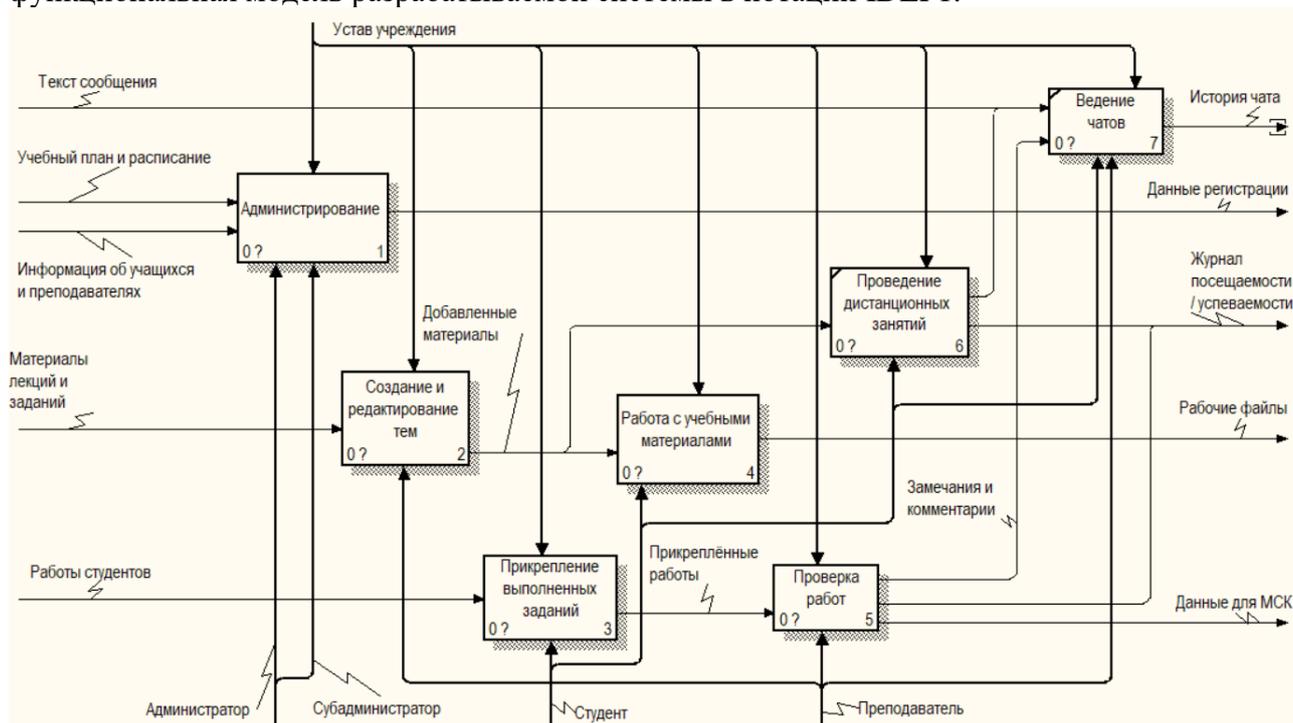


Рис. 2 – Функциональная модель программы в нотации IDEF1

*Администрирование:* Процесс администрирования системы осуществляется администратором и суб-администратором. К администрированию относятся такие действия как: добавление новых пользователей, назначение ролей, создание предметов и классных комнат в их рамках.

*Создание и редактирование тем:* преподаватель добавляет в выбранной комнате новые учебные материалы и задания, выставляет ограничения на доступ просмотра и сроки сдачи работ.

*Работа с учебными материалами:* студент получает доступ к теоретическим и лекционным материалам, заданиям для практических работ. Просматривает комментарии преподавателей к отправленным на проверку работам.

*Прикрепление выполненных заданий:* студент прикрепляет выполненные работы.

*Проверка работ:* преподаватель проверяет прикрепленные работы студента и выставляет оценку либо отправляет работы на исправление с добавлением пояснительных комментариев.

*Проведение дистанционных занятий:* преподавателем создаётся онлайн-конференция в одном из предложенных выше приложений и выкладывается ссылка с приглашением в комнате группы потока.

Рассмотрим более детально процессы регистрации пользователей и администрирования системы, входящие в функцию «Администрирование»:

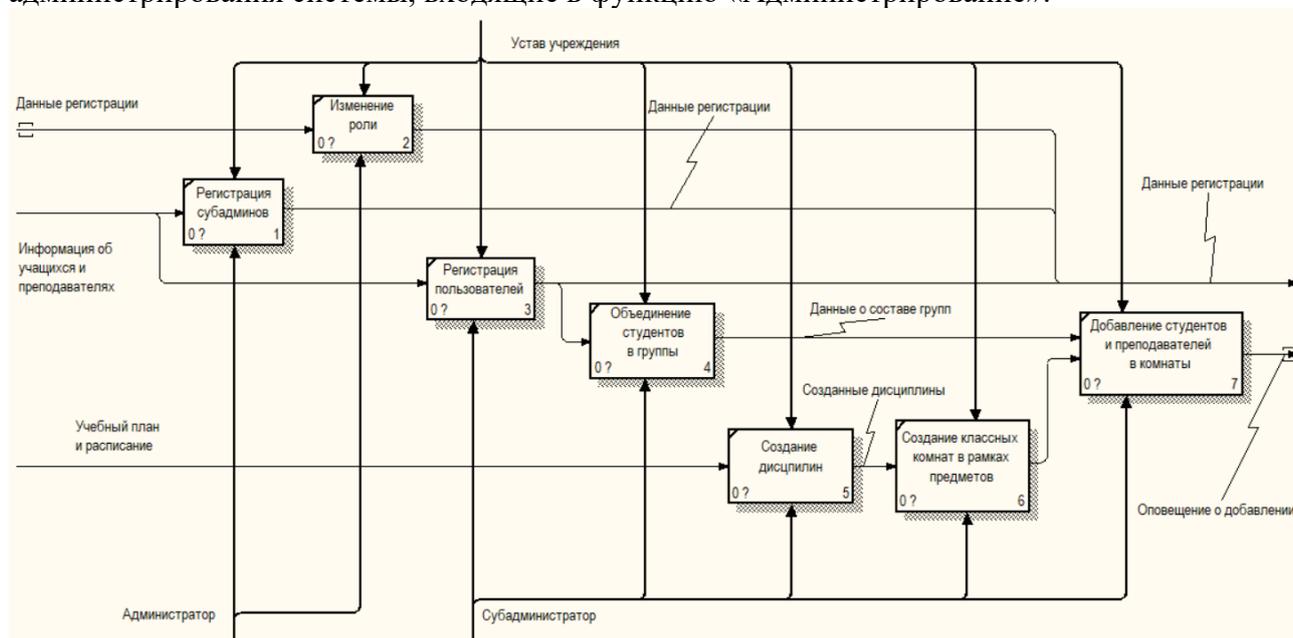


Рис. 2 – Схема Администрирования в нотации IDEF2

*Регистрация суб-админов:* администратором производится регистрация суб-администраторов.

Регистрация самого администратора происходит в момент развёртывания системы на локальном сервере вуза. Роль администратора нужна для поддержания жёсткого контроля за выдачей прав на администрирование системы (прав суб-администратора).

*Изменение роли:* администратор может добавить уже существующему пользователю новую роль (например, наделить преподавателя полномочиями суб-администратора либо наоборот) или отобрать её.

*Регистрация пользователей:* суб-администратором производится регистрация пользователей (вручную, либо при помощи импортирования из базы данных вуза), после чего им на почту высылаются данные регистрации.

*Объединение студентов в группы:* суб-администратором производится объединение студентов в группы (вручную или на основе вытяжки из базы данных ВУЗа) либо добавление (удаление) студента в существующую группу.

*Создание дисциплин:* суб-администратор добавляет или редактирует дисциплины в соответствии с учебным планом.

*Создание классных комнат в рамках предмета:* суб-администратором создаются комнаты для отдельных групп или потоков и преподавателей.

### **Выводы**

В статье сформулированы основные технологические потребности вузов при организации обучения в дистанционном формате, проведен анализ проблем, возникающих при выборе цифровой платформы для проведения занятий в онлайн-режиме.

В результате рассмотрения существующих цифровых платформ было обнаружено, что все они не лишены некоторых недостатков, затрудняющих их применение в вузе в силу функциональных, организационных либо финансовых ограничений. На основании этого был сделан вывод о необходимости разработки собственной платформы для дистанционного обучения, определены основные проблемы, которые она должна решить, и предложены возможные варианты их решения.

### **Литература**

1. Панов М. А., Бобов Ю. И. Анализ использования платформ для дистанционного обучения // Инновационные аспекты развития науки и техники. 2020. С.23-29.
2. Игель Н.Л., Шаповал Г.Н., Карташова Е.А. Проблемы организации дистанционного обучения в период всеобщей изоляции // Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия: Материалы XXIV международной научной конференции (Москва). 2020. С. 76-78.
3. Мамед М.А. Задачи дистанционного обучения. Программные реализации систем дистанционного обучения. // Инновации в современной науке Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. под общей редакцией А.И. Вострецова. 2017. С. 14-19.
4. IPFS: Описание и документация: [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.ipfs.io>. (Дата обращения: 15.05.2022).
5. Фролов Р.Н., Дудченко А.В., Колкарева И.Н. Актуальные проблемы стандартизации требований к верификации личности пользователя в сети при организации дистанционного обучения // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 2 (54). - С. 65-71.

УДК 004.853

## РАЗРАБОТКА ВЕКТОРНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ СЛОВ ДЛЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ЯЗЫКОВОЙ МОДЕЛИ

Золушкин Ю.А., Васяева Т.А., Мартыненко Т.В., Шуватова Е.А.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра автоматизированных систем управления  
E-mail: [yura.zolushkin@mail.ru](mailto:yura.zolushkin@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Золушкин Ю.А., Васяева Т.А., Мартыненко Т.В., Шуватова Е.А. Разработка векторных представлений слов для нейросетевой языковой модели. При разработке нейросетевой модели, сначала решается задача получения векторных представлений слов. В статье рассмотрены этапы получения векторных представлений слов, на корпусе параллельных данных WMT 2020, с использованием word2vec. Выполнена реализация на языке программирования Python с использованием облачного сервиса на основе Jupyter Notebook – Google Colab.*

### **Annotation:**

*Zolushkin Yu.A., Vasyaeva T.A., Martynenko T.V., Shuvatova E.A. Development of vector representations of words for a neural network language model. The problem of obtaining embedding is solved before developing neural network language model. The article discusses the steps for obtaining embedding on the WMT 2020 parallel data corpus, using word2vec. The implementation was made in the Python programming language using a cloud service based on Jupyter Notebook - Google Colab.*

### **Введение**

Естественный язык – это результат многовековой параллельной работы огромного числа носителей языка. Его предложения принципиально отличается от случайных комбинаций слов и от предложений формально построенных языков. Формализация этого процесса сталкивается с трудностями больших объёмов текстов (только в них можно выявить языковые особенности, а не просто список фраз).

В традиционных системах обработки естественного языка (NLP) языковые записи, такие как слова и фразы воспринимаются как отдельные символы. Различные классические идеи и методы, такие как модели энграмм и мешков слов, были предложены и получили широкое распространение [1]. Все эти методы используют слова в качестве минимальной единицы семантической репрезентации, которые либо используются для дальнейшей оценки условных вероятностей следующих слов, учитывая предыдущие слова (например, n-gram) или используется для представления семантического значения текста (например, набор слов модели).

В качестве альтернативного подхода к представлению на основе символов – распределенное представление. Так, нейронная вероятностная языковая модель была предложена Йошуа Бенжио в 2003 для моделирования естественных языков, в котором слова представлены как низкоразмерные и действительные векторы, основанные на идее распределенного представления. Однако в 2013г был предложен более простой и эффективный фреймворк word2vec. Представление почти всех задач NLP был значительно улучшен при поддержке схемы распределенного представления и методов глубокого обучения.

### Постановка проблемы

В традиционных системах обработки естественного языка (NLP) используются языковые модели. Нейросетевые языковые модели — это большие нейронные сети, которые обучаются предсказывать следующее слово (или часть слова) в тексте с учетом предыдущего контекста. При разработке нейросетевой модели, сначала решается задача получения векторных представлений слов [2], которая заключается в сопоставлении словам из некоторого словаря векторов небольшой размерности.

Разработаем векторное представление слов для нейросетевой языковой модели русско–английского перевода.

### Подготовка данных

Одним из основных аспектов, влияющих на качество языковых моделей для перевода, является выбор набора данных (датасета). Все методы NLP, классические и современные, начинаются с набора текстовых данных, называемого также корпусом. Корпус обычно состоит из неформатированного текста (в кодировках ASCII или UTF-8) и соответствующих тексту метаданных. Для разработки нейросетевой языковой модели перевода необходимы параллельные тексты. Так как с их использованием выполняется обучение моделей машинного перевода при этом, чем больше обучающая выборка текстов, тем выше будет качество машинного перевода.

Параллельные тексты — это наборы текстовых данных, которые содержат пары с предложением на одном языке и его переводом на другом языке. Сбор больших параллельных корпусов на множестве языков является ресурсоемкой задачей.

Рассмотрим наиболее современные и подходящие по тематике открытые датасеты параллельных текстов, использующиеся при создании моделей обработки естественного языка.

Таблица 1. Сравнительные характеристики современных датасетов параллельных текстов

Название датасета	Разработчик	Год	Объем	Количество пар языков
WikiMatrix	Meta Research	2019	135 миллионов параллельных предложений	85
CCMatrix	Meta Research	2019	4.5 миллиарда параллельных предложений	576
News-Commentary	Barrault et al.	2019	109 текстов	5
WMT	Vojar et al.	2020	42.3 миллионов параллельных предложений	8
MASSIVE	Amazon	2022	1 миллион текстов	51

Следует отметить, WMT [3] является наиболее часто используемым для построения моделей машинного обучения, содержит тексты на русском и английском языках.

### Разработка модуля получения векторных представлений слов

Для задач обработки естественного языка в обычно используются векторные представления слов: word2vec [4,5], GloVe[6], FastText [7], которые обучены на больших объемах текстовых данных.

С помощью word2vec [4,5] и GloVe [6] можно получить вектора только для слов из словаря, также эти методы не учитывают, что у одного слова может быть несколько форм, и обучают вектора для каждой формы слова независимо. FastText, позволяет обойти эти ограничения с помощью разбиения слов на символьные N-граммы и обучения векторов для N-грамм. FastText [7] строит вектор для слова как сумму векторов составляющих его N-грамм.

Векторные представления слов word2vec [4,5], GloVe[6], FastText [7], используются как входные признаки для моделей машинного обучения, но все параметры самой модели обучаются с начальных случайных значений. Предобучение (pre-training) позволяет начать обучения не со случайных значений параметров, а с уже «хороших». Также предобучение позволяет моделям быстрее сходиться и улучшает обобщающие способности.

Разработаем векторное представление слов с использованием word2vec. В word2vec реализованы два основных алгоритма обучения: CBoW и Skip-gram. CBoW — архитектура, которая предсказывает текущее слово, исходя из окружающего его контекста. Архитектура типа Skip-gram действует наоборот: она использует текущее слово, чтобы предугадывать окружающие его слова.

Обобщенный алгоритм получения векторного представления слов корпуса с помощью word2vec:

1. Инициализация:

а) токенизация корпуса с помощью моделей рассмотренных в [наша статья прошлая]. Размер словаря токенов был установлен в 10000, что является стандартным значением при построении словарей для машинного обучения.

б) добавление в словарь токенов: ['<PAD>', '<UNK>', '<BOS>'].

в) подсчет частоты использования токенов.

г) отсев токенов с частотой ниже пороговой.

Наиболее часто встречаемые токены корпуса WMT-2020 представлены на рис. 1 б 2.

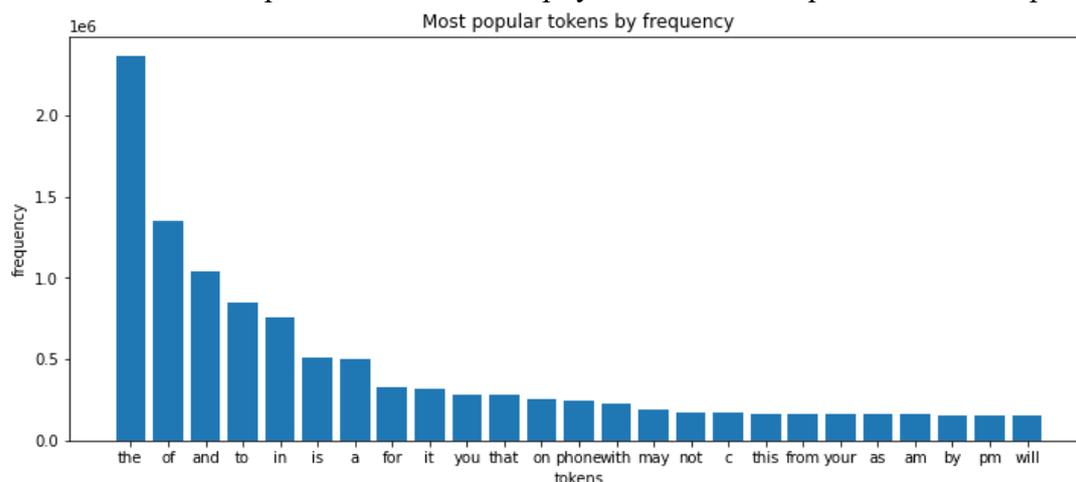


Рис. 1. Наиболее часто встречаемые токены в английской части корпуса WMT-2020.

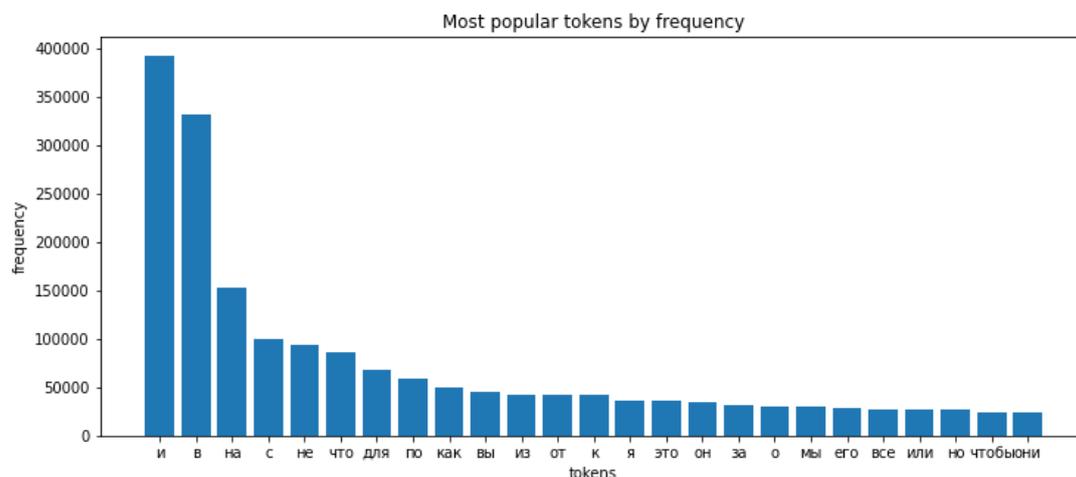


Рис. 2. Наиболее часто встречаемые токены в русской части корпуса WMT-2020.

2. Определение групп положительных пар токенов (например, [1234], [[3333, 1111, 2222, 4444]] → [1234, 3333], [1234, 1111], [9999, 1982]).

а) создание датасета контекста:

- определение начала предложения;
- обработка предложения с помощью окна;
- удаление центрального слова из контекста.

б) определение количества положительных пар с использованием Skip-gram или CBOW (например, [1234], [[3333, 1111, 2222, 4444]]).

3. Создание датасета для обучения word2vec с парами слово-контекст.

4. Определение архитектуры сети для обучения word2vec. Выбранная архитектура представлена на рис. 3.

```
W2VModel(  
    (encoder): Embedding(10002, 300)  
    (decoder): Linear(in_features=300, out_features=10002, bias=False)  
)
```

Рис. 3. Архитектура нейронной сети для обучения word2vec

### Реализация и экспериментальные исследования

Реализация выполнена на языке программирования Python с использованием облачного сервиса на основе Jupyter Notebook – Google Colab. Параметры для обучения нейронной сети приведены в таблице 2.

Таблица 2. Параметры для обучения нейронной сети

Название параметра	Значение
Оптимизатор	Adam
Количество эпох	20
Критерий (loss)	Кросс энтропия
Размер батча для загрузчика (loader)	2048

Результаты обучения приведены на рисунках 4 и 5.



Рис. 4. График изменения ошибки во время обучения word2vec

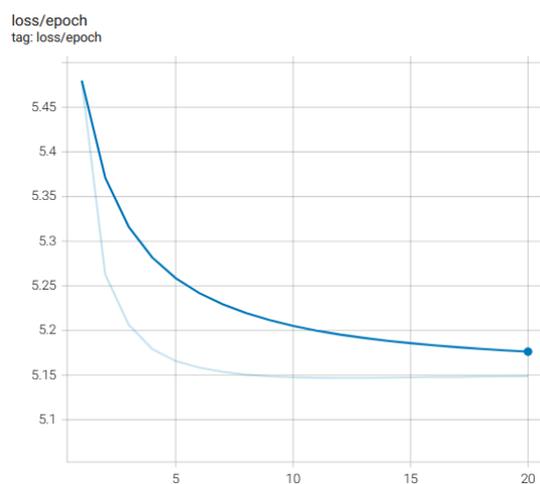


Рис. 5. График изменения ошибки обучения от количества эпох

Реализация обучения word2vec осуществлялась с использованием доступных в google colab и указанных на рис. 6 ресурсов.

### Выводы

При разработке нейросетевой модели, сначала решается задача получения векторных представлений слов. В статье рассмотрены этапы получения векторных представлений слов, на корпусе параллельных данных WMT 2020, с использованием word2vec. Реализация выполнена на языке программирования Python с использованием облачного сервиса на основе Jupyter Notebook – Google Colab.

```
+-----+
| NVIDIA-SMI 460.32.03      Driver Version: 460.32.03      CUDA Version: 11.2      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| GPU  Name          Persistence-M| Bus-Id        Disp.A | Volatile Uncorr. ECC |
| Fan  Temp  Perf    Pwr:Usage/Cap|      Memory-Usage | GPU-Util  Compute M. |
|                                           MIG M.         |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|   0   Tesla T4            Off   | 00000000:00:04.0 Off  |   0          0      |
| N/A   38C    P8             9W / 70W |  0MiB / 15109MiB |   0%      Default  |
|                                           N/A          |
+-----+-----+-----+-----+-----+

+-----+
| Processes:                                     |
| GPU  GI    CI           PID  Type   Process name                      GPU Memory |
|   ID  ID    ID                                   |             Usage |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| No running processes found                    |
+-----+
```

Рис. 6. Ресурсы для обучения word2vec

### Литература

1. Natural language pre-processing for machine learning models / Zolushkin Yu.A., Vasyaeva T.A., Revina N.V./ Young scientists' researches and achievements in science. материалы научно-практической конференции для молодых ученых посвященной 100-летию юбилею Донецкого национального технического университета. Донецк, 2021. С. 256-260.
2. Обработка естественного языка / Золушкин Ю.А., Васяева Т.А., Малицкая А.А.// Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование (ИУСМКМ-2021). Материалы XII Международной научно-технической конференции в рамках VII Международного Научного форума Донецкой Народной Республики к 100-летию ДонНТУ. Донецк, 2021. С. 71-78.
3. Findings of the 2020 Conference on Machine Translation (WMT20) . <https://www.statmt.org/wmt20/pdf/2020.wmt-1.1.pdf>
4. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space / T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado, J. Dean // 1st International Conference on Learning Representations, ICLR 2013, Scottsdale, Arizona, USA, May 2-4, 2013, Workshop Track Proceedings / ed. by Y. Bengio, Y. LeCun. — 2013. — URL: <http://arxiv.org/abs/1301.3781>.
5. Distributed Representations of Words and Phrases and their Compositionality / T. Mikolov [et al.] // Advances in Neural Information Processing Systems 26 / ed. by C. J. C. Burges [et al.]. — Curran Associates, Inc., 2013. — P. 3111—3119. — URL: <http://papers.nips.cc/paper/5021-distributed-representations-of-words-and-phrases-and-their-compositionality.pdf>.
6. Pennington, J. GloVe: Global Vectors for Word Representation / J. Pennington, R. Socher, C. D. Manning // Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP). — 2014. — P. 1532—1543. — URL: <http://www.aclweb.org/anthology/D14-1162>.
7. Enriching Word Vectors with Subword Information / P. Bojanowski, E. Grave, A. Joulin, T. Mikolov // Transactions of the Association for Computational Linguistics. — 2017. — Vol. 5. — P. 135—146. — URL: <https://www.aclweb.org/anthology/Q17-1010>.

УДК 004+ 372.862

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Кунцевич О.Ю.

Институт информационных технологий УО «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»  
кафедра информационных систем и технологий  
E-mail: [o.kuntsevich@bsuir.by](mailto:o.kuntsevich@bsuir.by)

### **Аннотация:**

*Кунцевич О.Ю. Разработка алгоритмов реализации элементов адаптивного обучения в техническом вузе. В статье рассматриваются возможности применения адаптивного образовательного процесса в техническом ВУЗе для студентов вечерней формы получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием в техническом вузе. Приводится пример разработки соответствующего электронного средства обучения по учебной дисциплине «Базы данных».*

### **Annotation.**

*Kuntsevich O.Yu. Development of algorithms for implementing elements of adaptive learning in a technical university. The article discusses the possibilities of using the adaptive educational process in a technical university for students of the evening form of higher education, integrated with specialized secondary education at a technical university. An example of the development of an appropriate electronic learning tool for the discipline «Databases» is given.*

**Введение.** Про индивидуальный подход в образовании сказано и проведено множество исследований. Но в настоящее время более актуальным становится не просто индивидуализация обучения, а непрерывная адаптация образовательного процесса к потребностям и способностям обучающихся на протяжении всего цикла обучения.

Такие методики принято называть адаптивными образовательными технологиями. Вопросами адаптивного образовательного процесса занимались такие исследователи, как А.С. Границкая, Л.И. Долинер, Н.В. Шилина и другие.

Изучая данное проблемное поле, мы столкнулись с вопросом об разграничении понятий *индивидуализация, персонализация, дифференциация*. Адаптивный образовательный процесс может быть построен по разным методикам (в том числе и ориентироваться на потребности группы обучающихся со схожими образовательными потребностями), но все-таки понятия *индивидуализации и персонализации* в большей степени являются основой адаптивных систем, чем *дифференциация*.

Реализация адаптивного обучения, в том числе и посредством применения информационно-коммуникативных технологий (далее – ИКТ), обычно включает следующие компоненты:

- адаптивное тестирование (изучение индивидуальных особенностей обучающегося, его образовательных предпочтений, уровня усвоения пройденного материала);
- адаптивное обучение (выстраивание индивидуальной образовательной траектории с учетом результатов адаптивного тестирования: подбор теоретического материала, системы практических заданий, контрольных мероприятий и др.);
- поддержку пользователя в процессе обучения (корректировка индивидуальной образовательной траектории, консультирование обучающегося).

Адаптивные системы также могут включать модуль повторения, то есть запоминать, когда пользователь столкнулся с трудностями в той или иной теме, какие ошибки не были исправлены и возвращаться к их исправлению на последующих этапах обучения.

**Основная часть.** В настоящее время разработано и применено в обучении различных дисциплин в разных странах мира множество адаптивных образовательных систем, например, «Дистанционный всеобуч» (ресурс для учителей, Республика Беларусь), платформа Plario (обучение математике, Томский государственный университет), платформа Aleks (обучение химии и математике, США).

При всех преимуществах адаптивных образовательных технологий, в том числе с использованием программных средств, существуют естественные ограничения на их применение в реальном учебном процессе, в частности:

- ограничение во времени обучения курса (например, семестр);
- необходимость достижения общей цели, обозначенной учебной программой, образовательными стандартами (нельзя пройти только часть курса, выбрать «понравившиеся» для обучения темы)
- единый учебный процесс, взаимосвязь с другими учебными дисциплинами (есть расписание занятий и др.) [1].

Сотрудниками кафедры информационных систем и технологий (далее – ИСиТ) ИИТ БГУИР в рамках темы НИР ведется разработка методов организации адаптивного образовательного процесса подготовки специалистов для получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием.

Так, в частности, нами ведется разработка адаптивного учебно-методического комплекса (далее – АУМК) по дисциплине «Базы данных» для студентов вечерней формы получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием в техническом вузе. Данное средство будет включать несколько модулей (модуль «Администратор», модуль «Преподаватель», модуль «Студент», модуль «Тестирование», модуль «Адаптивное обучение»).

В реальном учебном процессе мы говорим о применении элементов адаптивных образовательных технологий, а также их использовании параллельно с традиционным обучением (проведение лекций, лабораторных занятий и т.д.) (рисунок 1).

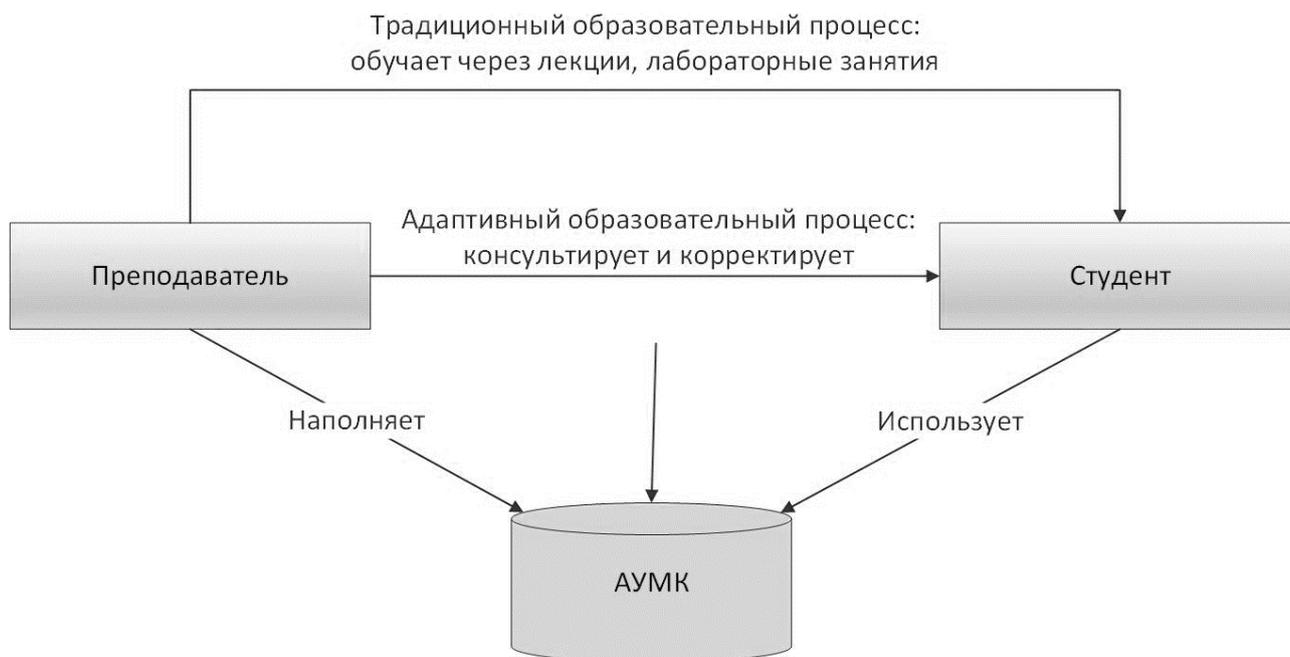


Рисунок 1. – Схема реализации элементов адаптивных образовательных технологий параллельно с традиционным обучением с применением разрабатываемого АЭУМК

В данной работе рассмотрим алгоритм реализации элементов адаптивного обучения в процессе проведения лекций по дисциплине «Базы данных» для студентов вечерней формы получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием в техническом вузе. В данном случае опираемся на результаты адаптационного тестирования, определяющего уровень усвоения конкретным студентом пройденного на лекции материала. (рисунок 2).

Программа реализует принцип дифференциации обучения – работа на занятиях «подстраивается» не индивидуально под каждого студента, а под выделенную внутри группы подгруппу (предлагаются две условные подгруппы: «отличники» и «хорошисты»). Адаптивное тестирование проводится по результатам прохождения темы, далее происходит корректировка хода обучения: те студенты, которые справились с заданиями лучше (получили 6-10 баллов по тесту) – работают традиционно, те, кто хуже (получили 5 и ниже баллов по тесту) – должны дополнительно закрепить пройденный материал и подготовиться к следующему занятию (рисунок 3).

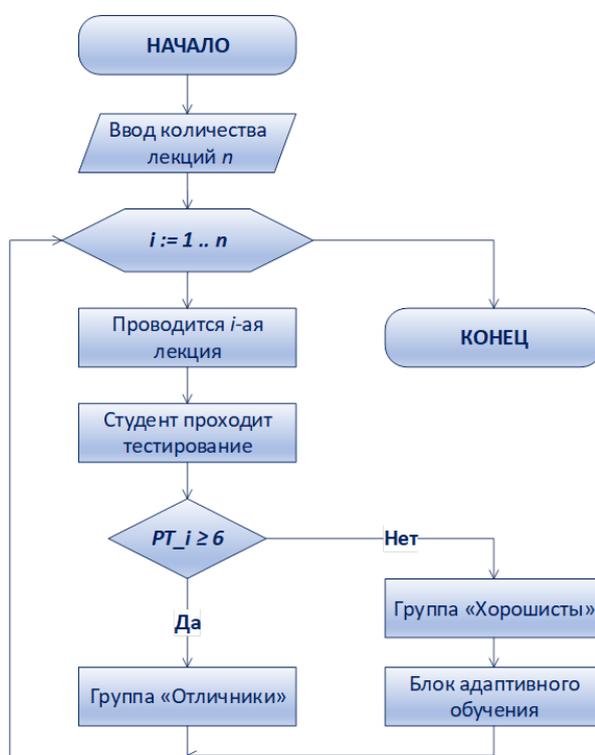


Рисунок 2. – Основной алгоритм реализации элементов адаптивного обучения в процессе проведения лекций по дисциплине «Базы данных».

Здесь:  $PTI$  – результаты 1-го тестирования, оцениваемые по десятибалльной шкале.

Заметим, что реальный учебный процесс не позволяет проводить обучение бесконечно или добиваться результатов тестирования многократным изучением/повторением пройденной темы. Поэтому блок адаптивного обучения, встроенный в основной в алгоритм, ориентирован на цикл из двух итераций. Тем не менее, нами зафиксировано, что все (за редким исключением) студенты, попавшие в группу «Хорошисты», поддаются адаптации и повышают уровень усвоения пройденного материала за два круга этого цикла (рисунок 3).

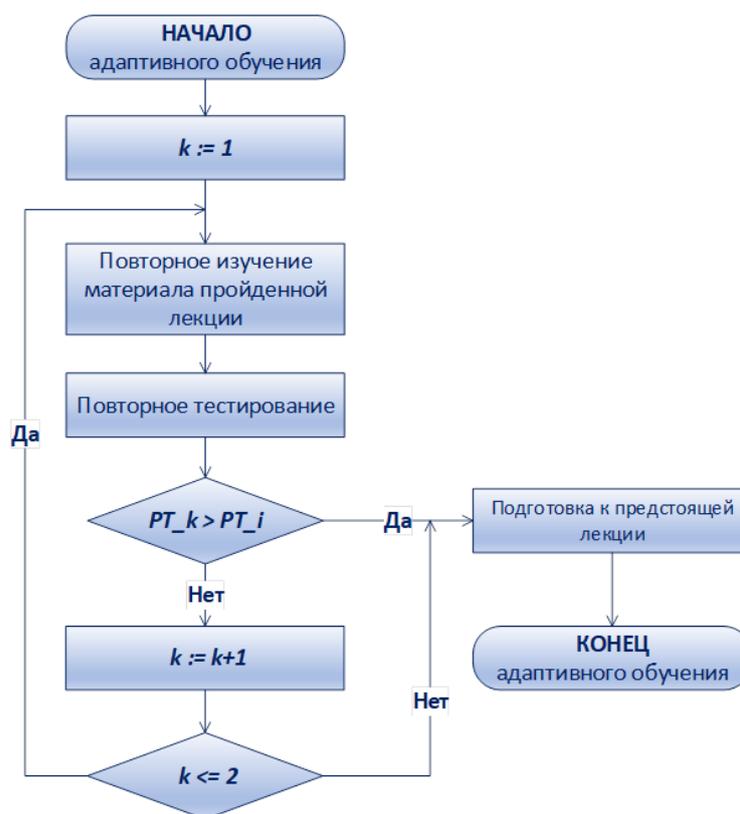


Рисунок 3. – Блок адаптивного обучения

Здесь:  $PT_j$ – результаты  $j$ -го повторного тестирования по теме определённой лекции, оцениваемые по десятибалльной шкале.

Предварительные результаты проведенного педагогического эксперимента указывают на целесообразность применения элементов адаптивного обучения с использованием разрабатываемого АУМК по дисциплине «Базы данных».

**Выводы.** Таким образом, адаптивные образовательные технологии опираются на принципы индивидуализации обучения, применения методик дифференциации, а также персонализации. Наиболее перспективными в данном направлении являются разработки программных средств, позволяющих выстраивать индивидуальные образовательные траектории для каждого студента, опираясь на результаты адаптивного тестирования. Однако, в реальном учебном процессе существуют ограничения, которые позволяют говорить только о применении элементов адаптивного обучения, уходить от строгой персонализации, укрупняясь до работы с группами студентов.

### Литература

1. Кунцевич, О.Ю. Анализ методик и программных средств для организации адаптивного образовательного процесса в техническом вузе / О.Ю. Кунцевич // IX Международная научно-практическая конференция «Перспективы, организационные формы и эффективность развития сотрудничества российских и зарубежных вузов» (8-9 апреля, Научоград Королёв, Россия). – Королёв: Технологический университет им. дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова – С. 83-87.

УДК 621.397

## AUTOMATED VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM USING NEURAL NETWORKS FOR OBJECT RECOGNITION

**Pribytko P.D., Shvedova O.A.**

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Department of Information Systems and Technologies

E-mail: [shvedova@bsuir.by](mailto:shvedova@bsuir.by)

### **Annotation:**

**Pribytko P.D., Shvedova O.A. Automated video surveillance system using neural networks for object recognition.** *The uniqueness of the developed automated system lies in the use of technologies based on neural networks, which allows the equipment to use the “Deep Learning” effect. Considering the unfavorable epidemiological situation, thermal equipment is integrated into the automated system which enables to carry out thermometric measuring when visiting the enterprise. The advantages of this system are such as the following: monitoring the integrity of the protected perimeter, organization of time tracking and organization of preventive measures (COVID).*

### **Аннотаци:**

**Прибытко П.Д., Шведова О.А. Автоматизированная система видеонаблюдения с использованием нейронных сетей для распознавания объектов.** *Уникальность разработанной автоматизированной системы заключается в использовании технологий на основе нейронных сетей, что позволяет оборудованию использовать эффект «Глубокого обучения». С целью достижения максимального эффекта в вопросе обеспечения безопасности на охраняемом объекте, произведена интеграция системы контроля и управления доступом с применением биометрических технологий в единую систему безопасности предприятия.*

An automated video surveillance system using neural networks for object recognition is a full-fledged high-tech complex that solves the problems of ensuring the security of an enterprise in the internal and external territories along the perimeter of the protected object.

The system is controlled by the Operator from the control point located in the administrative building on the territory of the enterprise. The perimeter video surveillance consists of 14 IP cameras with intelligent object recognition capability (the IP cameras' name is Hikvision DS-2CD2647G2) and 3-speed robotic PTZ IP cameras with the ability to recognize objects and bind to them throughout the entire travel route (the IP cameras' name is Hikvision DS-2DE4425IW-DE).

Structurally, the access control and management system integrated into this automated system are divided into two main blocks: a block for managing the entry / exit of vehicles, a block for managing the passage of employees through a checkpoint (hereinafter referred to as the checkpoint) of a protected enterprise. The vehicle entry/exit management unit consists of 2 IP video cameras (the IP video cameras' name is Hikvision iDS-2CD7A26G0/P-IZHSY), 2 entry/exit controllers (the controllers' name is Hikvision DS-TME402-TPC), the control terminal (the terminal name is Hikvision DS-TPE104) and the final executive device which is an automatic barrier. The block for managing the passage of employees through the checkpoint consists of 1 IP video camera with the ability to measure temperature and detect fires (the name of the IP video camera is Hikvision DS-2TD1217-3 / PA), 2 access terminals for entry and exit (the name of the terminals access is Hikvision DS-K1T341) and the swing turnstile (the turnstile name is Hikvision DS-K3Y501).

An automated video surveillance system using neural networks for object recognition solves the problems of implementing the security of the perimeter of a protected area. The integrity of the

perimeter is monitored by security radars in the amount of 3 pieces (the radar's name is Hikvision DS-PR-1-60), which allows you to simultaneously conduct digital surveillance of 32 targets in the "Online" mode, as well as design the intended route of movement of the object of observation. The security radar operates using electronic beamforming technology which is coupled with intelligent deep signal processing algorithms. This information is sufficient to determine the location and movement of monitored targets with high accuracy. In case of an unauthorized access attempt detection, an alarm signal from the security radar is transmitted to the PTZ camera (the IP video camera's name is Hikvision DS-2DE4425IW-DE) as well as to the control center. This configuration allows you to activate instantaneous video recording and thereby carry out the identification and visualization of the object of observation by the operator of the control center. The method of functioning of the security radar (the radar name is Hikvision DS-PR-1-60) is shown in Figure 1.



Figure 1 – The method of functioning of the security radar

The automated video surveillance system is controlled by using a digital IP video recorder (the name of the IP video recorder is Hikvision DeepinMind Ids-7732NXI-I4/X (B)). The general management of the complex security system of the protected enterprise is carried out through the use of a workstation (the name of the workstation is HikCentral-Workstation/64).

The functional component of the automated video surveillance system provides for the organization of long-term storage of information that is archiving in the system. The archiving function is performed by the data storage server (the name of the data storage server is Hikvision DS-AT1000S/288). The required storage size of the video surveillance system is 158.445 TB.

In case of a power outage on the territory of the protected facility, a backup power supply is provided through the use of uninterruptible power supplies (hereinafter referred to as UPS). The automated system uses 11 UPSs. The battery life in accordance with the technical specifications is: UPS No. 1 - 1.32 hours, UPS No. 2 - 1.19 hours, UPS No. 3 - 1.7 hours, UPS No. 4 - 0.8 hours, UPS No. 5-7 - 4.7 hours, UPS No. 8 - 0.21 hours, UPS No. 9 - 1.02 hours, UPS No. 10 - 0.8 hours, UPS No. 11 - 1.7 hours.

The protected object is an open flat area with an administrative building, outbuildings and several parking lots. The layout is shown in Figure 2.

Regarding the organization of network interaction (network interface), the equipment is connected via the network data transfer protocol "TCP". The organization of packet transmission at the transport layer is implemented through using the network data transfer protocol "TCP". The application layer is organized using the following protocols: RTSP, SNMP, HTTP, HTTPS, UPnP, EHome 5.0 (protocol developed by Hikvision).

The designed automated video surveillance using neural networks for object recognition operates on the basis of the software (hereinafter referred to as the software) HikCentral professional ver. 2.0.1. This software allows you to integrate the components of the access control and management system together with the elements of the video surveillance system into a single whole, which significantly optimizes the work of the Control Center Operator. In this project, the following features are implemented: measuring the temperature of the human body, monitoring the presence of a respiratory mask on the face, binding and tracking the object of observation in the control zone, detecting objects left (unattended), face recognition, recognition of registration plates

of motor vehicles, recognition and classification objects of observation by categories, organization of patrols by levels in three planes (PTZ), biometric access to the territory of the enterprise. All implemented technical components are built on the basis of technologies that operate on the principle of deep learning algorithms. This project uses technologies with applying neural networks such as ColorVu, AcuSense, DarkFighter, DeepLearning.

ColorVu is a technology for additional warm lighting, which enables to transmit a color image even in the dark. Video cameras, incorporating ColorVu technology, effectively cope with such tasks as deep recognition of the object's details in conditions of insufficient visibility. Camcorders are equipped with LED-backlight, which guarantees high-quality color shooting 24 hours a day in high resolution. An important feature of ColorVu technology is the use of "deep learning algorithms" for accurate classification of targets (person /vehicle), as well as for the maximum elimination of various false alarms caused by non-target objects (animals, precipitation, natural phenomena, etc.).

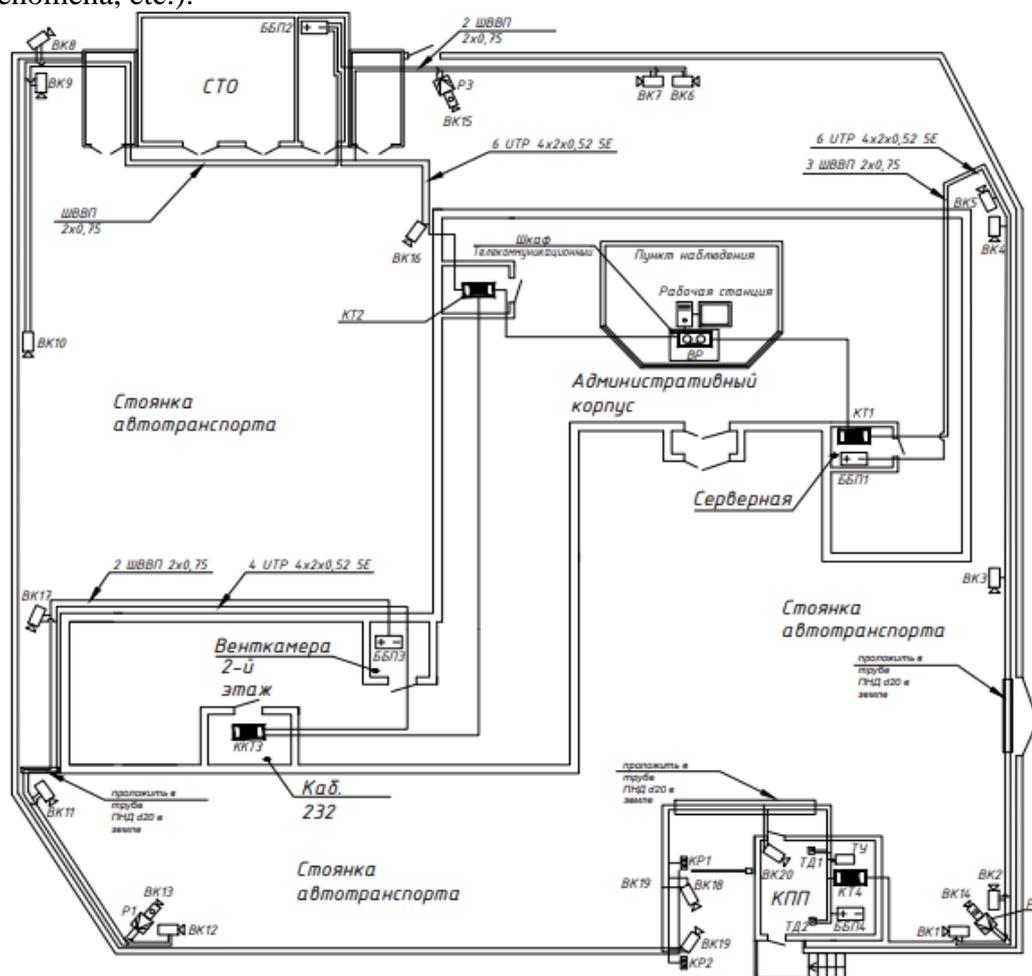


Figure 2 – Layout plan

AcuSense is a deep video analysis technology based on the use of "deep learning algorithms" which is used to detect targets and classify them into the categories such as: "A Person", "A vehicle" or "Others". The technology helps to reduce the number of false alarms. When using technology with algorithms of "deep learning algorithms", the original signal passes through several layers of information processing. Consequently, the algorithm transforms a partial understanding (surface level) into a general pattern (deep level). The perception of the object analyzed is based on this general pattern (deep level).

DeepLearning is a technology based on the application of "deep learning algorithms". The peculiarity of this technology is that it does not require the participation of the operator since it relies on artificial intelligence for the purpose of self-extraction of functions, that is, self-learning. DarkFighter is a technology that enables to provide clear color images both in the daytime and at night. DarkFighter technology cameras use special ½-inch sensors with the best light sensitivity, high signal-to-noise ratio and increased wide dynamic range. The area of one pixel of this matrix is almost twice as large as that of a standard type matrix, which is one of the most important conditions for issuing a high-quality image in poor visibility conditions. Camcorders with DarkFighter technology use aspherical lens to reduce image aberrations. The main feature of aspherical lenses from standard types of spherical or flat lenses is the presence of a free-form surface. This feature helps focus light more precisely to further improve image quality. DarkFighter solves the problem of image aberrations and improves the light transmittance, resulting in significantly improved image quality under poor visibility conditions.

The effectiveness of the functioning of an automated video surveillance system in the field of ensuring the security of a protected enterprise is directly proportional to the reliability of the functioning of all nodes and mechanisms used in the system as a whole. Based on the principles of reliability, all aspects of the application of reliability indicators are considered, on the basis of which the probability of failure-free operation of the applied units and mechanisms  $P(t) = 0.72$  is obtained.

The designed automated system makes it possible to increase the security level of the protected enterprise using neural network equipment, carry out round-the-clock monitoring of internal and external territories, keep track of the working hours of the enterprise employees and organize unhindered passage of official vehicles.

In addition, it is worth noting that the integration of the applied technical systems with the implemented solutions in the field of enterprise security makes it possible to obtain a high level of protection of the facility and organize a unified security system with the solution of urgent tasks, for instance, ensuring the integrity of the protected area, eliminating the possibility of unauthorized access, increasing the level of security of the employees of the enterprise, exclusion of illegal actions against the property of a legal entity, exclusion of violations of public order, organization of registration of the time of arriving personnel, organization of registration of the time of incoming vehicles, organization of preventive measures against COVID, collection and storage of data for further analysis.

#### **List of sources used:**

1. Krugl, G. Practice and technology of analog and digital video surveillance / G. Krugl - St. Petersburg. : Germany, 2019. - 626 p.
2. Neural networks [Electronic resource]. – Access mode: <https://lib.secuteck.ru/articles2/all-oxver-ip/neyronnye-seti-kak-osnovnoy-drayver>.
3. Deep Learning [Electronic resource]. – Access mode: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/glubokoe-obuchenie-deep-learning-tutorial>.
4. Deep learning in video surveillance systems [Electronic resource]. – Access mode: <https://hikvision.ru/press/19091002463>.
5. Calculation of the archive of the video surveillance system [Electronic resource]. – Access mode: <https://markevich.by/obuchenie-proektirovaniyu/raschet-arxiva-sistemy-videonablyudeniya.html>.

# **ИУСМКМ-22 СЕКЦИЯ 4**

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

УДК 004.942

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОТОТИПА СИМУЛЯЦИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИИ ВИРУСА

Бездетный Н. А.<sup>\*1</sup>, Зори С. А.<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> магистрант, Донецкий национальный технический университет, [nekooolay@mail.ru](mailto:nekooolay@mail.ru), SPIN-код: 2472-1006

<sup>\*2</sup> д.т.н., проф. кафедры программной инженерии, Донецкий национальный технический университет, [ik.ivt.rec@mail.ru](mailto:ik.ivt.rec@mail.ru), OrcID: 0000-0003-4018-234X, SPIN-код: 3565-6330

### **Аннотация:**

*Бездетный Н.А., Зори С.А. Усовершенствование прототипа симуляции распространения эпидемии вируса. В статье представлено описание улучшений для существующего прототипа программной симуляции распространения вируса. Основная цель улучшений была направлена на расширение возможностей симуляции, повышения её удобства и качества взаимодействия.*

### **Annotation:**

*Bezdetny N.A., Zori S.A. Improvement of the prototype simulation of the spread of the epidemic of the virus. The article describes improvements for the existing prototype of a software simulating the spread of the virus. The main goal of the improvements was aimed at expanding the capabilities of the simulation, improving its usability and the quality of interaction.*

### **Введение**

На сегодняшний день, разработка компьютерных симуляций и изучение современных технологий их реализаций представляет собой перспективное направление. Большим преимуществом данной области считается способность моделировать условия, которые не могут быть достигнуты в реальности. Это очень упрощает процесс получения данных и различного прогнозирования в других областях, например, такой как эпидемиология. Поэтому, можно предполагать, что тема данной работы является актуальной и своевременной, так как проблема вирусной заболеваемости и возникновение эпидемий требует оперативного решения и активно исследуется во всем мире, в том числе - с использованием моделирования, математики и компьютеров.

Математическое компьютерное моделирование используется для исследования механизмов распространения болезни. Такие модели позволяют прогнозировать и оценивать динамики передачи заболеваний. Это позволяет анализировать и контролировать ситуацию, связанную с распространением вируса, а также предугадывать серьёзные последствия и принимать соответствующие меры по их устранению.

В основе улучшаемого прототипа лежит базовая модель процесса симуляции SIR [1]. Программная реализация представляет собой трёхмерную среду, в которой можно вести визуальные наблюдения, регулировать небольшое количество параметров и получать разнообразные данные и графики для дальнейшей обработки. Сама симуляция выполняется в виртуальном окружении одного из районов города. «Население» обладает искусственным интеллектом – собственным поведением, основанном на реальном поведении людей. Также в виртуальной среде параллельно моделируется распространение вируса и факторы, влияющие на это [2].

В качестве цели работы предлагается повышение качества существующего программного продукта. Усовершенствование представленной компьютерной модели заключается в повышении эффективности взаимодействия и информативности симуляции.

Основной задачей является улучшение существующих и внедрение новых факторов, влияющих на результаты симуляции. Немаловажным также является развитие удобства пользовательского интерфейса.

#### **Улучшения существующих и добавление новых возможностей симуляции**

В первую очередь большинство модулей программы [2] были оптимизированы. Так, например, система поиска путей была слегка переработана. Передвижение персонажей по сцене и перестроение маршрутов стало более эффективным. Хотя NavMesh это и встроенная система Unity, но её нужно правильно настраивать в плане кодовой базы.

Система поведения агентов практически не была затронута, так как был использован шаблон проектирования «Состояние». Он идеально вписался в данную систему, так как позволяет объекту изменять своё поведение при изменении его внутреннего состояния [3]. Можно отметить только то, что были внесены небольшие балансные правки для повышения производительности.

Главная механика симуляции - распространения вируса подверглась значительным изменениям. Существующие факторы, влияющие на распространение вируса, были слегка переработаны. Например, шанс наличия маски у человека теперь генерируется каждый раз при контакте, а не задаётся единожды. Шанс заражения вирусом был сбалансирован при помощи регулирования встроенных параметров агента (радиусы распространения и восприятия, скорость передвижения и т.п.).

Теперь при запуске новой симуляции можно выставить стартовые параметры. Фактор «Средняя плотность населения» будет представлять собой примерное количество агентов, которое будет участвовать в симуляции. Данный параметр можно установить в пределах от 180 до 660 человек. Также теперь можно выставить стартовое количество зараженных людей. Данный фактор устанавливается в пределах от 1 до 100 зараженных.

Факторы заражения вирусом и наличия маски можно выставить, как при старте, так и регулировать во время самой симуляции. Это позволяет очень гибко настраивать процесс моделирования. Также был добавлен новый параметр симуляции – шанс остаться на самоизоляцию. Он описывает процесс, при котором, зараженный человек, с установленным шансом может остаться дома и никуда не пойти. Данный фактор также можно выставить при старте и регулировать в процессе.

#### **Повышение эффективности взаимодействия**

Вся сцена компьютерной симуляции подверглась значительной оптимизации. В первую очередь это касается графической части программы. Так как основные ресурсы компьютера должны быть направлены на просчёт путей агента и симуляцию распространения вируса. Поэтому были внедрены такие технологии как LOD и Occlusion Culling.

LOD используется для управления уровнем детализации (Level of Detail) GameObject'ов. Уровень детализации — это метод оптимизации, который использует несколько мешей для каждого объекта; меши представляют собой один и тот же объект с уменьшающейся геометрической детализацией. Идея заключается в том, что низкодетализированные меши показываются, когда объект находится далеко от камеры и разница в качестве меша не будет замечена. При правильном использовании LOD производительность возрастет, так как меши с простой геометрией менее требовательны к ресурсам компьютера [4].

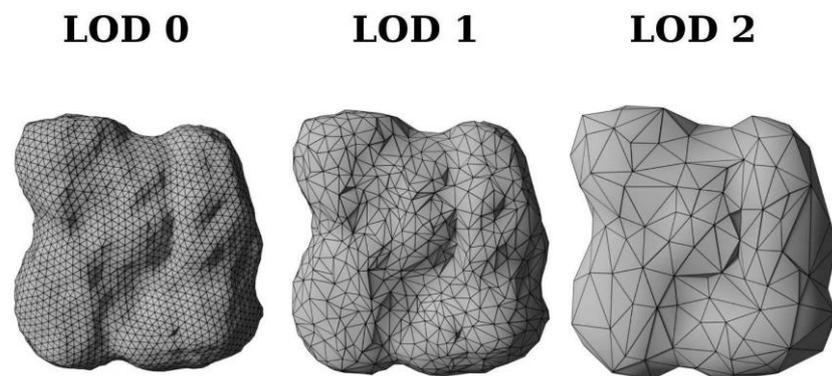


Рисунок 1 – Пример применения LOD

Occlusion Culling это функция, отключающая рендеринг тех объектов, которые в данный момент не видит камера (они закрыты другими объектами). В компьютерной 3D графике это не происходит автоматически. Чаще всего сначала отрисовываются объекты, расположенные дальше от камеры и уже поверх них отрисовываются ближние к камере объекты (это называется “overdraw”) [5].

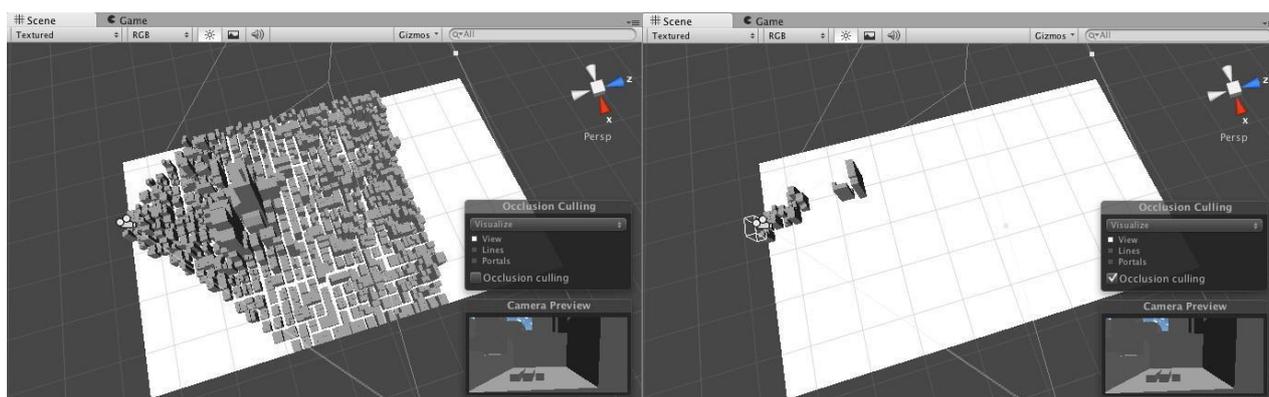


Рисунок 2 – Пример применения Occlusion Culling

Основным средством взаимодействия с визуальной частью симуляции является камера. Её управление стало простым и гибким – теперь можно использовать как клавиатуру, так и компьютерную мышь. При столкновении с препятствием на сцене, высота камеры пересчитывается и поднимается, чтобы камера не находилась в самом объекте сцены. Также была добавлена функция слежения камеры за конкретным агентом. Это позволит проследить его полный путь и проанализировать полученные данные.

Стоит отметить, что теперь можно будет менять скорость симуляции, ставить её на паузу или же вовсе перезапускать с новыми настройками в любой момент времени.

### Улучшение пользовательского интерфейса

Одной из важных составляющих удобства любой программы является интерфейс. Поэтому пользовательский интерфейс симуляции получил значительные улучшения. Теперь в программе есть стартовое меню с возможностью настройки графики, звуков и параметров стартовой симуляции (рисунок 3).

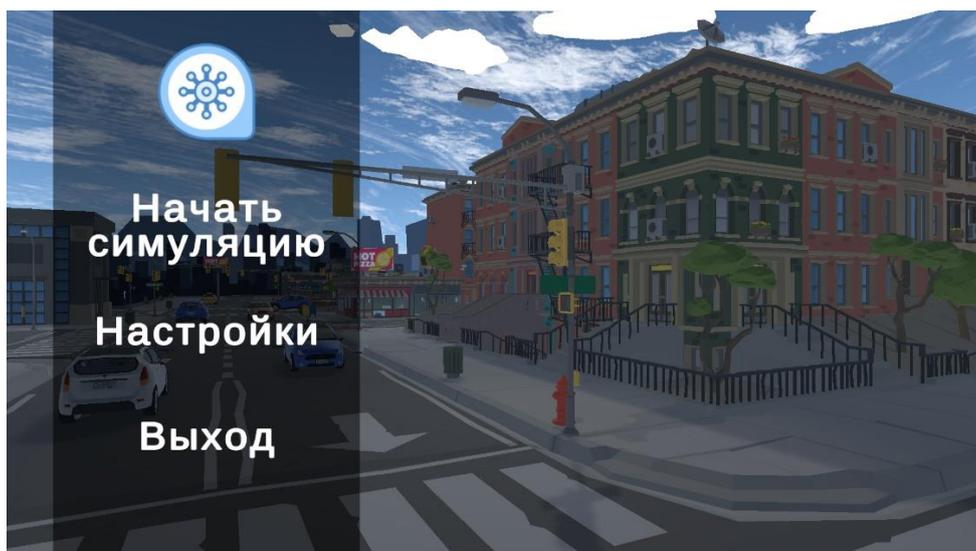


Рисунок 3 – Стартовое меню симуляции

При старте симуляции каждый параметр, влияющий на процесс, можно настроить при помощи удобных слайдеров (рисунок 4). Первые два доступны только при старте новой симуляции, а последние три можно также изменять в самом процессе.

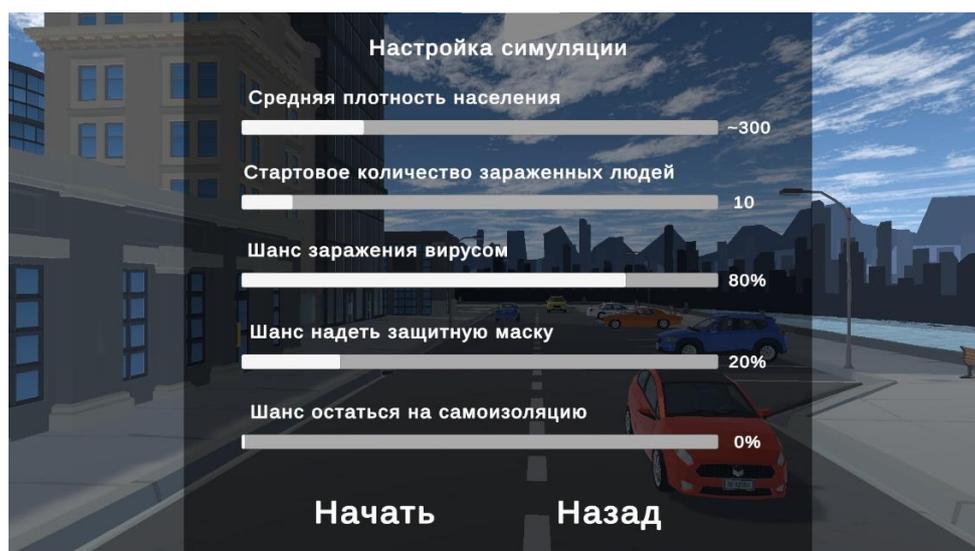


Рисунок 4 – Настройка стартовой симуляции

В интерфейсе главной сцены добавились новые возможности (рисунок 5). На левой панели появилась дополнительная кнопка перезапуска сцены. А справа кнопки регулирования скорости симуляции.



Рисунок 5 – Обновленный интерфейс главной сцены

Во время симуляции пользователь может регулировать доступные ему параметры влияющие на процесс симуляции при помощи обновленной панели (рисунок 5).

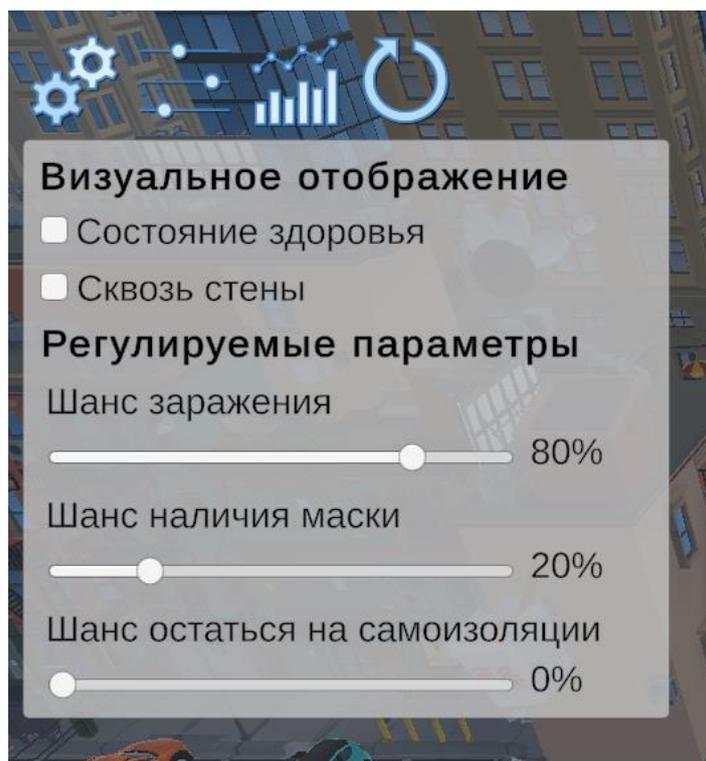


Рисунок 6 – Панель регуляции параметров

### Выводы

В результате проделанной работы повышено качество существующего программного продукта симуляции распространения эпидемии вируса. За счёт поднятия уровня эффективности взаимодействия и информативности симуляции компьютерная модель значительно развилась. Основные задачи, такие как улучшение существующих и внедрение новых факторов, влияющих на результаты симуляции, были выполнены. Пользовательский интерфейс стал намного отзывчивее, а управление более гибким.

Проведенные улучшения положительно сказались на удобстве, качестве и производительности программного продукта. После нескольких таких итераций улучшений симуляция будет соответствовать требуемому уровню.

### Литература

1. SIR и разновидности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.anylogic.ru/blog/sir-i-raznovidnosti-modeli-covid-epidemii-v-rossii/> - Загл. с экрана
2. Бездетный Н.А., Зори С.А. Программная симуляция распространения эпидемии вируса. Материалы VII Международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» (СИТОНИ-2021). – Донецк: ДонНТУ, 2021. – 230-236 с.
3. Реализация шаблона «Состояние» в Unity [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/484176/> - Загл. с экрана
4. LOD Группа [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/class-LODGroup.html> - Загл. с экрана
5. Окно Occlusion Culling [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/OcclusionCulling.html> - Загл. с экрана

УДК 518.5.001.57

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАНКТОНА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ГЕНОТИПА

**Таран А.Е., Ляпунова И.А.**

Южный федеральный университет, Таганрог, Россия

Кафедра Высшей математики

E-mail: [ataran@sfedu.ru](mailto:ataran@sfedu.ru), [ialyapunova@sfedu.ru](mailto:ialyapunova@sfedu.ru)

Южный федеральный университет, Таганрог, Россия

### *Аннотация:*

*Таран А.Е., Ляпунова И.А. Математическая модель распространения планктона с учётом влияния генотипа. Рассмотрены особенности размножения фитопланктона, влияние генотипа на процесс размножения и динамику распространения планктона. Предложен демо-генетический подход к моделированию полового размножения фитопланктона.*

### *Annotation:*

*Taran A.E., Lyapunova I.A. Mathematical model of plankton distribution taking into account the influence of genotype. The features of phytoplankton reproduction, the influence of the genotype on the reproduction process and the dynamics of plankton distribution are considered. A demo-genetic approach to modeling the sexual reproduction of phytoplankton is proposed.*

### **Введение**

Как известно, фитопланктон составляет около 80% органического вещества всей планеты и играет большую роль в экологической жизни и балансе её экосистемы. Основная функция - поддержание жизни и остальных взаимосвязей пищевой цепи.

У организмов есть множество репродуктивных форм. Различают бесполое и половое размножение [1]. Бесполое размножение - это то, при котором потомки были генами только одного родителя. Гаметы здесь не задействованы и нет вариаций хромосом, а именно они чаще всего встречаются у одноклеточных организмов. Большинство организмов, принадлежащих к фитопланктону, являются одноклеточными организмами. Среди центров полового размножения есть двойное деление и почкование. При половом размножении у фитопланктона потомство получается из комбинации генетического материала двух гамет. Они могут происходить как от одного родителя, так и от другого родителя. Некоторые виды подвергаются половому размножению, например, динофлагелляты, под определенным давлением окружающей среды. При этом зигота образуется благодаря слиянию двух особей. Эти особенности влияют на распределение признаков генотипа и могут учитываться при моделировании динамики биомассы фитопланктона.

### **Роль генотипа в популяции сообществ планктона**

Одной из первых и важнейших задач математической популяционной генетики был количественный анализ результатов действия естественного отбора в менделевской изолированной популяции (рисунок 1).

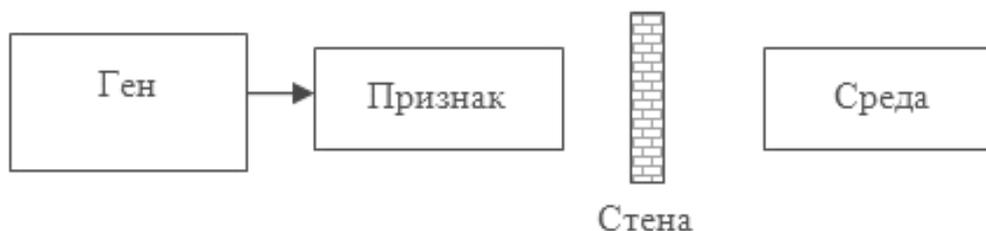


Рисунок 1 – Модель Менделя

На сегодняшний день сформировалось довольно четкое представление о плотностно- и частотнозависимых составляющих в естественном отборе. Учеными выявлено, что в популяциях коэффициенты отбора генотипических групп являются функциями частот каких-либо генов или генотипов или плотности популяции [2,3].

Несмотря на широкое разнообразие математических моделей, долгосрочное прогнозирование динамики популяций фито- и зоопланктона вызывает трудности. В современных моделях динамику распространения планктона рассматривают относительно химико-биологического состава и гидрофизических характеристик среды, а также известно, что увеличение биомассы живых организмов прямо пропорционально увеличению кормовой базы. Для планктонных сообществ наблюдается и тесная связь с освещенностью поверхности воды. Однако немаловажную роль играет приспособляемость организмов к внешним условиям, в том числе из-за многолетних мутаций. Если изменения химико-биологического состава воды можно спрогнозировать относительно течений и влияния человека на среду, то природные изменения освещенности поверхности воды учесть тяжелее, т.к. связаны с изменениями глобального климата. При этом логично, что планктон может адаптироваться и к этим изменениям. При моделировании такой адаптации может использоваться демо-генетический подход [4], а также частотные модели распределения генов.

Основными задачами предстоящего исследования являются: создание математической модели, учитывающей не просто выживание планктона при изменениях внешней среды, а преимущества мутационной изменчивости, которые у планктона происходят заметнее, чем у крупных организмов; создание программного комплекса на основе разработанной модели. В данном исследовании задача- показать необходимость учёта генотипа в моделировании динамики планктона. Авторами данной работы предлагается моделирование распространения фитопланктона относительно мутационной изменчивости к освещению водной поверхности с помощью частотных моделей, т.к. для фитопланктона давление отбора на генотип зависит в основном от самого генотипа. Здесь за основу можно взять тот факт, что скорость роста средней приспособленности пропорциональна дисперсии приспособленности:

$$dW / dt = W_i P_i (W_i - W)^2 ,$$

где  $P_i$  – частота гена  $i$ ,  $W_i$  - средние приспособленности генов  $W_i$ , что соответствует теореме естественного отбора Фишера.

Генотип зоопланктона аналогично может приспособляться к изменению кормовой базы, однако в их динамике численности играют большую роль конкурентные взаимоотношения и здесь более актуален демо-генетический подход на основе модели Костицина [5]. Особенности генетической изменчивости можно контролировать в закрытых промысловых водохранилищах.

## Заключение

При селективном отборе некоторых видов фитопланктона можно достаточно эффективно прогнозировать динамику популяции. Однако на океанические и морские виды воздействовать селекционными методами трудно, но возможно строить прогноз динамики популяции с помощью демо-генетических моделей. Построение математических моделей, учитывающих эволюционные законы адаптации, остается актуальным.

## Литература

1. Фитопланктон: характеристика, питание, размножение: <https://ru1.warbletoncouncil.org/fitoplancton-4>
  2. Жданова О.Л., Колбина Е.А., Фрисман Е.Я. Проблемы регулярного поведения и детерминированного хаоса в математической модели эволюции менделевской лимитированной популяции // Дальневосточный математический журнал. – 2003. Т. 4, № 2. – С. 289-303.
  3. Жданова О.Л., Фрисман Е.Я. Исследование динамики модели менделевской однолокусной полиаллельной популяции с экспоненциальным плотностно зависимым отбором // Дальневосточный математический журнал. – 2004. Т. 5, № 2. – С. 250-262.
  4. Ляпунова И.А., Бажанов Н.Н. Задача разработки демо-генетической модели адаптации вредителей к агрокультурам с учетом вида таксиса. Инженерный вестник Дона, №9 (2019) [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6191](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6191). eISSN: 2073-8633
  5. Kostitzin V. A. Biologie mathématique. Librairie Armand Colin. Zbl 0016.06707. Paris. 1937.
- Ляпунова Ирина Артуровна, доцент, ИКТИБ ЮФУ, [ialyapunova@sfedu.ru](mailto:ialyapunova@sfedu.ru), +79034319926
- Таран Алексей Евгеньевич, магистрант, ИКТИБ ЮФУ, [ataran@sfedu.ru](mailto:ataran@sfedu.ru)
- Lyapunova Irina Arturovna, associate Professor, ICTIS SFU, [ialyapunova@sfedu.ru](mailto:ialyapunova@sfedu.ru), +79034319926
- Taran Aleksey Evgenyevich, Master's student, [ataran@sfedu.ru](mailto:ataran@sfedu.ru)

УДК 519.63

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА АДАПТИВНОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ БЫСТРО МЕНЯЮЩИХСЯ ФУНКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСШИРЕНИЯ ЛОБАТТО-КРОНРОДА СЕДЬМОГО ПОРЯДКА

**Маглеванный И.И., Карякина Т.И., Полях Н.Ф.**

Волгоградский государственный социально-педагогический университет,  
27 пр-кт им. В.И.Ленина, Волгоград, 400005  
E-mail: sianko@list.ru

### **Аннотация:**

*Маглеванный И.И., Карякина Т.И., Полях Н.Ф. Практическая программа адаптивного интегрирования быстро меняющихся функций с использованием расширения Лобатто-Кронрода седьмого порядка. В данной работе представлен квадратурный алгоритм, основанный на квадратурной формуле Лобатто-Кронрода, которая является адаптивным методом численного интегрирования. Это вариант квадратуры Лобатто, в котором точки оценки выбираются таким образом, чтобы можно было вычислить точное приближение путем повторного использования информации, полученной при вычислении менее точного приближения. Это пример так называемого правила вложенной квадратуры: для одного и того же набора точек оценки функции оно имеет два квадратурных правила, одно высшего порядка и одно низшего порядка (последнее называется встроенным правилом). Разница между этими двумя приближениями используется для оценки погрешности вычисления интегрирования. Представлен компактный программный код описанного алгоритма на языке C. Численный пример показывает, что предложенный алгоритм является эффективным и надежным.*

### **Annotation:**

*Maglevannyy I.I., Karyakina T.I., Poly N.F. A practical program for adaptive integration of rapidly changing functions using the Lobatto-kronrod extension of the seventh order. We present here the quadrature algorithm which is based on the Lobatto-Kronrod quadrature formula which is an adaptive method for numerical integration. It is a variant of Lobatto quadrature, in which the evaluation points are chosen so that an accurate approximation can be computed by reusing the information produced by the computation of a less accurate/ approximation. It is an example of what is called a nested quadrature rule: for the same set of function evaluation points, it has two quadrature rules, one higher order and one lower order (the latter called an embedded rule). The difference between these two approximations is used to estimate the calculation error of the integration. A compact C-code of described algorithm is presented. The simulation results validate the efficiency and robustness of proposed algorithm.*

### **Общая постановка проблемы**

Вопросам разработки, исследования, тестирования и применения численных методов приближенного вычисления определенных интегралов посвящено огромное количество литературы, включая обширные монографии, справочники и множество журнальных статей. Однако это не снимает проблему разработки эффективных и экономичных в плане вычислительных затрат методов решения, специализированных для определенных классов задач. Одной из таких проблем является задача приближенного вычисления интегралов от быстро меняющихся функций. Такие функции могут иметь четко выраженные острые пики или же сильно колебаться от отрицательных значений к положительным [1].

### Численная оценка интеграла адаптивным методом

Нашей целью является аппроксимация определенного интеграла

$$I = \int_a^b f(x) dx,$$

(1)

где  $f: [a, b] \rightarrow R$  является интегрируемой функцией, а интервал  $[a, b]$  является замкнутым. На практике нередко встречаются случаи, когда подынтегральная функция меняется по-разному на отдельных участках отрезка интегрирования. Это обстоятельство требует такой организации экономичных численных алгоритмов, при которой они автоматически приспосабливались бы к характеру изменения функции. Такие алгоритмы называются адаптивными (приспосабливающимися). Они позволяют вводить разные значения шага интегрирования на отдельных участках отрезка интегрирования. Это дает возможность уменьшить машинное время без потери точности результатов расчета. Подчеркнем, что этот подход используется обычно при задании подынтегральной функции  $y=f(x)$  в виде формулы, а не в табличном виде. Адаптивные алгоритмы [2] динамически принимают решение, какое число обращений к процедуре вычисления подынтегральной функции необходимо для вычисления интеграла с требуемой точностью. Эффективность и надежность таких алгоритмов зависит от стратегии, которая определяет дополнительное деление промежутка интегрирования.

В работах [3] и [4] показано, что невозможно построить правильную программу, которая интегрирует каждую заданную функцию. Следовательно, задача разработчика программного обеспечения состоит в том, чтобы кодировать программы, которые правильно функционируют для как можно большего класса функций.

Предлагаемый нами алгоритм использует две аппроксимации  $I_2$  и  $I_1$  для интеграла (1). Если разность между этими двумя аппроксимациями меньше, чем требуемая точность, мы принимаем лучшую оценку  $I_1$  как приближенное значение интеграла. В противном случае используем дополнительное разбиение отрезка  $[a, b]$  и продолжаем рекурсивно для каждого подинтервала.

### Формулы Гаусса-Лобатто-Кронрода

Мы используем следующие аппроксимации [5]

1. Формулу Гаусса-Лобатто с четырьмя узлами для оценки  $I_2$

$$I = \int_a^b f(x) dx \approx I_2 = \frac{h}{6} \{f(a) + f(b) + 5[f(m - \beta h) + f(m + \beta h)]\}. \quad (2)$$

2. Расширение Кронрода предыдущей формулы с семью узлами для более точной оценки  $I_1$

$$I = \int_a^b f(x) dx \approx I_1 = \frac{h}{1470} \{77[f(a) + f(b)] + 432[f(m - \alpha h) + f(m + \alpha h)] + 635[f(m - \beta h) + f(m + \beta h)] + 672f(m)\}. \quad (3)$$

Здесь

$$h = \frac{1}{2}(b - a), \quad m = \frac{1}{2}(b + a), \quad \alpha = \sqrt{\frac{2}{3}}, \quad \beta = \frac{1}{\sqrt{5}} \quad (4)$$

Отметим, что все 4 узла формулы (2) уже использованы в формуле (3), так что после вычисления  $I_1$  значение  $I_2$  определяется уже без дополнительных обращений к программе

вычисления подинтегральной функции. Более детально расширения Гаусса-Кронрода описаны в [6].

В работе [5] отмечено, что описанный алгоритм имеет хорошие численные характеристики по сравнению со многими другими (включая коммерческие).

### Критерий останова

Авторы работы [5] рекомендуют следующий критерий останова, учитывающий конечную точность машинной арифметики

$$if((|I_1 - I_2| + toleps == toleps)|(m \leq a)|(b \leq m))return I_1 \quad (5)$$

Здесь  $tol eps = tol/eps$ , где  $tol$  - оценка погрешности интегрирования, задаваемая пользователем,  $eps$  - оценка точности машинной арифметики (машинный эpsilon) - наименьшее число, такое, что  $1 + eps \neq 1$ . Критерий (5) гарантирует окончание работы программы и неявное ограничение глубины рекурсии.

### Программный код

Практическая реализация описанного алгоритма была осуществлена на алгоритмическом языке С. Программный код представлен ниже.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
#include <math.h>
static double AdaptLobQuadrStep(double (*f)(double x),
double a,double b,double fa,double fb,double tol_eps)
{double alpha,beta,h,m,mll,ml,mr,mrr,fmll,fml,fmr,fm,fmrr,
integral2,integral1,Delta,dist;
//Константы, используемые в алгоритме
alpha = sqrt(2.0/3.0);beta = 1.0/sqrt(5.0);
// Обратите внимание, что 7-точечная формула повторно использует все узлы 4-//
точечной формулы.
h=(b-a)/2;m=(a+b)/2;mll=m-alpha*h;ml =m-beta*h;
mr=m+beta*h;mrr=m+alpha*h;fmll=f(mll);fml=f(ml);
fm=f(m);fmr=f(mr);fmrr=f(mrr);
// Находим 4-точечную и 7-точечную оценки интеграла
integral2=(h/6)*(fa+fb+5*(fml+fmr));//4-точечная формула Гаусса-Лобатто.
integral1=(h/1470)*(77*(fa+fb)
+432*(fmll+fmrr)+625*(fml+fmr)+672*fm);//7-точечное расширение Кронрода.
// Разность между 4-точечными и 7-точечными оценками интеграла является
// оценкой точности
Delta=fabs(integral1-integral2);dist=Delta+tol_eps;
if(dist==tol_eps||mll<=a||b<=mrr){
if(!(m>a&& b>m)
printf("Интегрирование достигло интервала, в котором нет машинных чисел\n");
return integral1;//прекратить рекурсию
}
else {//Делим интервал на шесть подинтервалов.
return
AdaptLobQuadrStep(f,a,mll,fa,fmll,tol_eps)
```

```

+AdaptLobQuadrStep(f,mll,ml,fmll,fml,tol_eps)
+AdaptLobQuadrStep(f,ml,m,fml,fm,tol_eps)
+AdaptLobQuadrStep(f,m,mr,fm,fmr,tol_eps)
+AdaptLobQuadrStep(f,mr,mrr,fmr,fmrr,tol_eps)
+AdaptLobQuadrStep(f,mrr,b,fmrr,fb,tol_eps);
}
}
////////////////////////////////
double AdaptLobQuadr(double(*f)(double t),double a,double b,double tol)
// Программа вызывается с требуемой точностью tol. наименьшее допустимое
// значение tol равно 10*eps, где eps- машинный эпсилон. Если tol вводится // как
// меньшее значение например, tol=0), то tol полагается равным 10*eps
{double eps=1,tol_eps;
//Найти машинный эпсилон
while(1.+eps!=1.)eps/=2.;eps*=2;
if(tol<10*eps)tol=10*eps;tol_eps=tol/eps;
return AdaptLobQuadrStep(f,a,b,f(a),f(b),tol_eps);
}

```

#### Численный пример

Рассмотрим интеграл

$$I = \int_{-1}^2 ([L(0, \Gamma, t) + L(1, \Gamma, t)] + t^2 \cdot 10 \sin \Omega t) dt, \quad (6)$$

где  $L(c, \Gamma, t)$  - функция Лоренца

$$L(c, \Gamma, t) = \frac{1}{\pi} \frac{0.5\Gamma}{(x-c)^2 + (0.5\Gamma)^2}. \quad (7)$$

Здесь параметр  $\Gamma$  - полуширина пика, а высота пика равна  $L_{max}$ .

График типичной подинтегральной функции показан на рис.1.

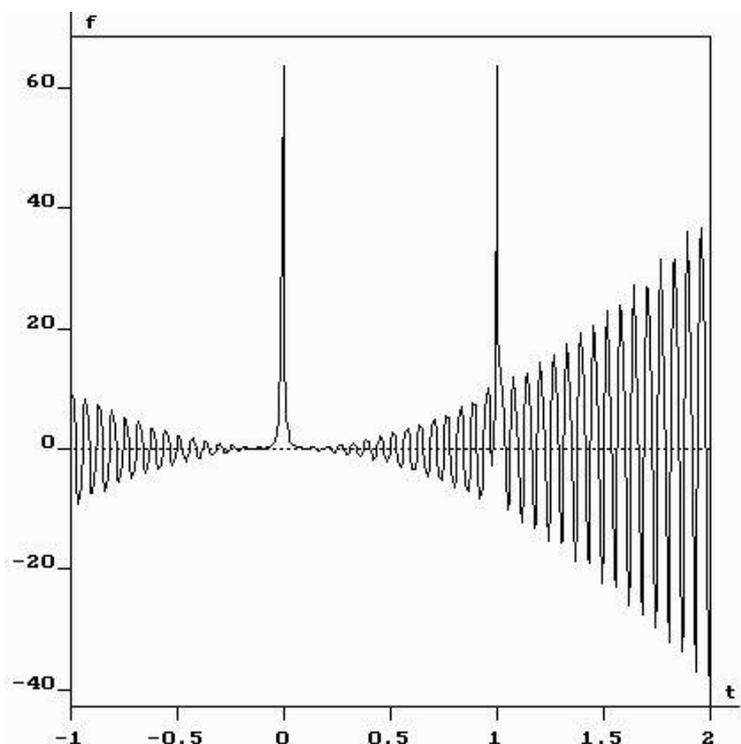


Рис. 1. График подинтегральной функции для интеграла (6) при  $\Gamma = 0.01, \Omega = 100$ .

В таблице 2 показаны численные оценки интеграла (6) для различных  $\Gamma$  и  $\Omega$ , которые определяют функции с очень острыми пиками.

Таблица 2 – Численные результаты

$\Omega$	$\Gamma$	$L_{max}$	$I_{exact}$	$I_{appr}$	$ I_{exact} - I_{appr} $	$N$	GLUB
100	0.01	63.662	1.884094	1.884094	1.977063e-11	9614	961
200	0.001	636.62	2.128524	2.128524	3.509193e-12	16514	1651
300	0.0001	6366.2	2.13266	2.132661	4.284129e-12	24374	2437
400	1e-5	63662	2.032005	2.032006	2.390088e-12	30014	3001
500	1e-6	6366620	1.937502	1.937502	1.196871e-10	36974	3697

В данной таблице  $I_{exact}$  - точные значения интеграла,  $I_{appr}$  - численные значения интеграла,  $N$  - число обращений к процедуре вычисления подинтегральной функции, GLUB - глубина рекурсии. Вычисления производились с точностью  $tol = 1.e - 10$ .

## Выводы

Особую ценность при решении практических задач представляют алгоритмы, обладающие свойствами адаптивности, то есть умеющие учитывать индивидуальные характеристики конкретной задачи из области определения данного алгоритма. Обычно подобные алгоритмы достаточно сложны. Однако сочетание рекурсии и известных простых схем интегрирования позволяет построить простой и изящный адаптивный алгоритм интегрирования. Авторы полагают, что такой метод полезен для научных и инженерных применений, где достаточно низкой точности и оценка функций на каждом узле является дорогостоящей. Проводя численный эксперимент, можно убедиться в преимуществах такого алгоритма перед классическими схемами как в скорости, так и в точности вычислений. Проблема оптимизации (модификации, модернизации) вычислительных методов по-прежнему сохраняет свою актуальность и определяет перспективу дальнейшего развития численного анализа.

## Литература

1. Maglevanny, I. I. Robust sampling-sourced numerical retrieval algorithm for optical energy loss function based on log–log mesh optimization and local monotonicity preserving Steffen spline, [Текст] / I. I. Maglevanny, V. A. Smolar // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, V. 367 - 2016. — P. 26-36
2. Davis, P. J., Rabinowitz, P. Methods of Numerical Integration. Academic Press, Orlando, 2nd edition, 1984.
3. deBoor, C. On writing an automatic integration algorithm. In J. R. Rice, editor, Mathematical Software, — New York: Academic Press, 1971. - P 201–209.
4. Kahan, W. M. Handheld calculator evaluates integral. Hewlett-Packard Journal, V. 31, №8 - 1980. — P 23–32.
5. Gander, W., Gautschi, W. Adaptive quadrature—revisited. BIT Numer. Math. V. 40, №1 -2000. — P. 84–101. doi:10.1023/A:1022318402393
6. Kronrod, A. S. Nodes and Weights of quadrature formulas, Authorized translation from the Russian Consultants Bureau, New York, 1965.

УДК 519.6

## АНАЛИЗ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ МЕТОДАМИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО И ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Васильченко А.А. к.т.н., Воронин А.А., д.ф.-м.н, профессор  
ФГАОУ «Волгоградский государственный университет»  
кафедра фундаментальной информатики и оптимального управления  
Email: [aa-vasilchenko@volsu.ru](mailto:aa-vasilchenko@volsu.ru), [fiou@volsu.ru](mailto:fiou@volsu.ru)

### **Аннотация:**

*Васильченко А.А., Воронин А.А. Анализ гидрологической безопасности северной части Волго-Ахтубинской поймы методами гидродинамического и геоинформационного моделирования. Представлены результаты анализа гидрологической безопасности северной части Волго-Ахтубинской поймы (ВАП), полученные в результате гидродинамического и геоинформационного моделирования. Приведены результаты вычислительных экспериментов по имитационному моделированию чрезвычайных затоплений северной части ВАП. Определены уровни опасности и рассчитаны времена начала затопления населенных пунктов и эвакуационных путей.*

### **Annotation:**

*Vasilchenko A.A., Voronin A.A. Analysis of hydrological safety of the northern part of the Volga-Akhtuba floodplain by hydrodynamic and geoinformation modeling methods. The results of the analysis of the hydrological safety of the northern part of the Volga-Akhtuba floodplain (VAF), obtained as a result of hydrodynamic and geoinformation modeling, are presented. The results of computational experiments on simulation modeling of emergency floods in the northern part of the VAF are presented. The levels of danger are determined and the times of the beginning of flooding of settlements and evacuation routes are calculated.*

### **Введение**

Социально-экономическое освоение пойменных территорий сопряжено с ростом риска чрезвычайных их затоплений вследствие роста количества находящихся в опасности людей и величины экономического ущерба. Поэтому территориальное распределение новых населенных пунктов и рост численности их населения должно сопровождаться мероприятиями, направленными на минимизацию негативных последствий чрезвычайных весенних половодий и паводковых наводнений. В числе наиболее эффективных мероприятий находятся территориальное планирование урбанизации и возведение противопаводковых гидросооружений – дамб и отводных каналов. Эффективное планирование этих мероприятий, а также мероприятий оперативного управления безопасностью требует детального анализа территориальной динамики распределения угроз населению и хозяйству в зависимости от параметров чрезвычайной ситуации.

Целью данной работы является определение актуального уровня гидрологической опасности северной части Волго-Ахтубинской поймы (далее – ВАП) и установление количественных характеристик пределов гидрологически безопасной урбанизации и целевых параметров возможных гидротехнических проектов гидрологической безопасности ее новых урбанизируемых территорий.

### **Методы и технологии анализа**

Анализ гидрологической безопасности территории северной части ВАП проводился с использованием многослойной геоинформационной модели ее территории, включающей в себя слои рельефа, населенных пунктов, дорожной сети и карт затопления территории, рассчитанных на основе имитационной модели динамики паводковых вод. Эти модели реализованы в программно-алгоритмическом комплексе «Web-ЭКОГИС» [1,2], предназначенном для моделирования сезонных наводнений и аварийных ситуаций на реках и водохранилищах.

### Диапазон параметров

Общая численность населения ВАП составляет 41 тыс. человек, проживающих в 56 населенных пунктах.

Для анализа динамики гидрологического риска в рамках моделируемых параметров интенсивности ( $Q$ ) и длительности ( $t$ ) наводнений все населенные пункты ВАП в каждый момент времени мы разделяем на 4 (0-3) класса опасности. Населенные пункты нулевого класса находятся вне опасности. Жители незатопленных населенных пунктов класса 1 не могут эвакуироваться по затопленным сухопутным маршрутам. Жители затапливаемых населенных пунктов класса 2 могут эвакуироваться сухопутными маршрутами, а класса 3 – только водным и воздушным транспортом. Модель дорог представлена в виде дерева  $E$ , где вершинами являются поселки или перекрестки, а ребрами – соединяющие их дороги. Всего в модели 83 ребра ( $E_i$ ), из которых формируются эвакуационные пути до одного из мостов (рис. 1).

Территория ВАП разделена нами на зоны А и В, затопление которых происходит преимущественно из рек Ахтуба и Волга соответственно. Общую величину уровня риска для населения ВАП в каждой из зон мы характеризуем уровнем опасности  $U(Q, t) = \sum_{k=1}^{N_p} N_k p_k(Q, t)$ , где  $p_k$  – класс опасности  $k$ -го населенного пункта,  $N_k$  численность населения для  $k$ -го пункта. Сравнение этих уровней косвенно характеризует потенциальную сравнительную эффективность гидротехнических проектов безопасности на реках Волга и Ахтуба.

Для более подробного анализа территориального распределения гидрологического риска мы вычисляем моменты начала затопления населенных пунктов классов 2 и 3, а также эвакуационных путей населенных пунктов классов 1 и 3. Эта информация позволяет рассчитать необходимые средства эвакуации и составить оптимальное расписание движения эвакуационного транспорта. Кроме того, эти данные могут служить основой обоснования эффективности комплексных гидротехнических и инфраструктурных проектов гидрологической безопасности на территории ВАП.

### Анализ результатов вычислительных экспериментов

Как показали результаты моделирования, в пределах моделируемых величин  $Q = \{30, 35, 40, 45\}$  тыс. м<sup>3</sup>/с площадь затапливаемой территории увеличивается в течение первых 70 часов после начала наводнения паводка. В таблице 1 приведены времена начала затопления некоторых населенных пунктов и их эвакуационных путей для различных гидрографов.

Таблица 1. Времена начала затопления некоторых населенных пунктов и их эвакуационных путей (в часах).

	$Q=30$ тыс. м <sup>3</sup> /с	$Q=35$ тыс. м <sup>3</sup> /с	$Q=40$ тыс. м <sup>3</sup> /с	$Q=45$ тыс. м <sup>3</sup> /с
<b>1</b>	-	58	47	42
<b>2</b>	36	25	22	20
<b>3</b>	18	14	13	12

4	32	23	20	17
5	70	36	27	26
6	63	38	32	27
7	2	2	2	2

В ячейках таблицы указаны минимальные из значений  $t_p$  – время начала затопления поселка и  $t_d$  – время начала затопления дороги. Ячейки, в которых указано  $t_d$ , выделены цветом.

На рис. 1 представлена одна из карт затопления территории ВАП. Населенные пункты классов 0-3 окрашены соответственно в зеленый, желтый, розовый и красный цвета. Цифрами 1-7 обозначены поселки из таблицы 1. Пунктиром и цветом выделены затопленные дороги.

Динамика уровней опасности  $U(Q,t)$  для зон А и В ВАП для различных значений параметров наводнений приведена на рис.2.

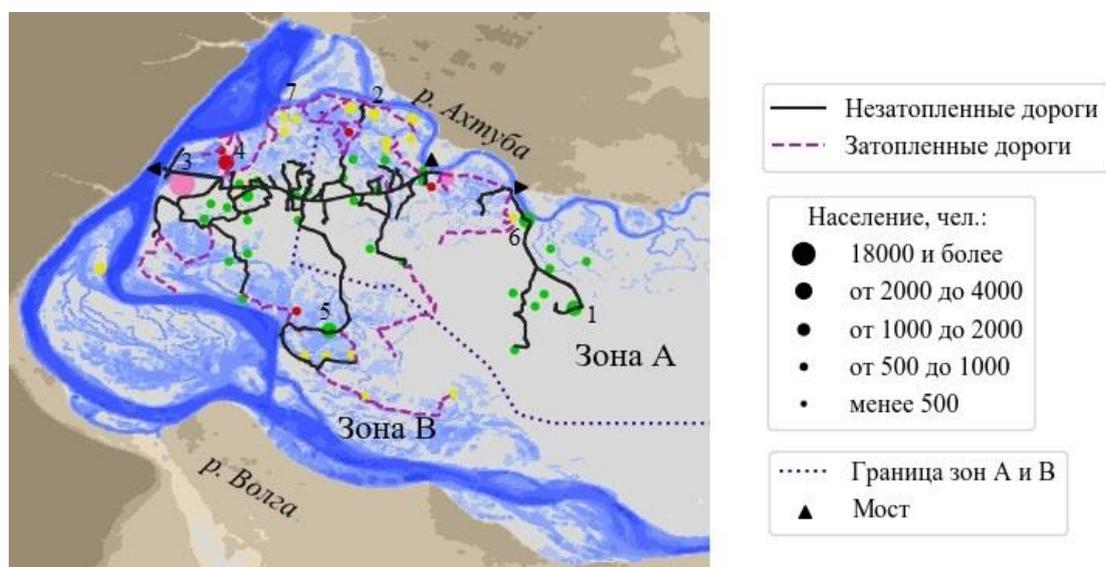


Рис. 1 Карта затопления северной части ВАП для  $Q=35$  тыс. м<sup>3</sup>/с,  $t=32$  часа.

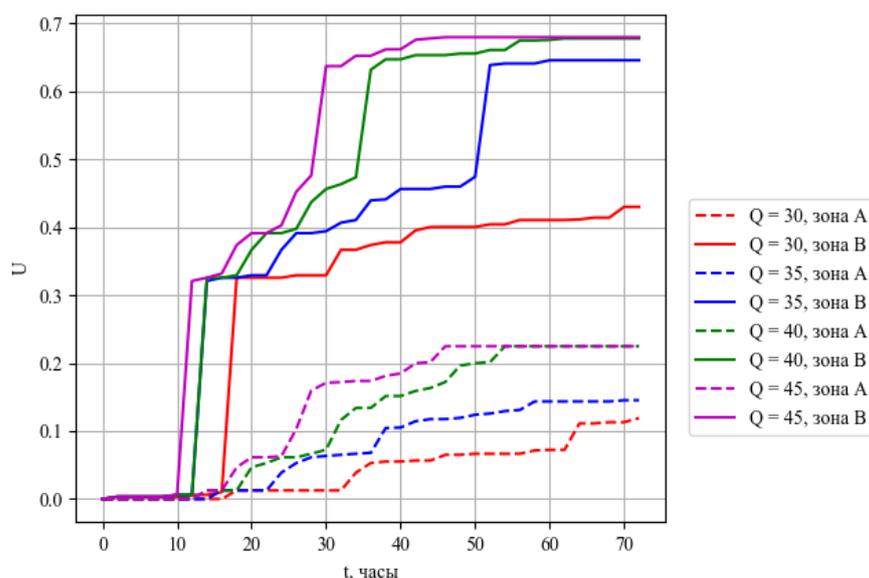


Рис. 2. Графики зависимости уровня опасности населения зон ВАП от  $Q$ , тыс. м<sup>3</sup>/с и  $t$ , час.

Диаграммы динамики классов населенных пунктов ВАП для зон А и В приведены на рис.3. Классы 0 и 3 монотонно убывают и возрастают со временем соответственно. Классы 1-2 характеризуются тем, что их состав со временем изменяется из-за перехода части этих населенных пунктов в класс 3.

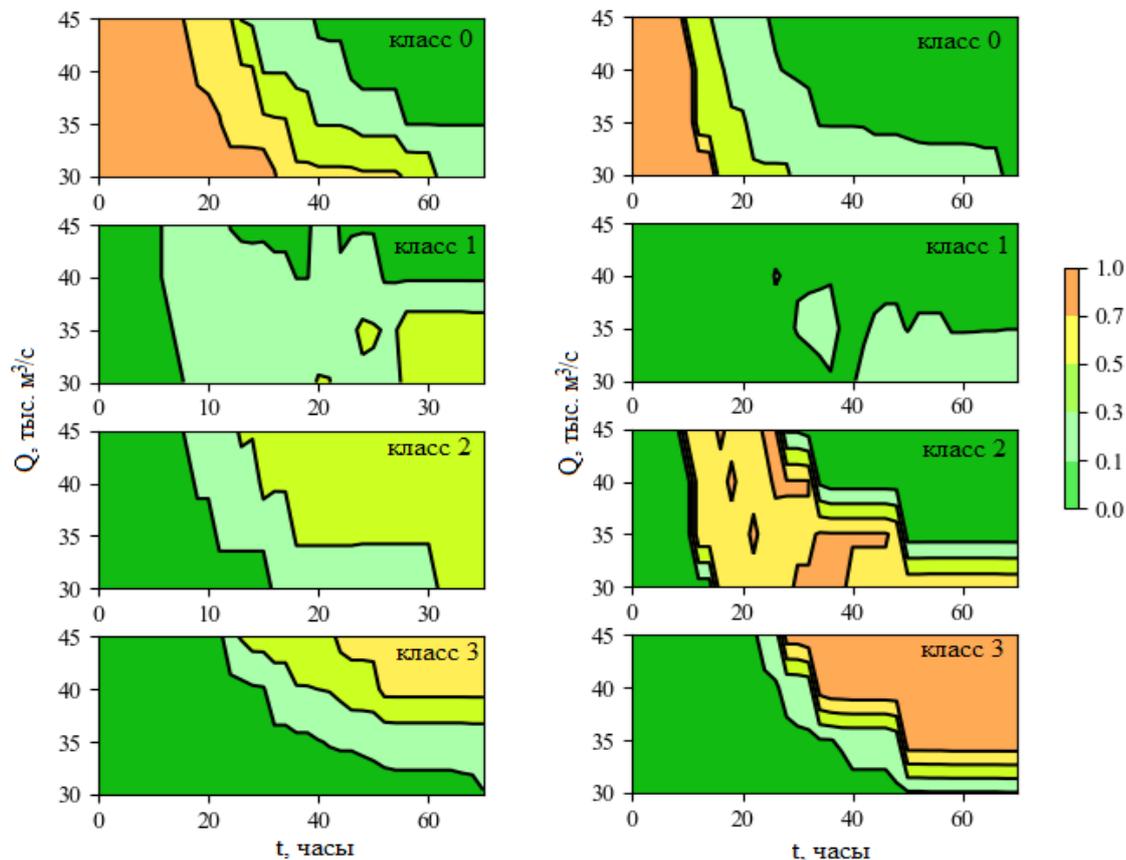


Рис. 3. Изолинии функции  $F(Q,t)$  долей населения, проживающего в населенных пунктах различных классов опасности в зонах А (слева) и В (справа).

Согласно проведенному анализу развития наводнения опасность затопления поселков возникает через 12-18 часов (первым затопляется поселок под номером 3), при этом затопление дорог начинается значительно раньше – первые затопленные дороги появляются уже через 2 часа после начала паводка (в такую ситуацию попадают жители двух поселков). Возможность самостоятельной эвакуации имеется у большинства жителей в течение 10-16 часов после начала чрезвычайной ситуации.

### Литература

1. Программный комплекс ЭКОГИС. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://geomit.ru/ecogis>. – Загл. с экрана.
2. Khoperskov, A. A Numerical Simulation of the Shallow Water Flow on a Complex Topography / A. Khoperskov, S. Khrapov A // Numerical Simulations in Engineering and Science / Edited by Srinivasa Rao, InTechOpen, – 2018, P. 237-254. DOI: 10.5772/intechopen.71026. Режим доступа: <https://www.intechopen.com/books/numerical-simulations-in-engineering-and-science/a-numerical-simulation-of-the-shallow-water-flow-on-a-complex-topography>.

УДК 004.94

## ПАКЕТНАЯ ОБРАБОТКА И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СРЕДСТВАМИ ПРОГРАММЫ PARAVIEW

**Дубовцов И.С., Бутенко М.А., Кузьмин Н.М.**

Волгоградский государственный университет

кафедра информационных систем и компьютерного моделирования

E-mail: ivtm-211\_417473@volsu.ru, maria\_butenko@volsu.ru, nikolay.kuzmin@volsu.ru

### **Аннотация:**

*Дубовцов И.С., Бутенко М.А., Кузьмин Н.М. Пакетная обработка и визуализация результатов компьютерного моделирования средствами программы paraview. В данной работе описана программа-конвертер бинарных файлов в формат VTK, позволяющая использовать пакетный режим. Программа конвертирует в формат VTK бинарные файлы, содержащие состояние модели газового галактического диска в некоторый момент расчетного времени. Программа реализована в виде скрипта, позволяющего автоматизировать процесс комплексной визуализации результатов гидродинамического моделирования. Продемонстрировано ускорение процесса визуализации за счет применения встраиваемого плагина для визуализации NVidia Index.*

### **Annotation:**

*Dubovtsov I.S., Butenko M.A., Kuzmin N.M. Batch processing and visualization of computer simulation results by means of the paraview program. This paper describes a program that converts binary files to the VTK format, which allows using batch mode. The program converts binary files containing the state of the gaseous galactic disk model at some moment in the computational time into the VTK format. The program is implemented as a script that allows you to automate the process of hydrodynamics simulations results complex visualization. The acceleration of the visualization process by using the NVidia Index plug-in for visualization has been demonstrated.*

### **Введение**

В различных областях современной науки существует большое количество задач, не имеющих точного аналитического решения. Для получения приближенного численного решения обычно используется компьютерное моделирование. Результатами такого моделирования, как правило, являются большие объемы данных, которые нуждаются в дальнейшем анализе. Визуализация данных способствует такому анализу [1]. Учитывая большие объемы данных, генерируемые в процессе численных экспериментов, вопрос выбора средств визуализации и их быстродействия становится особенно актуальным. Также большое значение имеет автоматизация визуализации при обработке больших объемов однотипных данных.

Существует множество инструментов для визуализации данных. Однако не все из них могут быть использованы при анализе данных, полученных в результате численного моделирования. Часть таких систем визуализации не работает с большими объемами данных, или не способны работать с ними интерактивно. Многие инструменты научной визуализации не используют весь потенциал вычислительных возможностей графических процессоров (GPU). Также существует проблема совместимости форматов данных, так как большое

количество программ для численного моделирования являются узкоспециализированными и выгружают данные в форматах, определяемых их авторами.

В данной работе представлено программное обеспечение для визуализации данных численного гидродинамического моделирования эволюции галактик. Физическая постановка задачи и используемый для ее решения численный метод подробно описаны в работе [2]. Для моделирования газовой галактической компоненты использовался метод сглаженных частиц (SPH) [3], который очень широко применяется при решении задач астрофизики. Этот метод был адаптирован для вычислений на GPU с помощью технологии CUDA [4].

Результатами моделирования является набор файлов определенной структуры, содержащих состояние системы в определенный момент времени. Для визуализации содержимого таких файлов актуальна организация пакетной обработки. Такая обработка позволяет автоматизировать рутинные и повторяющиеся действия, что приводит в случае обработки больших объемов однотипных данных к существенной экономии времени.

В этой работе продемонстрированы функциональные возможности кроссплатформенного пакета ParaView со встраиваемым плагином от NVidia для визуализации результатов численного гидродинамического моделирования и ускорения этого процесса. Главным разработчиком пакета ParaView является компания Kitware, которая занимается разработкой ПО для таких различных предметных областей (компьютерное зрение, анализ данных, высокопроизводительные вычисления и т.п.) [5].

Кроме того, рассмотрены возможности ускорения процесса визуализации в ParaView путем создания скрипта на языке программирования Python, позволяющего производить обработку файлов состояния в пакетном режиме и создавать комплексную визуализацию данных. Также были рассмотрены возможности ускорения работы в пакетном режиме при использовании встраиваемого плагина от NVidia Index.

### **Программа-конвертер данных из бинарного файла в VTK-формат**

Как было написано выше, результаты моделирования записываются в файлы состояния, содержащие параметры набора SPH-частиц в заданный момент времени. Формат этих файлов определялся разработчиком вычислительной программы и не является стандартным или общепринятым, поэтому ParaView не может напрямую их считывать. Для обеспечения возможности корректного чтения данных посредством пакета ParaView была написана программа, конвертирующая бинарный файл заданной структуры в формат VTK.

На рисунке 1 приведена схема, содержащая описание структуры входных и выходных данных для программы-конвертера. Сначала происходит инициализация переменной  $L$ , хранящей количество бинарных файлов, которые нужно конвертировать. Далее в цикле производится чтение данных из файлов. Для каждого файла считываются количество частиц, участвовавших в расчете  $N$  и текущее расчетное время  $time$ . Затем в цикле  $N$  раз считываются значения переменных  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (координаты),  $\rho$  (плотность),  $u$ ,  $v$ ,  $w$  (компоненты вектора скорости),  $e$  (объемная плотность энергии).

После чтения данных из бинарного файла можно записать их в файл формата VTK. Сначала в VTK-файл записывается метаданная: версия файла VTK, заголовок, формат представления данных (ASCII), тип записываемой геометрии (unstructured grid) и количество  $N$  (points) точек (см. рисунок 1). Далее в цикле  $N$  раз записываются значения координат частиц  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Затем также в цикле происходит запись значений компонент скорости  $u$ ,  $v$ ,  $w$ . Запись значений плотности и объемной плотности энергии происходит аналогично.

Пакет ParaView устроен таким образом, что к исходным данным мы можем применять различные фильтры, и результат визуализации может зависеть от последовательности их применения. Для работы с данными, представленными в виде облака точек, которые мы имеем при SPH моделировании, в ParaView можно использовать фильтр SPH Interpolation.

Для визуализации трехмерных данных можно воспользоваться фильтром SPH Volume Interpolation.

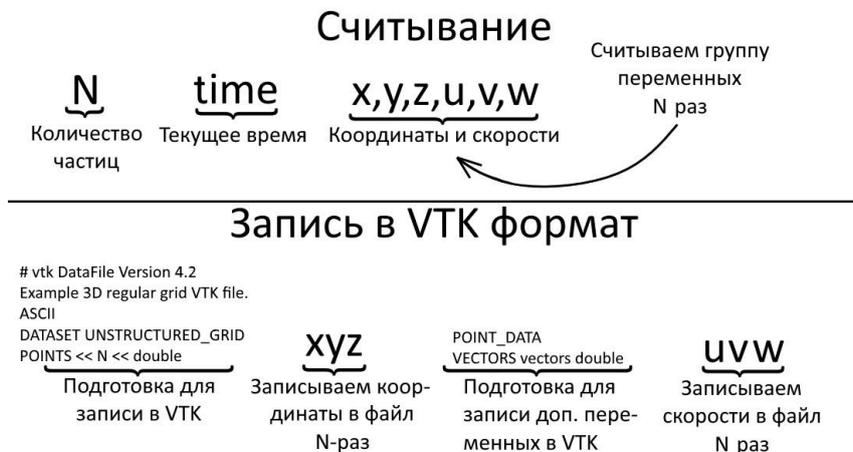


Рис. 1. Структуры бинарного файла и VTK-файла

На рисунке 2 показан результат визуализации распределения плотности с использованием фильтра SPH Volume Interpolation.

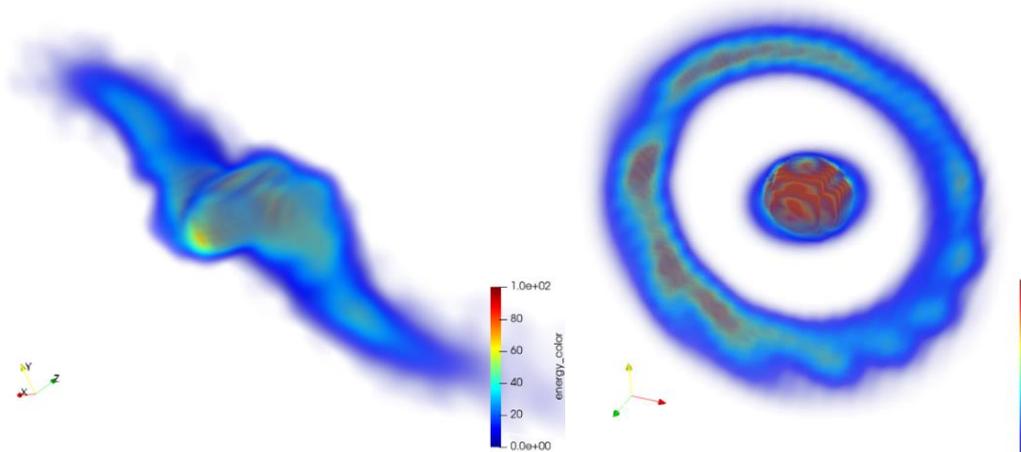


Рис. 2. Результат применения фильтра SPH Volume Interpolation для модели газового галактического диска: формирование спиральной структуры во внешнем потенциале неосесимметричного темного гало (слева); формирование кольцевой структуры (справа)

### Создание макросов на языке Python и комплексная визуализация

Пакет ParaView с помощью встроенного инструмента «Trace» позволяет писать на языке Python скрипты для настройки визуализации данных, которые в дальнейшем можно многократно запускать. После редактирования кода такого скрипта можно автоматизировать процесс обработки данных и сохранение результатов в файлы графических форматов, а также организовать пакетную работу с данными. Пример применения такой возможности показан на рисунке 3.

В ParaView предусмотрено разделение основного окна на несколько частей. Программа позволяет делить основное окно визуализации на дочерние, которые в свою очередь являются независимыми друг от друга: в каждое из таких окон можно загружать отдельный набор данных или выполнять срезы в разных плоскостях для одних и тех же данных, применяя в каждом дочернем окне свой набор фильтров. Возможность разделения основного рабочего окна позволяет более детально изучить изменение объекта в различных его представлениях [6].

Использование плагина NVIDIA IndeX позволяет применять фильтры SPH Interpolation в динамическом режиме. Данный плагин использует возможности интерфейса Xtreme Accelerated Computing, что, в свою очередь, обеспечивает более качественный и быстрый анализ данных за счёт разграничения процессов на GPU и выделения ключевых структур в наборе данных.

При интегрировании плагина от NVIDIA в пакет ParaView повышается производительность непосредственной визуализации большого объема данных. При использовании фильтра SPH Interpolation не нужно визуализировать весь набор данных. Плагин позволяет указать интересующую нас область визуализации, что значительно сокращает объем информации. Благодаря манипуляциям с ограничением визуализируемой области удаётся снизить нежелательную нагрузку на компьютер.

Для комплексной визуализации результатов трехмерного газодинамического моделирования галактического диска был написан скрипт на языке Python. Комплексная визуализация, пример которой показан на рисунке 4, была получена с использованием плагина от NVidia Index. С помощью панели управления, которая находится в правой верхней части рабочей области, поделен макет из 6 окон. В первом окне использовался фильтр SPH Volume Interpolation, во втором – фильтр SPH Plane Interpolation по оси OZ, в третьем окне – фильтр SPH Plane Interpolation по оси OX, в четвертом – фильтр SPH Plane Interpolation по оси OY, в пятом и шестом – фильтр SPH Line Interpolation по осям OZ и OX (см. рисунок 4).

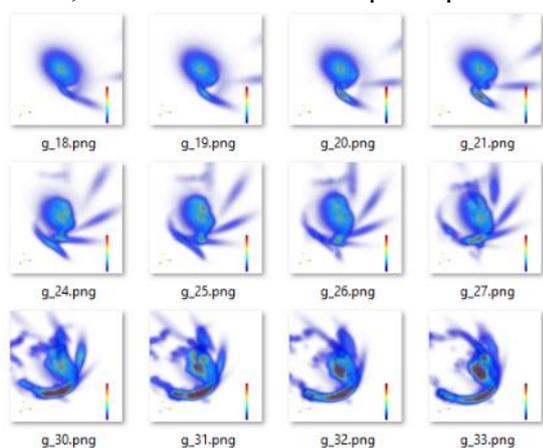


Рис. 3. Серия изображений с результатами гидродинамического моделирования, сохраненных из окна визуализации в процессе работы макроса

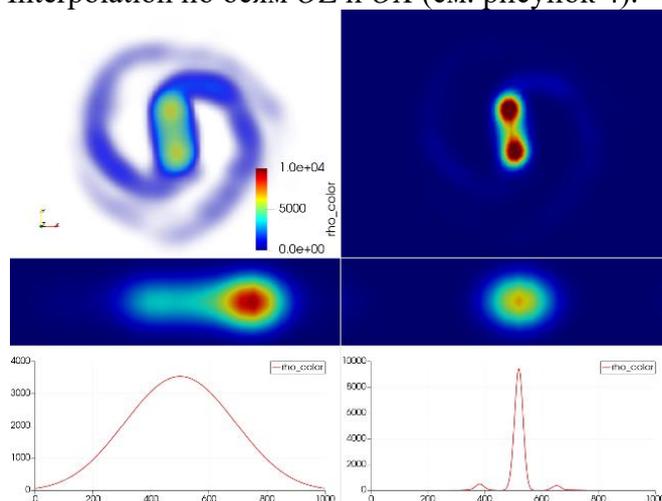


Рис. 4. Разбиение рабочей области на 6 окон, демонстрирующих модель газового галактического диска в некоторый момент времени с использованием плагина от NVidia

### Ускорение визуализации с помощью плагина Nvidia IndeX

Плагин Nvidia Index использует возможности GPU, что позволяет распределить задачи визуализации на GPU и тем самым ускорить процесс визуализации.

В нашей работе было также произведено исследование ускорения процесса пакетной визуализации при применении возможностей плагина Nvidia Index. Замеры проводились при обработке одного и того же набора данных на двух ЭВМ с различными аппаратными характеристиками (таблица 1):

1. Intel i5 9400f, DDR4 16GB, NVidia GTX 1660 Super 6GB;
2. Intel Xeon E5-2698, DDR4 512GB, NVidia Tesla V100 32GB.

Для первого компьютера использование плагина от Nvidia значительно уменьшило время обработки данных. Для второго же компьютера столь значительной разницы во времени между визуализацией без плагина и с плагином от NVidia не замечено. Тем не

менее, при обработке больших наборов данных выигрыш по времени очевиден. Исходя из результатов замеров (см. таблицу 1) можно сказать, что плагин от NVidia действительно ускоряет процесс визуализации.

Таблица 1 – Время, затрачиваемое на визуализацию результатов моделирования.

Технические характеристики	Первые 100 файлов результатов		Последние 100 файлов результатов	
	Без плагина	С плагином NVidia Index	Без плагина	С плагином NVidia Index
Intel i5 9400f, NVidia GTX 1660 Super 6GB	16 мин. 44 сек.	10 мин. 54 сек.	14 ч. 53 мин. 36 сек.	11 ч. 43 мин. 52 сек.
Intel Xeon E5-2698, NVidia Tesla V100 32GB	5 мин. 57 сек.	5 мин. 56 сек.	3 ч. 11 мин.	3 ч. 10 мин.

### Заключение

В представленной работе был создан пакетный конвертер, с помощью которого производится конвертация данных из бинарных файлов в файлы формата VTK, которые подаются на вход пакету ParaView для визуализации данных.

Для автоматизации визуализации результатов численного моделирования был реализован скрипт, выполняющий комплексную визуализацию и экспорт полученных изображений в файлы графического формата. Скрипт работает в пакетном режиме и позволяет существенно ускорить процесс обработки большого количества результатов моделирования. Также было показано ускорение процесса визуализации за счет применения плагина от NVidia. Использование NVidia Index также позволяет получить изображения лучшего качества из-за более гладкой интерполяции.

Разработанный скрипт работает только для данных моделирования, полученных бессеточными методами, но описанный нами подход к автоматизации может быть распространен на визуализацию эволюционных процессов, моделируемых любыми методами. ParaView предоставляет широкий спектр настроек для сеток и фильтров.

### Литература

1. Попов, Д. Д. Визуальная аналитика многомерных динамических данных / Д. Д. Попов, И. Е. Мильман, В. В. Пилюгин, А. А. Пасько. – Текст: электронный // Аналитика и управление данными в областях с интенсивным использованием данных. XVIII международная конференция. – 2016. – С. 102–108.
2. Butenko M., Khoperskov A., Khrapov S. Modeling stellar-gaseous disks: rows in spiral patterns of galaxies // Journal of Physics: Conference Series, 2019. – V. 1203. – pp. 012062.
3. Monaghan J.J. Smoothed particle hydrodynamics // Annual review of astronomy and astrophysics, 1992. – V. 30. – pp. 543–574.
4. Khrapov, S. S. Smoothed-Particle Hydrodynamics Models: Implementation Features on GPUs / S. S. Khrapov, A. V. Khoperskov – Текст: электронный // Communications in Computer and Information Science. – Volgograd. – 2017. – V. 793, – P. 266–277.
5. The Official ParaView's page [Электронный ресурс] // The Official ParaView's page: <https://paraview.org>.
6. Schroeder, W. The Visualization Toolkit / W. Schroeder, K. Martin, B. Lorensen. – Текст: электронный // An Object-Oriented Approach To 3D Graphics: Edition 4.1. – 2018. – P. 123–148.

УДК 519.178

## ПОСТРОЕНИЕ НЕОРИЕНТИРОВАННОГО ГРАФА С НИЗКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ НЕПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ

**Хижнякова Е.В.**

Волгоградский государственный университет  
кафедра компьютерных наук и экспериментальной математики  
E-mail: [yakovleva.e.v@volsu.ru](mailto:yakovleva.e.v@volsu.ru)

### **Аннотация:**

*Хижнякова Е.В. Построение неориентированного графа с низким коэффициентом непрямолинейности. Рассмотрена задача построения графа с низким коэффициентом непрямолинейности как модели транспортной сети с минимальными издержками при перевозках исходя из степени непрямолинейности кратчайших путей. Разработан алгоритм построения такого графа.*

### **Annotation:**

*Khizhnyakova E.V. Construction of an undirected graph with a low coefficient of non-straightness. The problem of constructing a graph with a low coefficient of non-straightness as a model of a transport network with minimal transportation costs based on the degree of non-straightness of the shortest paths is considered. An algorithm for constructing such a graph has been developed.*

### **Общая постановка проблемы.**

В современном мире, в котором развивается промышленность и повышается мобильность населения, качество жизни во многом зависит от структуры транспортных сетей. Ведь структура транспортной сети сильно влияет на величину затрат при строительстве и использовании.

При проектировании транспортной сети используются математические модели. Под математической моделью транспортной сети понимается плоский граф, в котором вершины есть транспортные узлы или населенные пункты, а дороги являются ребрами.

В случае задачи минимизации капитальных затрат на строительство сети решение сводится к поиску геометрической сети, для которой суммарная длина отрезков минимально возможна. Эта и подобные ей проблемы называются проблемой Штейнера. Но решение этой задачи приводит к сетям с наименьшей длиной, но с достаточно большим искривлением путей, что приводит к огромным затратам при использовании, так как между большим количеством пар узлов устанавливаются кратчайшие пути, которые гораздо длиннее прямолинейных, что ведет к увеличению времени движения по маршруту, к увеличению затрат топлива и т.п. Поэтому ещё на этапе проектирования необходимо учитывать и эту характеристику.

Приведем более строгую постановку задачи.

Пусть на плоскости задан набор из  $n$  точек  $P_i (i = 1, 2, \dots, n)$ . Необходимо построить плоский граф с как можно меньшим коэффициентом непрямолинейности. Под коэффициентом непрямолинейности пути понимается величина, равная отношению длины пути к евклидовому расстоянию между началом и концом. Под коэффициентом непрямолинейности графа  $G$  понимается величина

$$\lambda = \frac{\sum_{p \neq q} \frac{|pq|_G}{|pq|}}{n \cdot (n-1)},$$

где  $p, q \in P$ ,  $|pq|$  - евклидово расстояние между узлами  $p$  и  $q$ ,  $|pq|_G$  – длина кратчайшего пути между узлами  $p$  и  $q$  в графе  $G$ . [1]

Для достижения поставленной цели нужно построить максимальный плоский граф.

**Теорема.** Граф является максимальным плоским графов тогда и только тогда, когда он представляет собой плоскую триангуляцию. [2]

Согласно вышеизложенным рассуждениям будем придерживаться стратегии построения оптимальной плоской триангуляции.

### Алгоритм построения.

1. В любую триангуляцию входят ребра, составляющие минимальную выпуклую оболочку точек  $P_i (i = 1, 2, \dots, n)$ , поэтому для начала нужно найти минимальную выпуклую оболочку и, в соответствии с этим, разделить точки на внешние и внутренние, а также добавить в искомый граф  $G$  ребра минимальной выпуклой оболочки.

2. Для каждой пары несмежных внешних вершин  $p$  и  $q$  составить список  $S_{pq}$  простых путей, проходящих через внутренние вершины, коэффициент непрямолинейности которых не превышает  $\lambda_G(pq)$ . Пути с коэффициентом непрямолинейности, превышающим  $\lambda_G(pq)$ , учитывать бессмысленно, так как заведомо есть более короткий путь на границе. Если грань является треугольной с внутренними узлами, то следует рассматривать пары смежных вершин и допустить пути, коэффициент непрямолинейности которых не превышает  $\lambda_G(pq) = 1$ .

3. Для каждой пары несмежных внешних вершин  $p$  и  $q$  (в случае треугольной грани с внутренними вершинами рассматривать пары смежных вершин) отсортировать найденные пути  $S_{pq}$  по принципу «меньше коэффициент непрямолинейности, больше узлов». Принцип «меньше коэффициент непрямолинейности» очевиден. Принцип «больше узлов» необходим для минимизации пересечений ребер и частной перестройки графа, что в конечном счете ведет к увеличению  $\lambda$ . Величиной для сравнения может служить:

$$t = \tilde{\lambda}_{pq} - \tilde{N}_{pq},$$

где  $\tilde{\lambda}_{pq}$  и  $\tilde{N}_{pq}$  – нормированные коэффициенты непрямолинейности и количество узлов пути  $s_{pq} \in S_{pq}$  соответственно.

4. Для каждой пары несмежных внешних вершин (в случае треугольной грани с внутренними вершинами пары смежных вершин)  $(p, q)$  добавить в граф  $G$  первый путь из  $S_{pq}$ .

5. Почти наверняка пути, построенные на предыдущем шаге, будут пересекаться не только в вершинах, что противоречит нашей цели построить плоский граф. Обработать каждый из обнаруженных конфликтов можно следующим образом:

5.1. Пусть пересекаются ребра  $u$  и  $v$ . Пути, проходящие через ребра  $u$  и  $v$  обозначим  $I_u$  и  $I_v$  соответственно. Для каждого пути из  $I_u$  найти наиболее короткий

альтернативный путь, не пересекающий ребро  $v$ . Аналогично для  $I_v$ . Обозначим списки альтернативных путей через  $A_u$  и  $A_v$ . Сделать это легко, так как есть прежде отсортированный список путей  $S$ , из которого нужно просто взять очередной и проверить, пересекает ли он ребро. Если нужного пути не оказалось, нужно использовать кратчайший путь, лежащий на границе.

5.2. Оценить процент потерь при удалении каждого из ребер  $u$  и  $v$ , который можно вычислить по формуле:

5.3.

$$lost(u) = \sum_{(p,q) \in D_u} \lambda(A_u(pq)) - \lambda(I_u(pq)),$$

где  $D_u$  – все пары вида (начало, конец) путей из  $I_u$ . Формула аналогична для  $lost(v)$ .

5.4. Если  $lost(u) < lost(v)$ , то все пути  $I_u$  заменяются путями  $A_u$ , а значит удаляется ребро  $u$ , иначе все пути  $I_v$  заменяются путями  $A_v$ , а значит удаляется ребро  $v$

6. Шаг 5 нужно повторять до тех пор, пока не останется пересечений.

7. Могут остаться изолированные вершины и грани, не являющиеся треугольниками. Если таких нет, конец алгоритма, триангуляция построена. В противном случае для каждой грани, имеющей внутри себя изолированные вершины или не являющейся треугольной, необходимо применить данный алгоритм, используя фактически полученную границу, а где минимально выпуклую оболочку.

### Результаты экспериментов.

Был проведен ряд экспериментов по статистическому исследованию коэффициента непрямолинейности триангуляций, построенных в результате работы вышеописанного алгоритма на случайно сгенерированных точках. Результаты эксперимента для 150 триангуляций на случайных наборах из 15 точек отражены на рисунке 1. Из гистограммы видно, что подавляющая часть триангуляций, построенная в результате работы приведенного алгоритма, имеет потери примерно 1,5-7,8%, что по сравнению с традиционным в современном мире устройством улиц, потери для которых обычно больше 15%, а для реальных городов составляет  $\approx 30\%$  [3], является неплохим результатом.

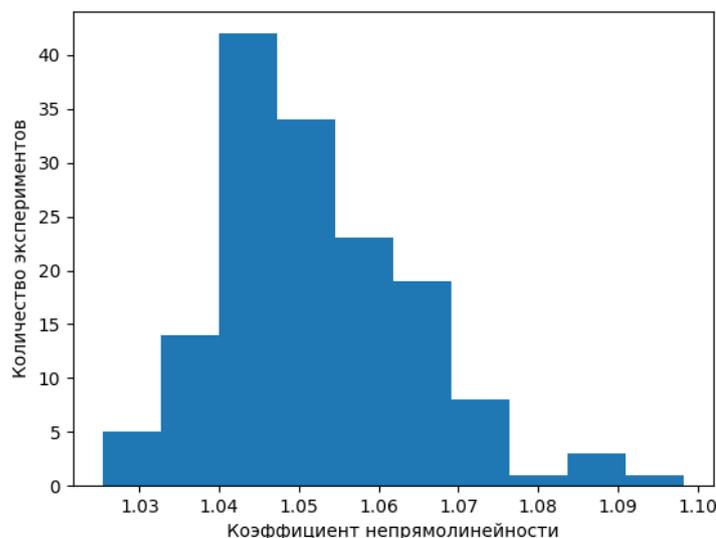


Рис. 1. Эмпирическая плотность распределения коэффициента непрямолинейности

### **Заключение.**

В данной работе рассмотрена задача проектирования транспортной сети с минимальными издержками при перевозках исходя из степени непрямолинейности кратчайших путей. Для решения поставленной задачи сформулирована математическая модель транспортной сети. Также разработан алгоритм построения графа с низким коэффициентом непрямолинейности как величины, указывающей на степень потерь при передвижении по графу. Разработанный алгоритм позволяет построить триангуляцию с коэффициентом непрямолинейности гораздо более низким, чем у графов современных транспортных сетей.

### **Литература**

[1] Яковлева, Е.В. Исследование коэффициента растяжения в плоских триангуляциях Делоне на основе численных расчетов / Е.В. Яковлева // Лобачевский и XXI век: материалы IV учебно-научной студенческой конференции, посвященной Году Лобачевского в Казанском федеральном университете / под ред. Л.Р. Шакировой. - Казань: Издательство Казанского университета, 2017. - С. 372-379.

[2] Емеличев В.А., Лекции по теории графов / Емеличев В.А., Мельников О.И., Сарванов В.И., Тышкевич Р.И. - М.: Наука, 1990.

[3] Яковлева, Е.В. Исследование коэффициента растяжения планарного графа транспортной сети численными методами / Е.В. Яковлева, В.А. Клячин // XXIII Региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области Тезисы докладов . Редколлегия: А.Э. Калинина [и др.]. Волгоград: Волгоградский государственный университет, 2019. С. 24-26

УДК 620.9

## РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЕРВУАРА

(Development of a project according to the design parameters of the tank with the provision  
of resource saving)

Абдуллин Нияз Айдарович<sup>1</sup>, Фомина Вероника Александровна<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Студент

<sup>1</sup>Самарский государственный технический университет  
E-mail: [nizick2015@gmail.com](mailto:nizick2015@gmail.com), [nikafominaalek@gmail.com](mailto:nikafominaalek@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Абдуллин Н.А., Фомина В.А. Ресурсосбережение и повышение надежности резервуаров за счет изменения конструктивных параметров резервуара. В составе системы нефтеснабжения России более 45000 цилиндрических вертикальных стальных резервуаров различного назначения и габаритов. Сооружение резервуаров с оптимальными конструктивными параметрами приведет не только к снижению металлоемкости конструкции в среднем на 10%, но и к снижению напряжений и повышению устойчивости резервуара, по сравнению с резервуарами, рекомендуемыми в нормативно-технической документации.*

### **Annotation:**

*Abdullin N.A., Fomina V.A. Resource saving and increasing the reliability of tanks by changing the design parameters of the tank. The oil supply system of Russia includes more than 45,000 vertical steel oil tanks of various purposes and dimensions. The construction of tanks with optimal design parameters will lead not only to a reduction in the metal consumption of the structure by an average of 10%, but also to a reduction in stresses and an increase in the stability of the oil tank, compared with the tanks recommended in the regulatory and technical documentation.*

### **Введение**

В последние десятилетия проблемы ресурсосбережения и повышения надежности объектов трубопроводного транспорта внесены в перечень приоритетных направлений развития науки, технологии и техники Российской Федерации, что подчёркивает их актуальность. Цель работы заключается в определении оптимальных параметров различных конструктивных элементов резервуара по критерию минимальной металлоемкости всей конструкции. Сооружение вертикальных стальных резервуаров (РВС), рассчитанных по данной методике, приводит не только к снижению металлоемкости конструкции в среднем на 10%, но и к снижению напряжений и повышению показателей надежности резервуара, по сравнению с некоторыми типоразмерами, рекомендуемыми в нормативно-технической документации

### **Материалы и методы исследования**

В основе работы лежит определение геометрических параметров резервуара по критериям Шухова В. Г. В частности, минимальный объём стали, необходимый для сооружения резервуара заданного объёма, а также радиус и высота резервуара, рассчитывается по следующим формулам:

$$H_{opt} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot \sigma_p}{\rho \cdot g}} \quad \text{и} \quad R_{opt} = \sqrt[4]{\frac{V^2 \cdot \rho \cdot g}{\pi^2 \cdot \alpha \cdot \sigma_p}} \quad (1)$$

$$V_{cm}^{min} = V \cdot \left( 2 \sqrt{\frac{\alpha \cdot \rho \cdot g}{\sigma_p} + \frac{h \cdot \rho \cdot g}{\sigma_p}} \right); \quad (2)$$

где:  $V$  – заданный объём резервуара, м<sup>3</sup>;  
 $\rho$  – плотность хранимого продукта, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\alpha$  –  $(\delta\delta + \delta\kappa)/2$  – среднее значение толщин днища и крыши, м;  
 $H$  – высота резервуара, м;  
 $h$  – высота пояса резервуара, м;  
 $R$  – радиус резервуара;  
 $\sigma_p$  – расчётное напряжение, МПа.

Уравнения (1) показывает, что все резервуары оптимальных размеров, исходя из условий минимизации расхода металла, должны быть одинаковой высоты, которая зависит от толщин настилов днища и крыши резервуара, а также, от расчётного сопротивления стали из которой изготовлена конструкция обечайки (стенки). Уравнение (2) показывает, что объём стали, а, следовательно, и его масса, удовлетворяющий условию минимизации расхода металла, пропорционален объёму резервуара, толщине настилов днища и крыши, а также расчётному сопротивлению стали конструкции стенки.

### Результат

Исходя из вышеизложенного, следует, что во всех резервуарах оптимальных размеров высота стенки сначала возрастает до предельного значения, после которого, несмотря на возрастание объёма резервуара, высота стенки остаётся постоянной, при известных значениях толщины днища и крыши, а также расчётного сопротивления стали [1]. На примере РВС-5000 представлен график (рис.1) зависимости удельной металлоёмкости от высоты резервуара. На основании наличия минимального значения удельной металлоёмкости определяются оптимальные значения геометрической высоты конструкции стенки, радиус и объём резервуара.

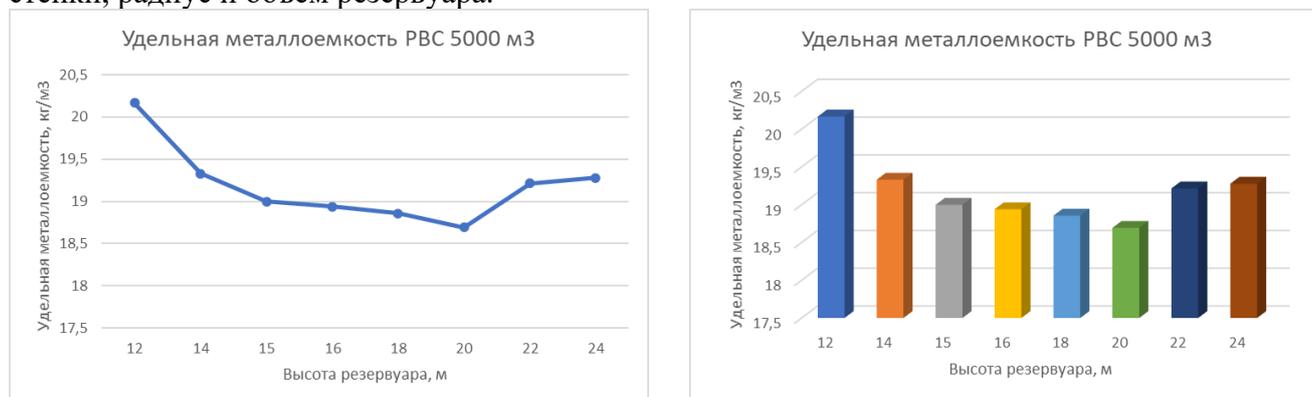


Рисунок 1. Удельный расход металла на сооружение РВС-5000

В работе были рассчитаны оптимальные размеры резервуаров, в соответствии с уравнениями (1) и объемами, принятыми по таблице рекомендуемых геометрических параметров резервуаров [2]. Для полученных геометрических параметров выполнены проверочные расчеты на прочность и устойчивость, а также определены перемещения стенки и днища РВС от единичных усилий - в зоне краевого эффекта по моментной теории, которые, в свою очередь, не превышают максимальные допустимые перемещения. На рисунке 2, представлен сравнительный анализ удельного расхода металла резервуаров, указанных в таблице 1 [2] с резервуарами оптимальных параметров, полученных по уравнению (2). При расчете толщин поясов и напряжений, возникающих в стенке РВС, использовано уравнение Лапласа,

связывающее напряжения в каждой точке осесимметричной оболочки поверхности с радиусами кривизны поверхности, толщиной оболочки и действующим давлением и его следствия для случая цилиндрической оболочки представлены в п.п.6.1.4 [2] и в п. 9.2.2 - 9.2.3 [3].



Рисунок 2. Сравнительный анализ удельного расхода металла на сооружение РВС

При сравнении полученных результатов расчётов можно сделать вывод, что для 3 типоразмеров резервуаров (РВС-5000 Н=12 м, РВС-10000 Н=12 м, РВС-20000 Н=14 м) рекомендованных к применению [2] и [4], расход металла превышает металлоёмкость оптимальных конструкций на 8-13%.

### Заключение

В результате расчетов было выявлено, что с появлением большеобъемных РВС, тяжелых крыш с каркасом и понтонов высота оптимальной конструкции выросла, но это не было учтено в нормативно-технической документации (НТД). Также выявлено, что в таблицах рекомендуемых параметров, указанные объемы резервуаров не соответствуют оптимальному расходу металла. Кроме того, снижение металлоемкости в конструкциях с оптимальными параметрами приведет к снижению напряжений в области соединения вертикальной стенки и горизонтального днища. Следовательно, при внедрении разработанной методики и внесении в НТД конструкций с оптимальными параметрами расход металла на сооружение резервуаров сократится на 8-13%, а напряжения снизятся на 4-5%. Внедрение результатов работы приведет к снижению капитальных затрат, повышению показателей надежности и эффективности эксплуатации резервуарных парков (РП).

### Литература

1. Шухов В.Г. Строительная механика. Избранные труды. М., «Наука», 1977
2. ГОСТ 31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия».
3. СТО-СА-03.002-2009 Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов (СТО-СА-03.002-2009)/Колл. авт. – 1-е изд. – Российская ассоциация экспертных организаций техногенных объектов повышенной опасности (Ассоциация Ростехэкспертиза), М., 2009 – 2016 с.
4. РД-23.020.00-КТН-018-14 «Резервуары стальные вертикальные для хранения нефти и нефтепродуктов объемом 1000 – 50000 м<sup>3</sup>»
5. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»
6. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции»

УДК 622.692.23

## ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СОПРЯЖЕНИЯ СТЕНКИ И ДНИЩА РЕЗЕРВУАРА В ВИДЕ УГОЛОВОГО ПРОКАТА

Семыкина Д.В.

Самарский Государственный Технический Университет

Кафедра трубопроводного транспорта

E-mail: [190656@bk.ru](mailto:190656@bk.ru)

### **Аннотация:**

*Семыкина Д.В. Оценка напряженно-деформированного состояния сопряжения стенки и днища резервуара в виде углового проката. В работе выполнен анализ истории развития конструктивного исполнения соединения стенки с днищем, представлены примеры исполнений, использовавшихся ранее конструкций. На основании выполненного анализа в работе предложено исполнение сопряжения стенки с днищем в виде углового профиля имеющего внутренний и наружный радиусы скругления. Предлагаемая конструкция обеспечивает плавное изменение геометрии в цилиндрической стенке под нагрузкой, что снижает напряжения в стенке резервуара.*

### **Annotation:**

*Semykina D.V. Assessment of the stress-strain state of the interface between the wall and the bottom of the tank in the form of angular rolled products. The paper analyzes the history of the development of the structural design of the connection of the wall with the bottom, presents examples of designs previously used structures. Based on the analysis carried out, the paper proposes a design for the interface of the wall with the bottom in the form of an angular profile having internal and external radii of rounding. The proposed design provides a smooth change of geometry in the cylindrical wall under load, which reduces stresses in the tank wall.*

### **Общая постановка проблемы**

В зоне соединения стенки с днищем вертикальных стальных резервуаров особенно опасны эксплуатационные дефекты, возникающие из-за высоких концентраций напряжений. Появление и развитие дефектов приводит к возникновению аварийных ситуаций, однако при снижении напряжений в данной зоне возможно повышение надежности соединения стенки и днища резервуара. Распределение усилий в уторном соединении по ГОСТ 31385-2016 представлено на рис. 1.

### **Исследования**

В научных трудах В.Г. Шухова [1] цилиндрическая оболочка стенки соединяется с плоским днищем путем установки уголкового профиля, полки которого устанавливаются внахлест со стенкой днищем резервуара. Установка уголка способствует снижению напряжений, передающихся от цилиндрической стенки плоскому днищу при взливе резервуара. При малых объемах резервуаров ввиду цилиндрической жесткости конструкции стенки данное решение является оптимальным. При увеличении объема резервуара и соответственно – радиуса, цилиндрическая жесткость стенки снижается, а момент действующий на стенку увеличивается. В книге М.К.Сафаряна [2] представлен резервуар объемом 4000 м<sup>3</sup> с сопряжением цилиндрической стенки с днищем по плавной кривой, днище которого представляет собой радиус сферы. Сопряжения стенки с отбортованным днищем и радиусом скругления обеспечивает снижение напряжений в конструкции, однако

такое решение применимо лишь на резервуарах малого объема, опирающихся на грунтовую подушку всей поверхностью сферы.

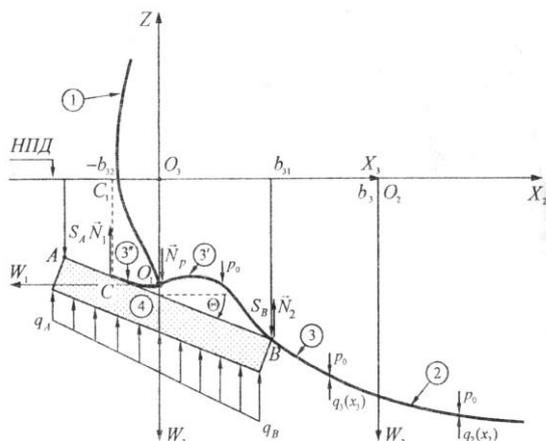
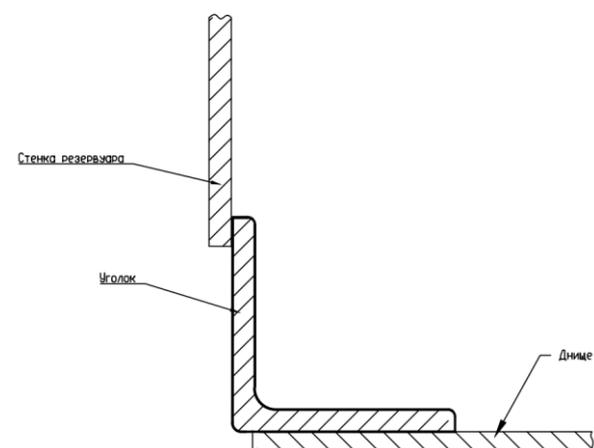
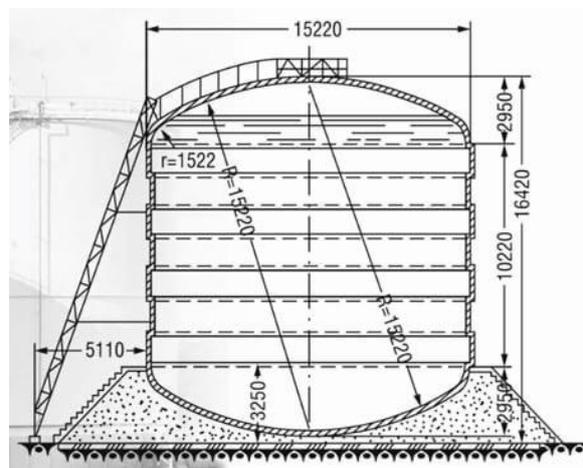


Рис. 1. Схема пространственных перемещений дна и стенки резервуара.

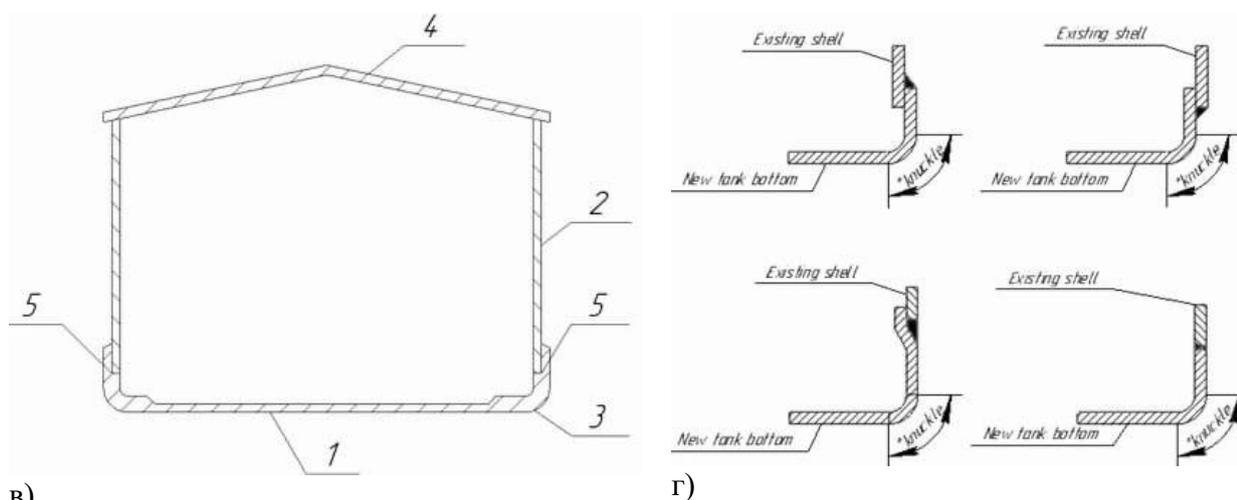
Авторы патента [3] предлагают выполнить окрайку в виде угольника, изогнутого по радиусу кривизны и установкой стенки на горизонтальную полку угольника и приваркой к ней угловыми швами. Сопряжение стенки с дном с радиусом скругления обеспечивает снижение напряжений в этой конструкции, однако отсутствие опорного элемента снаружи стенки резервуара приведет к возникновению усталостных деформаций и потере геометрии узла сопряжения стенки и дна и нижнего пояса резервуара. В диссертации Е.Е. Семина [4] представлено тавровое уторное соединение стенки с дном со сварным швом, выполненное по ГОСТ 31385-2016, вогнутым вовнутрь на 3-4 мм, что уменьшает вероятность возникновения пластических деформаций. Снижение вероятности возникновения пластических деформаций внутреннего сварного шва тавра не компенсирует наличие напряжений сжатия, возникающих в наружном тавровом шве в консоли выступающей части окрайки. В американском стандарте по ремонту резервуаров [5] представлены конструкции соединения стенки с дном с радиусами вальцовки, причем при замене данного элемента выполняется установка аналогичных конструкций. Недостатки данного вида сопряжения дна аналогичны вышеперечисленным для патента [3]. Описанные выше конструктивные решения представлены на рис. 2.



а)



б)



в) г)  
Рис. 2. Способы сопряжения конструкции стенки и дна в РВС. а) соединение стенки с дном при помощи угольника; б) резервуара со сферическим дном; в) соединение стенки с дном при помощи угольника с пазом; г) соединение стенки с вальцованным дном

По результатам анализа вышеперечисленных научных работ, была предложена модернизированная конструкция соединения стенки и дна резервуара (рис. 3), которая снижает напряжения как в зоне соединения, так и в конструкциях стенки и дна.

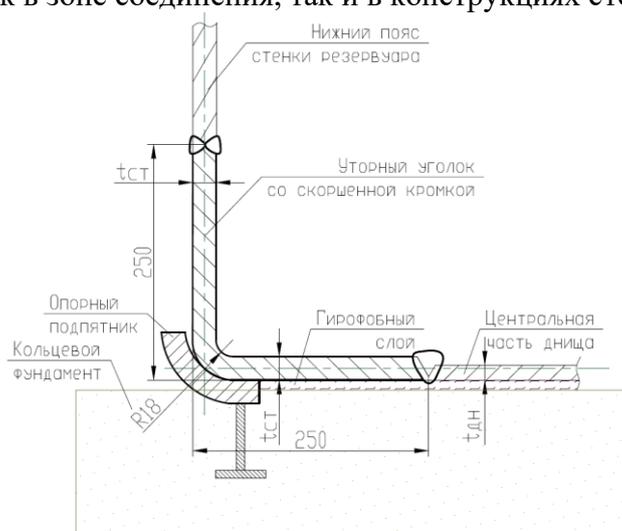


Рис. 3. Предлагаемое исполнение соединения стенки и дна для РВСП-50000

Соединение представляет собой вальцованный равнополочный уголок со скругленной внутренней и внешней поверхностью. Внешняя скруглённая часть уголка находится на точке пересечения средних линий листов дна и стенки. При наполнении резервуара продуктом предложенная конструкция не препятствует перемещениям стенки и дна, а делает это перемещение более свободным, что в свою очередь снижает напряжения. Использование опорной конструкции в виде подпятника обеспечивает сохранение цилиндричности стенки резервуара в процессе налива, воспринимая на себя нагрузку не только от веса конструкции стенки, крыши и оборудования, но и обеспечивает поворот уголка с закруглением в момент максимального налива резервуара.

В ходе работы был выполнен численный расчет методом конечных элементов для резервуара объемом 50000 м<sup>3</sup> (рис. 4).

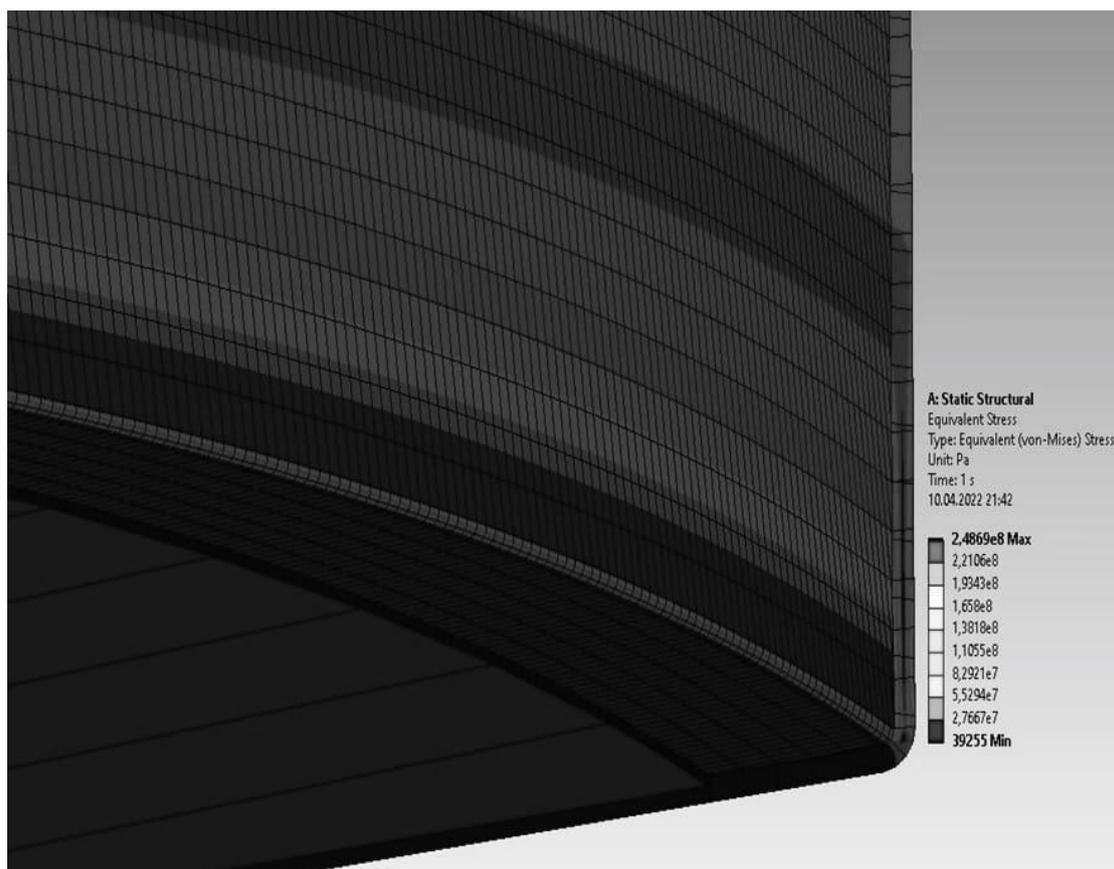


Рис. 4. Напряжения в зоне сопряжения стенки и дна резервуара с модернизированной конструкцией

### Выводы

В результате вычислений методом конечных элементов было выявлено, что предложенная конструкция снижает напряжения по сравнению с конструкцией узла, используемой в настоящее время:

в зоне второго пояса резервуара на 3%;

в зоне сопряжения стенки и дна на 13%.

Так же наблюдается снижение перемещений стенки на 2,5%. Снижение напряжений в конструкции сопряжения стенки с дном обеспечивает увеличение межремонтного интервала и срока службы резервуара.

### Литература

1. Шухов В.Г. Строительная механика. Избранные труды. М., «Наука», 1977. – 193 с.
2. Сафарян М.К. Стальные резервуары для хранения нефтепродуктов. М., «ОНТИ», 1958. - 240 с.
3. Пат. 844742 Российская Федерация, МПК E04H 7/02. Вертикальный цилиндрический резервуар / Галеев В.Б.; заявитель и 98 патентообладатель Уфимский нефт. ин-т. - № 2808627/29-33; заявл. 13.08.1979; опубл. 07.07.1981, Бюл. № 25.
4. Семин Е.Е. Оценка долговечности уторных узлов вертикальных стальных резервуаров в процессе эксплуатации. Москва.2012.-146с.
5. Standard for repair of shop fabricated aboveground tanks for storage of combustible and flammable liquids spo31 ballot comments 2008

УДК 519.711.3

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

**Мандриченко В.Н., Павленко Л.В., Ошовский В.В.**

Донецкий национальный технический университет

кафедра химической технологии топлива

E-mail: mandrichenko1999@mail.ru

### **Аннотация:**

*Мандриченко В.Н., Павленко Л.В., Ошовский В.В. Имитационная модель системы подготовки питательной среды. Приведено описание и компьютерная реализация имитационной модели получения и поддержания заданных технологических характеристик питательной среды первой стадии получения биомассы процесса производства биотоплива. Показана достаточная адекватность теоретической модели при анализе результатов её реализации на экспериментальной установке.*

### **Annotation:**

*Mandrichenko V.N., Pavlenko L.V., Oshovsky V.V. Simulation model of the nutrient medium preparation system. The description and computer implementation of a simulation model for obtaining and maintaining the technological specified characteristics of the nutrient medium of the first stage of obtaining biomass in the biofuel production process is given. Sufficient adequacy of the theoretical model is shown when analyzing the results of its implementation on an experimental setup.*

### **Введение**

На современном этапе развития компьютерной техники мощным инструментом познания реальных объектов, процессов и явлений выступает имитационное моделирование. Данный класс моделей широко используется для изучения различных аспектов функционирования разнообразных объектов, обучения при подготовке специалистов для решения производственных задач, отработки решений возможных проблемных ситуаций, отладки алгоритмов оптимального управления техническими системами.

В данной статье представлены математическое описание имитационной модели и результаты реализации её работы при разработке подсистемы получения питательной среды для первой стадии получения биомассы в процессе производства биотоплива.

### **Постановка задачи**

В качестве модельной питательной среды принята смесь растворов сильной кислоты ( $\text{HNO}_3$ ) и сильной щелочи ( $\text{KOH}$ ). Подготовка питательной среды включает первичное разбавление концентрированных кислоты и щелочи до заданных по регламенту значений концентраций. Эта операция выполняется в смесителях подготовительной стадии. Далее разбавленная кислота и щелочь с помощью насосов с постоянным расходом подаются в смеситель заключительной стадии, реакционный объем которого предварительно заполнен необходимым количеством воды.

Требуется обеспечить заданный уровень pH раствора питательной среды путем периодического дозирования растворов кислоты и щелочи (рис. 1).

Необходимость периодического контроля и поддержания значения кислотности и импульсный характер управления дозирующими насосами можно назвать определенным ограничением разработанной модели.

### Алгоритм работы подсистемы

Процесс достижения и поддержания заданного уровня рН питательной среды в смесителе заключительной стадии подготовки предложено выполнять согласно следующего алгоритма (рис. 2):

3. В начальный период времени в смеситель заключительной стадии насосом с фиксированной подачей поступает вода до наполнения требуемого объема  $pH = 7$ .
4. Текущее значение рН сравнивается с заданным значением  $pH_z$ . Если текущее значение меньше требуемого, то в смеситель насосом дозировано подается порция полученного ранее в смесителе 2 разбавленного раствора щелочи. В противном случае в смеситель насосом дозировано подается порция полученного ранее в смесителе 1 разбавленного раствора кислоты.
5. В соответствии с моделью из п.5.3 рассчитывается новое значение рН раствора питательной среды.
6. Вычисления по п.2-3 повторяются до тех пор, пока разница между текущим и заданным значениями рН не станет меньше погрешности  $\Delta = 0,01$ .

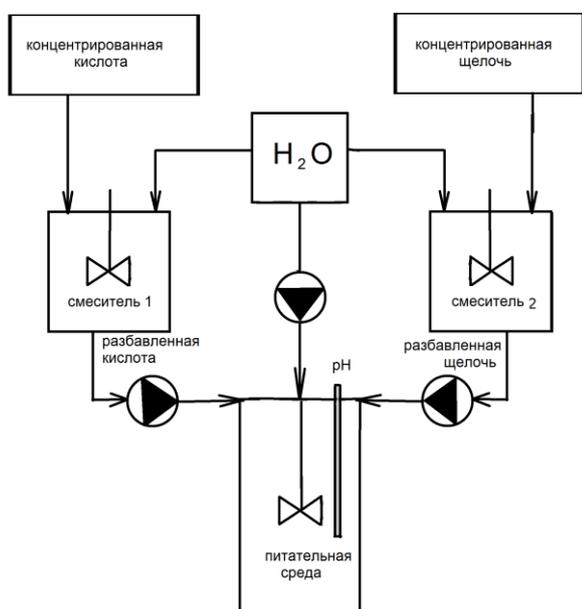


Рисунок 1 - Принципиальная схема подсистемы получения питательной среды

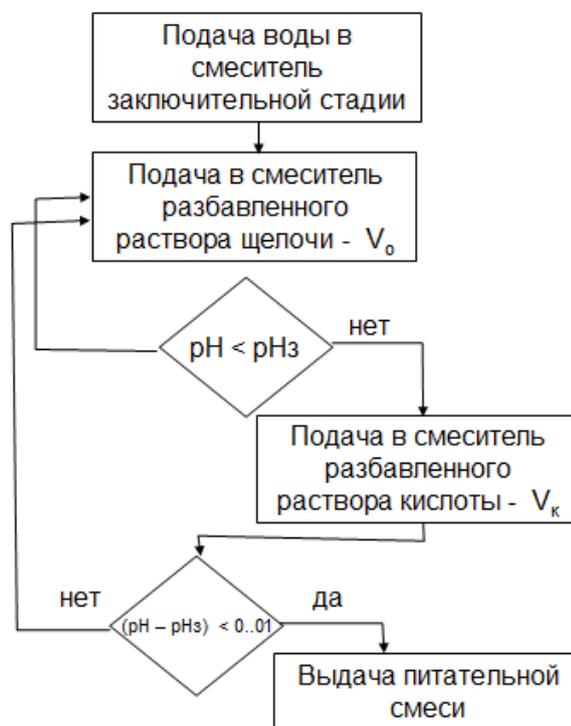


Рисунок 2 – Алгоритм работы подсистемы

### Математическое описание

Математическое описание модели основано на использовании следующих зависимостей для вычисления рН одноосновных кислот и оснований [2]:

$$pH = - \lg C_k \quad (1)$$

$$pH = 14 + \lg C_o \quad (2)$$

где  $C_k$ ,  $C_o$  – молярная концентрация кислоты или основания, моль/л.

При смешивании растворов кислоты и щелочи значение рН будет определяться суммарной концентрацией ионов водорода. Молярная концентрация ионов водорода в растворе кислоты и растворе щелочи находится по формулам

$$CC_{Mк} = \frac{V_k \cdot 1000}{M_k}, \quad CC_{Mo} = \frac{V_o \cdot 1000}{M_o}, \text{ моль/л} \quad (3) - (4)$$

где  $V_k, V_o$  - количество моль кислоты и количество моль основания в растворе;  
 $M_k, M_o$  - молярная масса кислоты и молярная масса щелочи.

С учетом объема кислоты  $V_k$  и объема щелочи  $V_o$ , поступающих в смеситель заключительной стадии, молярная концентрация компонентов раствора определяется по выражениям:

$$C_{Mк} = \frac{CC_{Mк} \cdot V_k}{1000}, \quad C_{Mo} = \frac{CC_{Mo} \cdot V_o}{1000}. \quad (5)$$

Разница между полученными молярными концентрациями

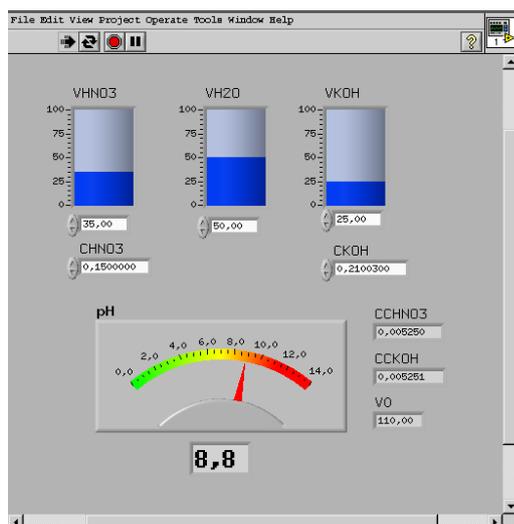
$$\Delta H = C_{Mк} - C_{Mo} \quad (6)$$

определяет уровень кислотности или основности раствора. Если  $\Delta H > 0$ , то в растворе кислая среда; если  $\Delta H < 0$  – то щелочная. В зависимости от этого для расчета рН используется формула (1) или (2). При этом показатель  $C_{к(о)}$  находится по выражению

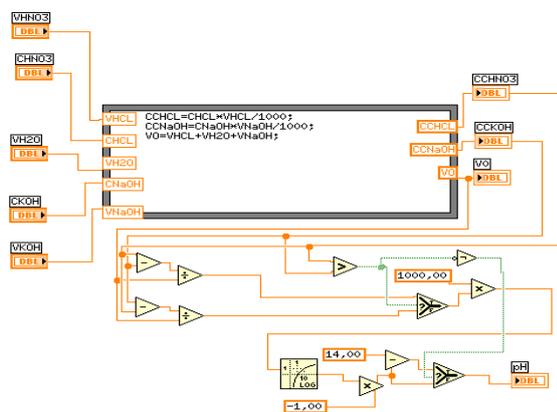
$$C_{к(о)} = \frac{\Delta H \cdot 1000}{V}, \quad (7)$$

где  $V = V_k + V_o + V_{\text{вода}}$  - суммарный объем раствора после смешивания.

Программная реализация приведенного математического описания в виде виртуального прибора выполнена в прикладном пакете LabVIEW [1]. Вид лицевой панели и блок-диаграммы прибора показаны на рис. 3.



а



б

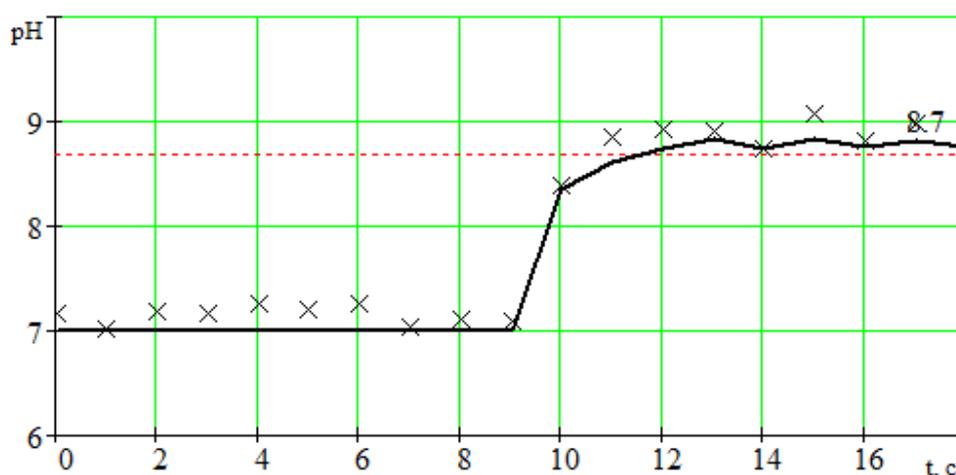
Рисунок 3 - Лицевая панель (а) и блок-диаграмма (б) виртуального прибора для определения значений рН раствора питательной среды

### Проверка адекватности

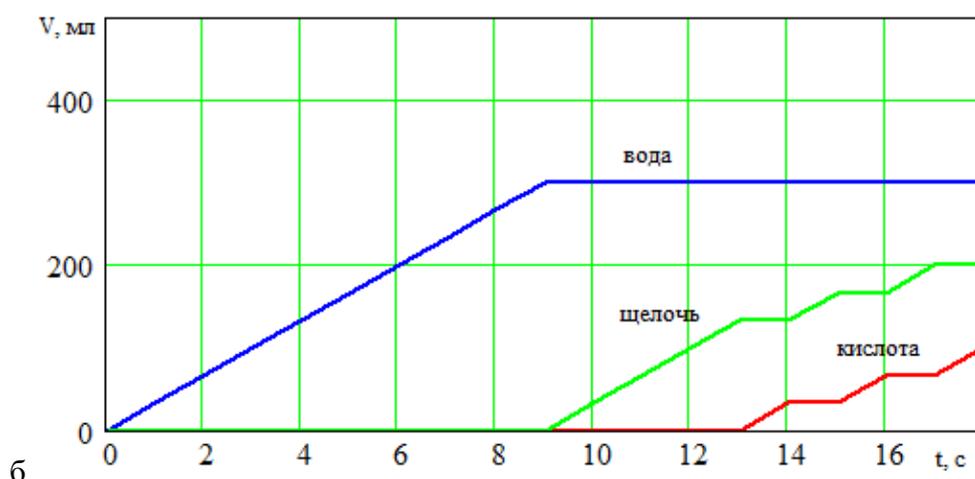
Проверка правильности предложенного алгоритма управления подсистемой подготовки питательной среды выполнена с помощью имитационной модели, использующей математическое описание (1) – (7) и отражающей процесс достижения и поддержания заданного уровня рН питательной среды в смесителе заключительной стадии подготовки. Реализация имитационной модели выполнена в пакете MathCad.

На рис. 4 приведены графики изменения рН раствора питательной среды во времени и соответствующее изменение объемов компонентов смеси, полученные с помощью имитационной модели.

На основании разработанной модели была собрана компьютеризированная система управления для измерения значений рН непосредственно на экспериментальной установке для отработки режимов смешивания растворов.



а



б

Рисунок 4 - Изменение текущего значения рН раствора питательной среды (а) (x – измеренные значения) и объемов компонентов смеси (б) в смесителе заключительной стадии

Подключение датчика рН, обеспечивающего реальный процесс измерения текущего

значения кислотности питательного раствора, было выполнено на основе микроконтроллерного модуля Arduino\_Nano и специального программного кода, реализующего замеры текущих значений аналогового сигнала с датчика рН. После накопления и усреднения полученных значений производилось вычисление значения рН с определенной точностью и передача этого значения через канал связи в компьютер. Дальнейшая обработка полученного значения измеренного параметра кислотности использовалось в подсистеме расчета пакета LabVIEW для отработки управляющего воздействия по необходимому изменению концентрации кислоты или щелочи, приводящему к соответствующему включению насосов лабораторной установки, подающих эти жидкости в ёмкость смесителя. На рис. 4а указаны точки замеров значений рН смеси, полученные на лабораторной установке. Расхождение между данными имитационного моделирования и замеренными составило 1,7%.

### **Выводы**

Использование имитационной модели позволяет с достаточной точностью определять необходимые управляющие воздействия при работе на лабораторной установке для поддержания заданной величины значения рН питательного раствора.

Разработанная подсистема поддержания кислотности питательной среды будет использована в комплексном проекте производства биотопливных смесевых композиций.

### **Литература**

1. Трэвис, Дж. LabVIEW для всех [Электронный ресурс] / Трэвис Дж., Кринг Дж. ; Дж. Трэвис, Дж. Кринг. - 4-е изд., перераб. и доп. - 51 Мб. - Москва : ДМК Пресс, 2011. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. - <http://ed.donntu.org/books/cd5650.pdf>
2. Дубова Н.М. Аналитическая химия. Методические указания и варианты контрольных заданий к самостоятельной работе студентов ХТФ направления 240100 . – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 20 с.

УДК 004

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДСИСТЕМА ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

**Соболев Э. В. Привалов М. В.**

Донской Государственный Технический Университет

Кафедра информационных технологий

Email: edy.sobolev2133@yandex.ru

### **Аннотация:**

**Соболев Э. В. Привалов М. В. Информационная подсистема оптимизации маршрутов грузоперевозок.** Данная работа представляет собой обзор эвристических методов оптимизации, целью которого является сравнение современных методов решения задачи оптимизации, а также выбор наилучших алгоритмов для применения в исследовательских и коммерческих задачах.

### **Annotation:**

**Sobolev E. V. Privalov M. V. Information subsystem of optimization of cargo transportation routes.** This work is a review of heuristic optimization methods, the purpose of which is to compare modern methods for solving the optimization problem, as well as to select the best algorithms for use in research and commercial tasks.

### **Актуальность**

Распространение коронавируса нанесло серьезный удар по мировой логистике и обеспечению цепочки поставок сырья и готовой продукции. Так, крупные международные организации: Международный союз дорожного транспорта (IRU) и Международная федерация работников транспорта – опубликовали открытое письмо к правительствам всех стран с просьбой о поддержке транспортной отрасли в условиях распространения COVID-19.

Кризис вызвал дисбаланс грузопотоков, связанный с изменениями спроса, приостановкой производств и введенных ограничений. В связи с этим фактором правительства государств и международные организации должны присвоить наивысший приоритет поддержке непрерывности и прочности цепочек поставок.

Все это приводит к формированию следующих мировых логистических тенденций:

Снижение грузопотока в мировом и локальных масштабах. Причины очевидны: закрытие границ стран, массовое закрытие торговых точек, рост курса доллара, изоляция населения, снижение спроса и покупательной способности, а также состояние страха и неопределенности у потребителей. Многие фабрики и заводы по всему миру закрыты на карантин – перевозить становится нечего и некому. Компании экономят и не хотят обновлять автопарк. Вырастет спрос на ремонт и ТО ТС.

Отсутствие простых, понятных правил игры в условиях карантина для представителей логистического рынка. Стало намного сложнее закольцовывать рейсы туда и обратно. Сложившаяся ситуация привела к необходимости сокращения частоты отправок отдельных рейсов и перестройки маршрутов.

Но на самом деле ничего страшного не произошло. Сегодня весь мировой логистический рынок лихорадит – повсеместная нехватка контейнеров и контейнеровозов уже привела к глобальным задержкам с доставками грузов из Азии. Морские перевозки не справляются, в Китае сегодня скопилось огромное количество неотправленных товаров, владельцы ищут новые пути доставки и запросы на перевозки фурами снова растут.

Кризис дал мощный толчок для развития внутреннего продукта, развития производств внутри страны. Значительное уменьшение грузовых потоков при возникновении следующей

волны пандемии приводят к тому, что часть ресурсов, товаров, продуктов, которые ранее закупались именно там, производители будут пытаться произвести в своей стране. В дальнейшем будет наблюдаться рост внутреннего производства в связи с закрытием границ и, как следствие, развитие внутренней логистики, выход на новый уровень качества.

Таким образом данная исследовательская деятельность направлена на создание системы оптимизации логистики в условиях страны, вне зависимости от габаритов и типа товара, но в условиях ограниченности и направленности маршрутов.

### Постановка задачи

Рассматривается граф  $G = (V, A)$ , с множеством вершин  $V = \{0, 1, \dots, n\}$  и множеством дуг  $A = \{i, j: i, j \in V\}$ .

Для каждой пары вершин  $(i, j)$  известно расстояние  $d_{ij}$  между ними, а также время  $t_{ij}$  затрачиваемое на перемещение между ними.

В системе имеется  $P$  транспортных компаний (ТК), которые характеризуются, начальной вершиной, транспортными средствами (ТС) с грузоподъемностью  $C_p$ ,  $p = 1, \dots, m$ .

Каждый заказ характеризуется:

- объемом груза  $v_i$ ;
- координатами места доставки

Будем допускать, что стоимость перевозки любым ТС любого заказа прямо пропорциональна расстоянию от источника до приемника. Иными словами, затраты на перевозку заказа  $z(k)$  будут определяться по формуле:

$$z(k) = s_k * d_{ij}$$

где  $s_k$  - затраты на единицу расстояния для ТС типа  $P$ .

Задача состоит в нахождении маршрута с минимальностью и выборе ТК позволяющей осуществить провоз по такому маршруту, всем клиентам по очереди, с возможностью дозагрузки из складов.

Введем следующие переменные:

$b_{ij}^p \in \{0,1\}$  - равняется 1, если ТС типа  $P$  от клиента  $i$  едет к клиенту  $j$ , в противном случае равняется 0;

$c_{ij} \geq 0$  - количество груза в ТС при переезде от клиента  $i$  к клиенту  $j$ .

С использованием введенных переменных, задача может быть сформулирована в терминах частично-целочисленного линейного программирования:

$$\min \left( \sum_{p \in P} f_k \sum_{j \in V'} b_{0j}^p + \sum_{p \in P} \sum_{i, j \in V} b_{ij}^p + t_{ij} \right)$$

при ограничениях:

$$\sum_{i \in V} c_{ij} - \sum_{i \in V} c_{ij} = q_i, j \in V' \tag{2}$$

$$c_{0j} \leq \sum_{p \in P} C_p b_{0j}^p, j \in V' \tag{3}$$

$$c_{ij} \leq \sum_{p \in P} (C_p - v_i) b_{ij}^p, i \in V', j \in V, i \neq j \tag{4}$$

$$b_{ij}^p \in \{0,1\}, c_{ij} \geq 0, i, j \in V, p \in P \tag{5}$$

Целевая функция (1) задачи определяет суммарные затраты на привлечение транспортных средств и доставку всех грузов клиентам. Условие (2) является ограничением грузового потока: разница в количестве груза, находящегося в ТС, до и после посещения клиента должна равняться запросу клиента. Условие (3) гарантирует, что вместимость транспортных средств не будет превышена, а (4) устанавливает связь между переменными  $c_{ki}$  и  $b_{ij}^k$ . Последнее ограничение задает область изменения переменных.

Кроме всех вышеперечисленных особенностей задачи, следует отметить необходимость ее оперативного решения, поскольку при существенном времени, затраченном на поиск оптимального варианта грузоперевозок, ситуация с текущим местоположением ТС может измениться настолько, что применить найденное решение уже не будет представляться возможным.

#### Решение задачи.

В раздел оптимизации маршрутов входит огромное многообразие различных задач, которые связаны тем, что целевая функция в них носит тот или иной экономический смысл.

Как известно, для поиска оптимального значения пути в графе необходимо осуществить полный перебор всех возможных вариантов, временная сложность данного типа задач оценивается как  $O(n!)$ .

В рамках данной задачи необходимо производить субоптимальный поиск маршрута, за минимально возможное время. В таком случае необходимо рассматривать только эффективные методы решения.

К такому решению относятся эвристические методы - находящий не самый эффективный маршрут, а приближенное решение.

#### Роевой метод решения задач.

Один из распространенных вариантов МРЧ - поиск колонии муравьев. Он основан на поведении муравьев при поиске кратчайших путей до пищи.

Муравьи обладают зрением - видимость есть эвристическое желание посетить город  $j$ , если муравей находится в городе  $i$ . Будем считать, что видимость обратно пропорциональна расстоянию между городами

$$\eta_{ij} = 1/D_{ij}$$

Муравьи обладают «обонянием» – они могут улавливать след феромона, подтверждающий желание посетить город  $j$  из города  $i$  на основании опыта других муравьев. Количество феромона на ребре  $(i, j)$  в момент времени  $t$  обозначим через

$$\tau_{ij}(t)$$

На этом основании мы можем сформулировать вероятностно-пропорциональное правило, определяющее вероятность перехода  $k$ -ого муравья из города  $i$  в город  $j$ :

$$P_{ij,k}(t) = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha * [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in J_{ik}} [\tau_{il}(t)]^\alpha * [\eta_{il}]^\beta}, j \in J_{ik}$$

$$P_{ij,k}(t) = 0, j \notin J_{ik}$$

Где  $\alpha, \beta$  – параметры, задающие веса следа феромона. При  $\alpha = 0$  алгоритм вырождается до жадного алгоритма (будет выбран ближайший город). Заметим, что выбор города является вероятностным, правила (2, 3) лишь определяет ширину зоны города  $j$ . Правила не изменяются в ходе алгоритма, но у двух разных муравьев значение вероятности перехода будут отличаться, т.к. они имеют разный список разрешенных городов.

Пройдя ребро  $(i, j)$ , муравей откладывает на нём некоторое количество феромона, которое должно быть связано с оптимальностью сделанного выбора. Пусть  $T_k(t)$  есть маршрут, пройденный муравьём  $k$  к моменту времени  $t$ ,  $L_k(t)$  – длина этого маршрута, а  $Q$  –

параметр, имеющий значение порядка длины оптимального пути. Тогда откладываемое количество феромона может быть задано в виде:

$$\Delta\tau_{ij}(t) = \begin{cases} \frac{Q}{L_k(t)}, & (i,j) \in T_k(t) \\ 0, & (i,j) \notin T_k(t) \end{cases}$$

Правила внешней среды определяют, в первую очередь, испарение феромона. Пусть  $p \in [0,1]$  есть коэффициент испарения, тогда правило испарения имеет вид:

$$\begin{cases} \tau_{ij}(t+1) = (1-p) \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t) \\ \Delta\tau_{ij}(t) = \sum_{k=1}^m \tau_{ij,k}(t) \end{cases}$$

где  $m$  – количество муравьёв в колонии.

### Генетический алгоритм

В частном случае для применения генетического алгоритма необходимо определить основные структурные элементы: вид элемента популяции, вид фитнесс-функции, селекция, скрещивание и мутация.

За элемент популяции принимаем маршрут через все города, в которые необходимо совершить доставку. Каждый такой маршрут является возможным решением и не противоречит условиям задачи, хотя может быть совсем не оптимальным.

В качестве фитнесс-функции мы принимаем функцию вида:

$$F = \sum_{p \in P} z(k)$$

где  $P$  – множество всех связей в маршруте.

Данная функция определяет минимизируемый параметр и позволяет оценивать получаемые решения. Метод мутации реализуется следующим образом: выбираем случайный город; находим связи, соответствующие этому городу; соединяем соседние города прямой связью; вставляем город в случайное место.

В качестве метода селекции выберем метод рулетки. Для скрещивания особи отбираются с помощью запусков рулетки  $N$  раз. Колесо рулетки содержит по одному сектору для каждой особи из популяции. Размер  $i$ -го сектора пропорционален вероятности попадания особи  $p_i$ , которая рассчитывается по формуле:

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_j^n f_j}$$

Очевидно, что для всей популяции выполняется условие

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

При таком отборе члены популяции с более высокой приспособленностью с большей вероятностью будут чаще выбираться, чем особи с низкой приспособленностью.

В качестве метода скрещивания выберем метод частично отображенного кроссовера (PMX). PMX случайным образом выбирает одну точку кроссовера, но не просто меняет местами элементы двух родительских элементов, а вместо этого меняет местами элементы внутри них.

Мутация довольно проста – при успешном прохождении проверки вероятность происходит мутация, изменение мест двух городов в геноме. В противном случае возвращается исходный геном.

Критерием останова является нахождение приближенного к оптимуму значения либо, по причине возможной долгой сходимости, достижение максимального количества поколений определяемого на основе

$$max = s \cdot p \cdot k$$

где:  $s$  – количество складов,  $p$  – количество поставщиков,  $k$  – количество клиентов.

Для определения более оптимального метода необходимо получение оптимума, на основе которого будет производиться сравнение и анализ. Для этой цели возможно использование точных методов. Сравнение будет осуществляться по следующим критериям: время выполнения, рассчитанное значение, погрешность относительно оптимума. В таблице ниже представлены результаты работы разных методов.

	Время выполнения	Результат работы	Погрешность работы
Точный метод	47	242	-
Муравьиный алгоритм	128	264	9,09 %
Генетический алгоритм	118	289	19,42 %

#### Выводы.

В результате проведенного анализа, на полученные результаты во время работы методов было выявлено что муравьиный алгоритм хоть и выполняется немного дольше, но дает более оптимальные результаты.

В результате проведенного эксперимента было определено, что оба алгоритма сильно опираются на начальную генерацию решения, тем не менее муравьиный алгоритм в зависимости о выбранных параметров, а также при увеличении их количества может давать более оптимальные результаты.

Стоит так же отметить, что для данного эксперимента была подобрана сравнительно простая задача с небольшим количеством компаний, клиентов и складов. При увеличении сложности задачи точный метод будет давать все более непригодные результаты, в то время как два других алгоритма будут меньше подвержены изменению исходных данных.

#### Источники

1. Е. М. Бронштейн, Т. А. Заико, “Детерминированные оптимизационные задачи транспортной логистики”, 2010, № 10, 133–147.
2. Сопов, Евгений Вероятностные генетические алгоритмы оптимизации сложных систем / Евгений Сопов. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2021. - 637 с
3. Водолазский, И. А. Роевой интеллект и его наиболее распространённые методы реализации / И. А. Водолазский, А. С. Егоров, А. В. Краснов // Молодой ученый. – 2017. – № 4. – С. 147–153.
4. Карпенко, А. П. «Популяционные алгоритмы глобальной поисковой оптимизации. Обзор новых и малоизвестных алгоритмов» / А. П. Карпенко // Информационные технологии. – 2012. – № 7. -32 с.
5. Dorigo M., Birattari M., Stützle T. Ant Colony Optimization: Artificial Ants as a Computational Intelligence Technique [Электронный ресурс]. TR/IRIDIA/2006- 023. 2006. 14 p. URL: <http://iridia.ulb.ac.be/IridiaTrSeries/rev/IridiaTr2006-023r001.pdf> (дата обращения: 18.10.2021).
6. Панченко, Т. В. Генетические алгоритмы [Текст]: учебно-методическое пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. — 87 [3] с.

УДК 004.4

## РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОДСИСТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНЖИНИРИНГА В СОВРЕМЕННЫХ САПР

**Д. Н. Чернышов, А.В. Боднар**

Донецкий Национальный Технический Университет  
кафедра программной инженерии имени Л.П. Фельдмана

[E-mail: dima.ch2000@mail.ru](mailto:dima.ch2000@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Д. Н. Чернышов, А.В. Боднар Расширение функциональных возможностей подсистем моделирования и инжиниринга в современных САПР. Описаны основные сведения о системах автоматизированного проектирования. Рассмотрен программный комплекс, воспроизводящий моделирование объектов. Объяснен принцип работы метода конечных элементов, реализующего моделирование в современных САПР, указаны его преимущества и недостатки. Рассмотрена теория использования интервальной математики в методе конечных элементов.*

### **Annotation:**

*D. N. Chernyshov, A.V. Bodnar Expansion of functional capabilities of modeling and engineering subsystems in modern CAD systems. The basic information about computer-aided design systems is described. The software package reproducing the modeling of objects is considered. The principle of operation of the finite element method, which implements modeling in modern CAD, is explained, its advantages and disadvantages are indicated. The theory of using interval mathematics in the finite element method is considered.*

### **Введение**

Использование метода конечных элементов является ведущим направлением в системах моделирования и инжиниринга САПР на сегодняшний день.

Однако существуют теории о возможностях улучшения данного метода с целью упрощения работы инженеров-проектировщиков. Одной из этих теорий является использование интервальных значений переменных, которые обозначают силы, воздействующие на объект.

### **Исследование**

САПР, или системы автоматизированного проектирования – это цифровые платформы, созданные для повышения эффективности труда инженеров, поскольку в наше время мало кто предпочитает бумажные чертежи электронным. Это обширная система, и в ее состав входят три базовых программных комплекса:

- САЕ (Computer-aided engineering) – программа инженерного анализа, осуществляющая расчет данных.
- САД (Computer-Aided Design) – этап собственно проектирования и построения схем.
- САМ (Computer-aided manufacturing) – модуль по управлению результатами деятельности двух предыдущих устройств.

Если речь идет о моделировании, то из этих комплексов этим занимается САЕ. Комплекс САЕ представляет из себя программные продукты, которые могут дать пользователю характеристику того, как в реальности будет вести себя разработанная на компьютере модель изделия. При помощи САЕ инженер может достаточно точно оценить

работоспособность изделия, не прибегая при этом к значительным временным и денежным затратам.

Моделирующие и вычислительные возможности САЕ довольно широки. С их помощью можно проводить прочностной анализ компонентов изделия на основе метода конечных элементов, термический анализ изделия, гидродинамический и аэродинамический анализ и так далее.

В своей работе САЕ используют различные математические расчеты, но самым эффективным из них считается метод конечных элементов. Это численный метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики. Он широко используется для решения задач механики деформируемого твёрдого тела, теплообмена, гидродинамики, электродинамики и топологической оптимизации.

Метод конечных элементов сложнее метода конечных разностей в реализации. Однако, у него есть ряд преимуществ, проявляющихся на реальных задачах: произвольная форма обрабатываемой области; сетку можно сделать более редкой в тех местах, где особая точность не нужна.

Однако, у этого метода есть и недостатки. Одной из самых явных проблем можно считать громоздкость задач данного типа. Чтобы решить эту проблему, А. С. Нариньяни предложил использовать в уравнениях вместо целочисленных значений переменных интервальные, позволит сократить количество требуемых вычислений. Более того, это было бы правильным решением, поскольку исследователь никогда не знает точно, каким будет точное значение силы, воздействующей на объект, но может представить интервал вероятных значений.

Приведем простой пример плоской детали, на которую в одной точке воздействует некоторая сила (рис.1).

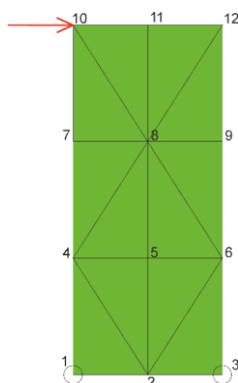


Рисунок 1 – Исходные данные простой детали

Если проводить моделирование, используя целочисленные переменные, то результат будет выглядеть, как показано на рисунке 2.

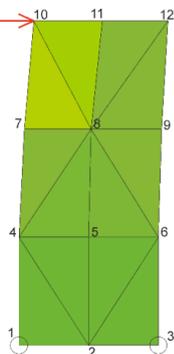


Рисунок 2 – Моделирование с использованием целочисленных значений

Как было описано выше, моделирование с целочисленными значениями необязательно будет соответствовать реальному эксперименту. Однако, если использовать вместо целого числа интервал, в котором оно находится, увеличивается вероятность того, что результат реального эксперимента может оказаться среди множества решений, заданных интервалом. На рисунке 3 продемонстрированы результаты моделирования для описанной выше задачи в виде моделирования для границ интервала.

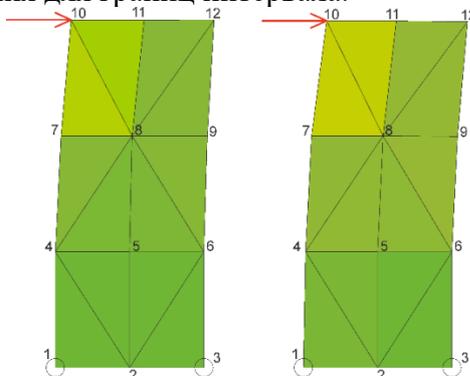


Рисунок 3 - Моделирование с использованием интервальных значений

Следует отметить, что этот метод трудно реализуем, поскольку пока не существует графической концепции его реализации, а вычисления с множеством воздействующих на объект сил могут занимать колоссальное количество памяти компьютера.

#### Выводы

Таким образом, в работе проведен анализ современных методов моделирования объектов в САПР, а также рассмотрена возможность использования в них интервальной математики.

#### Литература

1. САПР: что такое система автоматизированного проектирования – URL: <https://www.zwsoft.ru/stati/sapr-cto-takoe-sistema-avtomatizirovannogo-proektirovaniya>.
2. Основные этапы решения задач методом конечных элементов. САПР конструктора машиностроителя – URL: [https://studref.com/605503/tehnika/osnovnye\\_etapy\\_resheniya\\_zadach\\_metodom\\_konechnyh\\_elementov](https://studref.com/605503/tehnika/osnovnye_etapy_resheniya_zadach_metodom_konechnyh_elementov).
3. Клуникова Ю.В. Метод конечных элементов для моделирования устройств и систем : учебное пособие / Клуникова Ю.В., Малюков С.П., Анисеев М.В.. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. — 85 с. — ISBN 978-5-9275-3277-3. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95789.html> (дата обращения: 12.04.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Развитие методов графоструктурного моделирования и анализа конечных изменений : учебное пособие / С.Л. Блюмин [и др.].. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 110 с. — ISBN 978-5-00175-065-9. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116168.html> (дата обращения: 06.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

**ИУСМКМ-22**

**СЕКЦИЯ 5**

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА  
И ДИЗАЙН**

—

УДК 74

## ПОДБОР ЦВЕТОВОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ДИЗАЙНА ИГРЫ НА ОСНОВЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПРИЯТИЯ ЦВЕТА ДЕТЬМИ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

**Павлова В.Л., Белоусова Я.С., Харитонов В.В.**

Невский институт дизайна АНО ВО "Университет при МПА ЕврАзЭС"

Кафедра дизайна и декоративно-прикладного искусства

E-mail: [pavlova.vl@nid.life](mailto:pavlova.vl@nid.life)

### **Аннотация:**

*Павлова В.Л., Белоусова Я.С., Харитонов В.В. Подбор цветового решения для дизайна игры на основе психофизиологического восприятия цвета детьми дошкольного возраста. Рассмотрено влияние цвета на психическое состояние ребенка, играющего в настольную игру «Мир животных», а также влияние цвета на развитие навыков детей дошкольного возраста. Определена польза игр и настольных игр для детей дошкольного возраста.*

### **Annotation:**

*Pavlova V.L., Belousova Y.S., Haritonova V.V. Selection of a color solution for game design based on the psychophysiological perception of color by preschool children. The influence of color on the mental state of a child playing the board game "The Animal's World", as well as the influence of color on the development of skills of preschool children, is considered. The benefits of games and board games for preschool children are determined.*

### **Общая постановка проблемы**

В последнее время актуальность использования настольных игр для детей возросла. Возникла необходимость изучить этот сегмент влияния на детей, положительные и отрицательные качества игр, а также средства воздействия (цвет) в настольных играх на дошкольников.

### **Исследования**

В данной статье будет рассматриваться влиятельная группа потребителей настольных игр – дети, покупательское поведение которых напрямую зависит от родителей. Воздействие настольных игр на развитие детей дошкольников. А также вложенные в игру определенные цветовые параметры, положительно влияющие средства выразительности дизайна на ускорение совершенствования играющего ребенка.

В нынешнее время информационных технологий, многие родители предпочитают вручить малышу в руки мобильное устройство, посадить за компьютер или планшет, которые пусть и совершенствуют ребенка, они, в каком-то смысле, лишают его возможности познать мир тактильно, купирова пространственное мышление, имея возможность взаимодействовать лишь с поверхностью и изображением/изображениями на плоскости устройства. Мелкая моторика ребенка не развивается, если он нажимает на экран мобильного гаджета, передвигая «изображения» в логическом порядке. Используя настольные игры, имеющие в комплекте предметы, которые можно взять пальцами, фишки, карточки, иные фигурки, ребенок контактирует с окружающей средой, он вовлечен в познание, имитируя какую-то деятельность на игровом поле, к примеру, жизнь животных, существующих в реальности. Ко всему прочему, передача цвета на любом устройстве искажается, красный, который может попасть под мягкое дневное освещение на смартфоне станет ярко-красным цветом и спровоцирует напряжение как на мозговую деятельность

ребенка, так и на его зрение [1]. Важно помнить, что неправильно подобранный цвет и его передача способна негативно повлиять на развитие и настроение малыша.

Настольная игра способствует психическому прогрессу, тренирует аналитическое и логическое мышление, помогая детям социализироваться и развивать внимательность. Игра основной вид деятельности ребенка, она готовит его к реальному миру, здесь важно правильно использовать графические средства выразительности, одним из которых является цвет. Грамотное применение цвета стимулирует мозговую деятельность и манипулирует настроением малыша, который занят игрой.

Говоря о современных настольных играх, следует отметить, что часто для их создания используются цифровые технологии. Многие классические настольные игры были переизданы для гаджетов и ПК, они продолжают пользоваться популярностью. Впрочем, устройства искажают светом цвет и таким образом некорректное отображение того или иного оттенка на дисплее может неблагоприятно повлиять на состояние играющего ребенка. Сенсорная интеграция фокусируется главным образом на трёх основных чувствах: тактильном, вестибулярном и так называемом проприоцептивном (мышечное чувство – ощущение положения частей тела относительно друг друга), потому важнее делать дизайн-продукт «существующим», таким, который можно потрогать и покрутить, который можно исследовать, нежели давать детям дошкольной группы играть в игры на ПК [2].

На примере настольной игры-конструктора «Мир животных», нацеленной на развитие способностей у детей дошкольного возраста, удалось выяснить, что смоделированная игра благотворно стимулирует желание ребенка совершенствовать пространственное мышление, она поддерживает хорошее настроение малыша и социализирует его.

Быстрые темпы роста ребенка в дошкольном возрасте, отсутствие каких бы то ни было требований к ребенку со стороны взрослого поколения, а порой и гипербеспокойство за «правильность» и «неправильность» действий играющего малыша, оставляют без должного внимания всевозможные отклонения ребенка от нормального формирования. Выявить такие отклонения очень сложно. Необходимо иметь в наличии корректирующие игры, благодаря наблюдению за процессом игры, можно будет отследить отклонения. Впрочем, важнее всего обследование детей у специалистов, а уже игры, как инструмент влияния и коррекции при необходимости. Несомненно, те игры, где цвета при создании были использованы по наитию и случайно, имея ввиду ситуации, где зеленый цвет – трава, синий – вода и никак иначе, дизайнер, создающий свой дизайн-проект может попасть в некую ловушку систематичности. Зная для кого делается продукт, необходимо проанализировать возможное воздействие на того или иного потребителя. Сложнее всего приходится с детьми, ведь дизайнер не может привычно опираться лишь на трендовые оттенки, ему важно изучить, как и каким образом будет действовать его продукт на ребенка, будет ли он выполнять все функции, заложенные в него, не будет ли он вредить развитию, не будет ли игра слишком сложной и вредить состоянию дошкольника.

Исходя из вышесказанного, выделив определенный сегмент исследования, настольная игра-конструктор влияет на хорошее настроение детей в момент игры и стимулирует их развитость. Каким образом это происходит? Изучив некоторые источники в которых объясняется воздействие цвета на психику ребенка, были выявлены закономерности [3]:

- Оранжевый цвет, использованный в конкретном экземпляре «Мир животных», влияет на здоровье детей, этот цвет содействует эмоциональной устойчивости, радует ребенка своей яркостью, повышает его творческую активность и энергичность, что немаловажно в настольной игре с отсутствием заложенного в нее сюжета (рис. 1-2).

- Зеленый цвет, также имеющийся в настольной игре, влияет на любознательность ребенка, внушает смелость, уверенность в себе.

- Синий цвет, а также голубые оттенки, избавляют ребенка от страха и любых иных переживаний, способствует желанию развиваться, успокаивают, снимают возбуждение и возможное напряжение.

- Красный цвет. В данном случае цвет снимающейся обложки, которую ребенок не будет видеть постоянно, возбуждает заинтересованность в предмете (настольная игра) (рис.3).

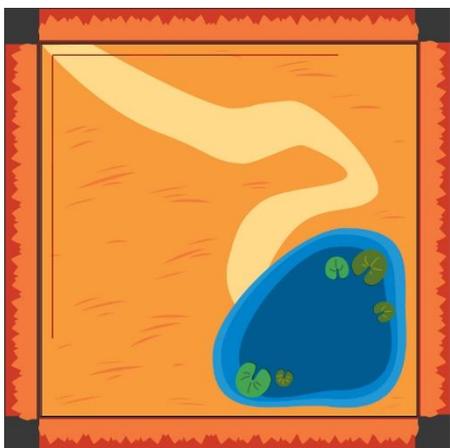


Рис. 1. Игровое поле игры-конструктора «Мир животных», имитирующее саванну.



Рис. 2. Дизайн фигурки для игры-конструктора «Мир животных». Жираф.



Рис. 3. Обложка игры-конструктора «Мир животных»

Пастельные оттенки, бежевые, кремовые, персиковые, светло-зеленые, голубые цвета на детей дошкольного возраста влияют успокаивающим образом, ими хорошо «нейтрализовать» играющего ребенка, если станет заметно, что тот чрезмерно возбужден. Интенсивность цвета можно уменьшить не только использованием определенного тона при разработке игры, еще можно уменьшить, воспользовавшись лампами накаливания, осветив помещение, где играет ребенок, теплым светом. Этим приемом можно воспользоваться при смене температуры цвета от более холодного, если игра находится в комнате, освещенной дневным светом, до более теплого.

Цвет влияет как на части продукта, так и на общее его восприятие, соответственно, если при разработке дизайн-продукта (например, настольной игры для детей) требуется сделать на чем-то акцент, интенсивность и тон цвета должен быть на главном ведущем предмете и на повторяющихся элементах, которые связаны с акцентным предметом (элементом). При всем при этом, цвета на дизайн-макете не должны «прыгать», а иметь

непосредственную связь между собой. Неправильно использовать разные цвета зеленого на фигурках, на поле, на упаковке, если выбран один зеленый, этот зеленый должен быть везде, тоже касается и иных цветов групп элементов. Это обуславливается тем, что группа детей дошкольного возраста (3-7 лет) на раннем этапе (3-4 года) находится в переходном состоянии, когда от трех основных цветов игрушек, они переходят к восприятию игрушек разных цветов. Нельзя перегружать детей большим количеством оттенков, даже, если дизайнер или заказчик заинтересован в передаче всей возможной палитры, желая сделать дизайн-продукт максимально привлекательным и ярким как для детей, так и для взрослых. Требуется быть куда более лаконичным в выборе и не забывать, что повторяющиеся цвета образуют общий графический образ делая продукт более эстетичным.

Дизайнер, работающий с цветом, использует эмоции, которые предполагает вызвать. Отношение к цвету как к элементу выступает наравне с иллюстрациями и формами в дизайн проекте «настольная игра», такое отношение дает возможность использовать воздействие на играющего ребенка для облегчения восприятия формы и смысла, который вложен в дизайн-проект. Перед выбором цветового решения для настольной игры необходимо представлять степень воздействия, которую ожидаемо вызовет реакция на цвет и сочетания цветов. Таким образом, заложенное в использованную палитру реализуется, будь то оказание влияния на настроение или обучаемость.

### **Выводы**

При создании игры, дизайн-продукта, который будет использован ребенком или группами детей, важно понимать, как будет восприниматься этот дизайн-продукт. Восприятие является активным процессом, запускающим человеческий разум, даже юный мозг активно сегментирует сенсорную информацию на части, комбинирует эти части, соединяет то, что находится перед глазами с тем, что ребенок знает или познает в процессе. Если яркость цвета, мрачность тона, грязнота будет мешать восприятию, может сложиться негативное впечатление и дизайн-продукт, каким бы по мнению дизайнера потрясающим, трендовым, развивающим он не был, пользы он не принесет и перестанет привлекать внимание. Это означает лишь одно, такой продукт не состоялся. Соответственно, при создании настольной игры или любого иного продукта, необходимо тщательно изучить детскую потребительскую группу, разделяя на подгруппы, где на детей дошкольного возраста действеннее будет пользоваться определенными примитивными мягкими формами и яркими «чистыми» цветами, тогда как для школьников подбирать уже более сложные формы и палитры.

Цвет в настольной игре-конструкторе «Мир животных» – это не просто украшательство или требование, он один из главных элементов модели, имеющий функцию воздействия на настроение и обучаемость дошкольника. Цвет в настольной игре манипулирует вниманием ребенка, успокаивает, возбуждает его интерес к процессу игры, к познанию окружающего мира. С цветом все элементы оформления игры, даже, если она максимально упрощенная по формам (деревья, трава, камни, животные) становится информативнее, ребенок гарантированно продуктивнее проведет свое время за настольной игрой, нежели за ПК или мобильным устройством.

### **Литература**

1. Кандинский В.В. Точка и линия на плоскости. О духовном в искусстве [Текст] / М. Н. Ильяина // АСТ. – 2022. – С. 42-100.
2. Ильяина М. Н. Психологическая оценка интеллекта у детей [Текст] / М. Н. Ильяина // ПИТЕР. – 2006. – С. 43-46.
3. Иоханнес Иттен Искусство цвета [Текст] / Иоханнес Иттен // Аронов. – 2018. – С. 83-90.

УДК 004.928

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ADOBE ANIMATE И ADOBE AFTER EFFECTS НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ АНИМАЦИОННОГО РОЛИКА ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЯ «NIDLINK»

Пятикопова А.В., Харитонов В.В.

Университет при МПА ЕврАзЭС, Невский институт Дизайна

E-mail: [pyatikopova.av@nid.life](mailto:pyatikopova.av@nid.life)

### *Аннотация*

*Пятикопова А.В., Харитонов В.В. Сравнительный анализ некоторых параметров Adobe animate и Adobe after effects на примере создания анимационного ролика для приложения «nidlink». Компания Adobe создала ряд программ, которые подходят для любого типа цифрового творчества: графического дизайна, 2D-анимации, 3D-анимации. Одни из самых известных программ линейки Adobe для анимации и композитинга - Adobe Animate и Adobe After Effects. Несмотря на то, что программы предназначены для решения различных задач, они дают схожие результаты. В данной статье рассмотрены параметры обеих программ и выявлены их ключевые преимущества.*

### *Annotation*

*Pyatikopova A.V., Kharitonova V.V. Comparative analysis of some parameters of Adobe animate and Adobe after effects on the example of creating an animated video for the application "nidlink". Adobe has created a range of programs that are suitable for any type of digital creation: graphic design, 2D animation, 3D animation. Some of the most famous Adobe animation and compositing programs are Adobe Animate and Adobe After Effects. Despite the fact that the programs are designed to solve different problems, they give similar results. In this article, the parameters of both programs are considered and their key advantages are identified.*

### **Краткий обзор программ.**

Adobe Animate – это удобный инструмент, используемый дизайнерами и аниматорами для создания 2D-анимации. Эта программа основана на векторной графике и создает высококачественное видео с возможной публикацией HTML5, WebGL, SVG. Adobe After Effects – в первую очередь, программа для создания VFX (визуальные эффекты) и композитинга. Она имеет другой подход к графике движения и визуальным эффектам, предлагая множество возможностей, в том числе, и для создания анимации.

### **Варианты использования программ.**

Adobe Animate очень удобен для использования в различных областях: векторная графика, анимация веб-сайтов, онлайн-видео, веб-приложения и видеоигры, телевизионные программы и мультипликационной анимации [1]. На самом деле, Adobe Animate довольно популярна в мультипликационной индустрии и в ней создается огромное количество известных мультфильмов и мультсериалов. Например: «Мой маленький пони» (2010-...), «Время приключений» (2010-2018), «Южный парк» (1997-...), и, можно выделить новый мультсериал «Кармен Сандiego» (2019-2021) (рис. 1, 2). Он был полностью создан в Adobe Animate: все персонажи и даже фоны разрабатывались без использования сторонних программ.



Рис. 1, 2 – Кадры из мультфильма «Кармен Сандиго»

Однако, большинство дизайнеров и аниматоров, которые только начинают знакомство с этой индустрией, обычно не берут ее в расчет при выборе программ для изучения и работы. Данная программа может во многом упростить работу с анимацией, главное понять принцип работы Adobe Animate.

Adobe After Effects предназначен для редактирования и обработки видеоматериала, для разработки композиции, ротоскопинга и создания различных эффектов [2]. Он также широко используется для анимационной графики и инфографики, которая может выступать в качестве рекламных роликов или объяснительных видеоматериалов.

**Интерфейс.** Для начала нужно сказать, что интерфейсы всех программ Adobe настраиваемые и схожи между собой. Это очень удобно для изучения новой программы Adobe, при этом, имея опыт работы в других программах этой линейки. Ориентироваться внутри интерфейса будет легко. Если сравнивать интерфейс Adobe After Effects и Adobe Animate, то их отличия связаны, непосредственно, с теми задачами, которые приходится решать. Так как After Effects гораздо шире по функционалу, его интерфейс (рис. 3), на первый взгляд, может показаться загроможденным. Он разделен на: таймлайн с основными элементами управления слоями и их взаимосвязи (нижняя часть экрана), слева – проект, где располагаются все исходники и элементы управления эффектами – здесь находятся все применяемые к слою эффекты; справа – стопки панелей, куда обычно входят эффекты, работа с текстом, выравнивания и т.д. Эту панель обычно редактируют «под себя» или вообще скрывают для экономии места. В верхней части располагается меню программы и основные инструменты для работы. В центральной части находится сама композиция и ряд полезных кнопок для управления предпросмотром.

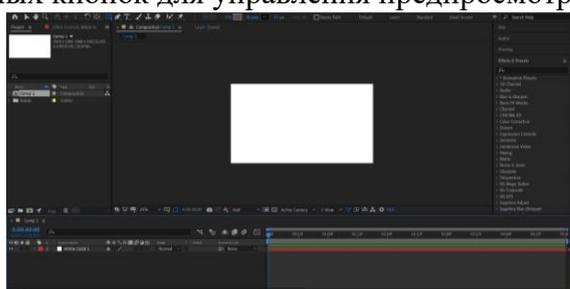


Рис. 3 – Интерфейс Adobe After Effects

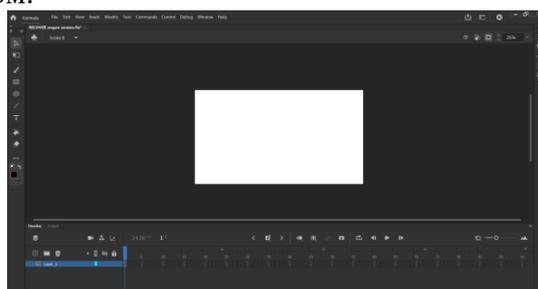


Рис. 4 – Интерфейс Adobe Animate

Интерфейс Adobe Animate (рис. 4) выглядит гораздо проще и понятнее, но и его основной функцией является создание 2D-анимации, поэтому весь интерфейс разработан именно под это. Также, как и у After Effects, в центре находится сцена (в AE – композиция), панель инструментов слева, как например в Adobe Illustrator, в нижней части – слои и таймлайн, состоящий из кадров, пронумерованных определенным интервалом. Справа – панель «Свойства», которая помогает настраивать параметры элемента, инструмента или сцены.

**Инструменты.** Adobe Animate предоставляет гораздо больше интересных инструментов для рисования, которые могут помочь создать масштабируемую графику с

высоким качеством: кроме инструмента «Перо», основных геометрических фигур, есть инструменты «Карандаш» и «Кисть», которые также являются векторными, и, при необходимости, могут редактироваться с помощью точек. Программа предлагает большое количество кистей (рис. 5) с различными текстурами и позволяет создавать новые или добавлять уже имеющиеся в других программах, например, в Adobe Photoshop.

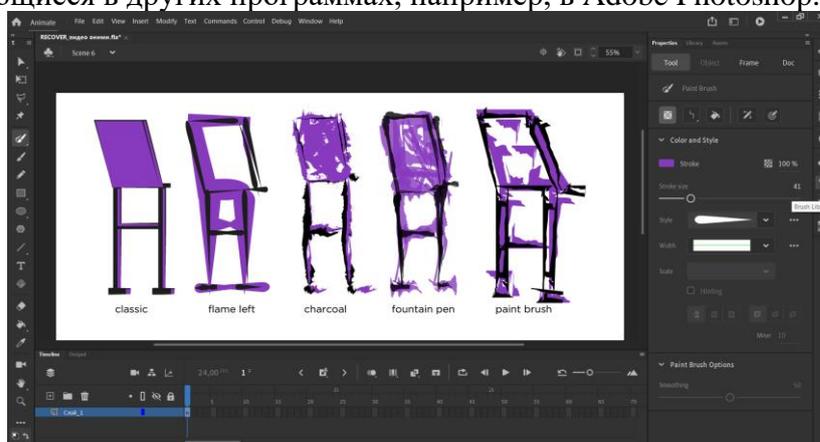


Рис. 5 – Примеры различных кистей в Adobe Animate

After Effects также имеет много функций, оно считается универсальным программным обеспечением с самым большим набором инструментов и функций на рынке ПО, но оно очень ограничено в художественных инструментах. В After Effects нет кистей для рисования, есть только перо, но у него тоже ограниченные функции, поэтому если в Adobe Animate вы можете сразу нарисовать нужную вам иллюстрацию, то для After Effects необходимо правильно подготовить иллюстрации в сторонних программах, например, в Adobe Illustrator, затем импортировать в After Effects. Программе нет равных в работе с текстом, его анимацией и преобразованием, кроме этого она незаменима в ротоскопировании и трекинге, в ней также удобно работать с 3D пространством (рис. 6), импортируя 3D-объекты из программ для создания трехмерной графики.

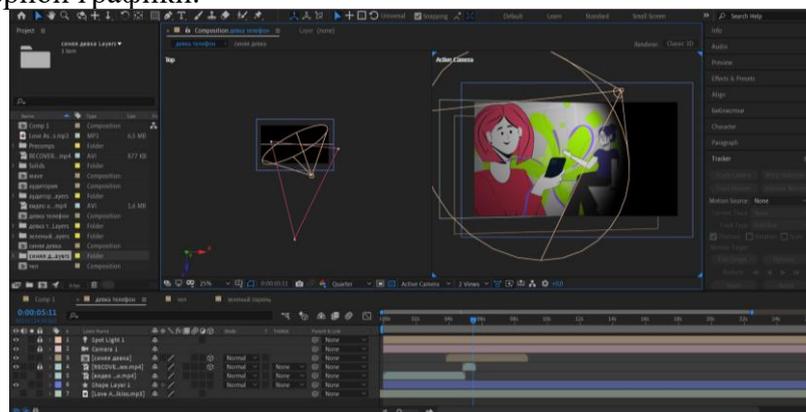


Рис. 6 – Работа в 3D пространстве с камерой и светом в After Effects

**Работа с персонажами.** Что касается работы с анимацией персонажа, программы имеют схожий принцип работы. Однако Adobe Animate авторы считают более оптимальной и удобной. Во-первых, не нужно использовать сторонние программы для создания персонажей и его правильной подготовки к экспорту, как для After Effects. Во-вторых, исходя из целей, можно выбрать либо покадрово анимировать персонажа, работая с каждой его частью отдельно, либо применить инструмент «Кость» (рис.7), который дает возможность анимировать объекты с помощью, так называемых, «костей», объединенных в линейные или ветвистые каркасы. При движении одной «кости», соединенные с ней «кости», перемещаются относительно нее. Данный способ позволяет легко создавать естественные движения. Для анимации достаточно указать начальное и конечное положения костей на

таймлайне. Программа сама автоматически интерполирует положения костей каркаса между начальным и конечным кадрами.

У After Effects нет встроенной системы костной анимации. Программа предлагает использовать инструмент «Марионеточная деформация» для риггинга персонажей, но это достаточно неудобная функция и добиться идеального результата крайне сложно. Поэтому были созданы плагины и скрипты для более удобной анимации персонажей. Один из самых известных плагинов для создания костей и анимации персонажей – Duik (рис.8). В отличие от инструмента «Кость» в Adobe Animate, у Duik гораздо более расширенный функционал, например, можно автоматически создать походку, всего лишь выбрав одну кнопку. Но для того, чтобы начать анимировать персонажа, нужно пройти долгий и тщательный подготовительный этап, потому что, если на этом этапе будет что-то упущено, в процессе анимации могут возникнуть определенные трудности, и придется возвращаться к началу, исправлять все неточности и заново анимировать. Необходимо скачать и установить плагин, правильно создать персонажа в векторной графической программе и распределить по слоям все его части, экспортировать в After Effects, далее, точно расставить все кости в соответствии с частями персонажа. После, связать по иерархической системе, эти части с костями Duik с помощью инструмента «Родительская связь». После всех этих манипуляций, Duik создаст единую конструкцию и появятся контроллеры, и уже тогда можно будет начинать анимировать персонажа. Благодаря таким сложным и долгим манипуляциям, Duik может дать гораздо больше возможностей, чем инструмента «Кость» в Adobe Animate, но если не требуется сверхъестественных действий персонажа, то Adobe Animate вполне подойдет.



Рис. 7 – Применение инструмента Кость в Adobe Animate

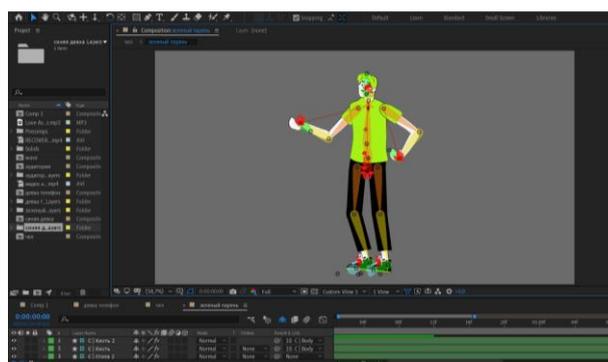


Рис. 8 – Применение плагина Duik в After Effects

**Композитинг.** Adobe Animate имеет ограниченные возможности в композитинге: невозможно сделать необходимое размытие между кадрами или интересный переход от одной сцены к другой, поэтому, обычно, работа экспортируется в другую программу для компоновки кадров. Именно здесь After Effects демонстрирует все свои возможности: от инструментов маскирования и систем слоев до различных 3D эффектов и функций.



Рис. 9 – Анимация персонажа в Adobe Animate

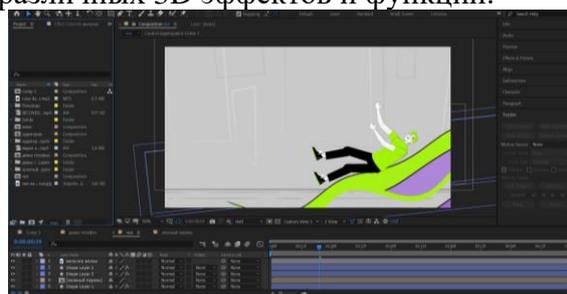


Рис. 10 – Композитинг в After Effects

На рисунках 9 и 10 показан композитинг проекта анимационного ролика для приложения «NidLink»: в After Effects – персонаж создан в Adobe Animate и экспортирован в After Effects для дальнейшей анимации с цветными волнами, созданными в After Effects, при помощи эффекта WarpWaves.

**Выводы.** В ходе сравнения и анализа программ Adobe Animate и Adobe After Effects, удалось выявить их основные преимущества. Одно из главных преимуществ Adobe Animate – это высокий уровень графики с маленьким размером файла. Разрешение не играет роли – с помощью векторной графики можно получить картинку потрясающего качества, а размер файла будет оставаться все таким же небольшим. Программа отлично справляется со своей главной функцией – flash-анимацией. Еще одно преимущество – системные требования этой программы на порядок ниже требований After Effects. Этому есть обоснование – After Effects решает гораздо больше задач и функций. Поэтому перед установкой необходимо проверять, подходит ли компьютер под системные требования программы. И даже если все подходит, не факт, что программа будет работать без сбоев и ошибок. Таким образом, один из самых главных минусов After Effects – плохая оптимизация работы. Если говорить о начальном этапе знакомства с программами, то конечно же, для новичка, Adobe Animate – гораздо проще и понятнее, в After Effects придется потратить больше времени на изучение. Главное преимущество After Effects, как уже было сказано, разнообразие возможностей.

В целом, Adobe Animate и Adobe After Effects являются мощнейшими софтами, уже давно закрепившимися и ценящимися на рынке анимационной и дизайн-индустрии. Однако главным фактором выбора между этими двумя программами является то, каких результатов необходимо достичь. Например, в создании анимационного ролика для приложения «NidLink» были задействованы обе программы. В Adobe Animate были анимированы персонажи, созданы фоны, в Adobe After Effects – выполнен композитинг и применены некоторые эффекты.

### Литература:

1. Adobe Animate CC Обзор функций [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://helpx.adobe.com/ru/animate/using/whats-new-2015-2.html>
2. Adobe After Effects [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.adobe.com/ru/products/aftereffects>

УДК 004.4'2

## СРЕДА РАЗРАБОТКИ UNITY КАК СРЕДСТВО РАЗРАБОТКИ ИГР В ЖАНРЕ 2D-ПЛАТФОРМЕР

**Струченкова Я.В., Киселёва О.В.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна

E-mail: [yana.struchenkova@gmail.com](mailto:yana.struchenkova@gmail.com) , [olgakiselevadonntu@mail.ru](mailto:olgakiselevadonntu@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Струченкова Я. В., Киселёва О. В. Среда разработки Unity как средство разработки игр в жанре 2D-платформер. В статье рассмотрены: структура проекта, использование тайловых карт, анимирование персонажей, разработка скриптов.*

### **Annotation:**

*Struchenkova Ya. V., Kiseleva O. V. Unity development environment as a means of developing games in the 2D platformer genre. The article discusses: the structure of the project, the use of tile maps, character animation, script development.*

### **Цель статьи**

Описать возможности среды разработки Unity для игр в жанре 2D-платформер на примере разработки игрового приложения «Home, green home»

### **Введение**

Unity – межплатформенная среда разработки компьютерных игр. Unity позволяет создавать приложения, работающие на более чем 25 различных платформах. Основными преимуществами Unity являются наличие визуальной среды разработки, межплатформенной поддержки и модульной системы компонентов.

Для создания графической составляющей игры использовался векторный графический редактор Adobe Illustrator и графический редактор Adobe Photoshop, который работает с растровыми изображениями. Анимировались персонажи средствами Unity.

### **Структура проекта**

В основе игры лежит тема загрязнения окружающей среды. Сюжет игры заключается в следующем. Происходит вторжение на планету Земля. Из другой галактики прилетают иные существа – Neila. Они видели, как люди постепенно убивают свою планету, используя природные ресурсы в своих корыстных целях. Инопланетяне принимают решение спасти планету Земля, устранив главный источник приближающейся катастрофы – людей. Однако один из инопланетян по имени Ерoн, изучая людей и планету Земля, понимает, что человечеству можно дать второй шанс. Инопланетянин восстает против своих соотечественников и переходит на сторону людей. В роли главного игрового персонажа, за которого будет играть пользователь, выступает Ерoн. Игровой процесс построен на преодолении Ерoн пути к императору – главному инопланетянину.

Проект игрового приложения состоит из набора каталогов, содержащих файлы анимации и звукового сопровождения, а также спрайты, шрифты, игровые скрипты и готовые компоненты.

Данный проект содержит такие директории:

- Animations (содержатся все анимации объектов);
- Audio (содержатся музыкальные файлы);

- Fonts (текстовые шрифты, используемые в игровом приложении);
- Prefabs (содержатся шаблоны игровых объектов);
- Scenes (содержатся игровые сцены);
- Scripts (содержатся скрипты, написанные на языке программирования C# и используемые в игровом приложении);
- Textures (файлы с расширением .jpeg, .png, .psd, которые применяются к материалам в виде основных текстур или дополнительных карт);
- Materials (файлы, которые хранят в себе информацию о настройке рендеринга объекта на сцене);
- Tiles (ресурсы, расположенные на тайловых картах).

### Использование тайловых карт

Tilemap – сетка тайлов, используемая для создания макета игры. Есть несколько преимуществ использования узлов TileMap для разработки уровней. Во-первых, они позволяют рисовать макет путем «рисования» плиток на сетке, что намного быстрее, чем размещение отдельных узлов Sprite один за другим. Во-вторых, они позволяют использовать гораздо большие уровни, поскольку оптимизированы для рисования большого количества плиток. В данном проекте отрисовка Tileset реализована в Adobe Illustrator.

Данный Tileset был загружен в Unity, после чего осуществлен переход в режим редактирования спрайта. Изображение составляется из ряда плиток или тайлов (tile). Далее используется настройка нарезки по сетке в редакторе спрайтов (Sprite Editor's Grid Slicing) для автоматического разбиения изображения на несколько спрайтов. Размеры каждой ячейки в этом наборе тайлов (tileset) 64 на 64 пикселя, поэтому вводятся эти настройки. С помощью редактора спрайтов автоматически создаются необходимые нарезки спрайта. После того как был нарезан лист спрайтов на отдельные спрайты, осуществляется конвертирование их в тайлы-плитки (tiles).

Tile Palette – это окно, которое является неотъемлемой частью использования тайлмап-системы. Оно организует интерфейс для выбора плиток. Прежде чем добавить «TopGrassTile» плитку в окно палитры плиток (Tile Palette), создается новая палитра (Palette). Палитры могут быть использованы для организации наборов плиток.

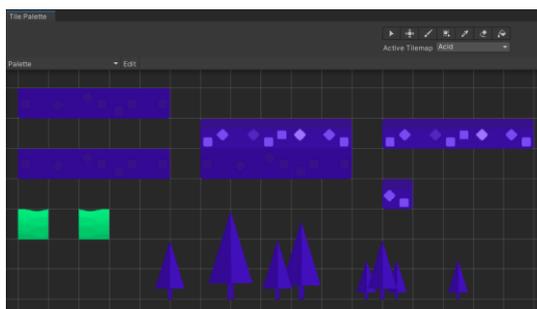


Рисунок 4 – Окно палитры плиток (Tile Palette)

Вместе с тайлмап-системой добавляется 2D-компонент тайлмап коллайдер (Tilemap Collider). При применении к тайлмапу он автоматически создаёт коллайдер вокруг плиток.

### Анимирование персонажей

В первую очередь, проходит подготовка главного персонажа в Adobe Photoshop. Для этого разделяются отдельные части изображения (персонажа) на разные слои в Photoshop.

После чего сохраняется файл в формате psb. Далее для работы в Unity устанавливаются определенные пакеты: 2D PSD Importer и 2D Animation.

В Unity персонаж автоматически разделяется на составные части, исходя из ранее подготовленного файла. Далее осуществляется переход в Модуль Skinning Editor. Данный модуль добавляется в редактор спрайтов при установке пакета 2D-анимации. Чтобы построить кости скелета персонажа, используется инструмент «Create bone». Выцветшая ссылка показывает, что красная основная кость соединена с остальными. После создания костей персонажа производится генерация автоматического взаимодействия костей со спрайтами.

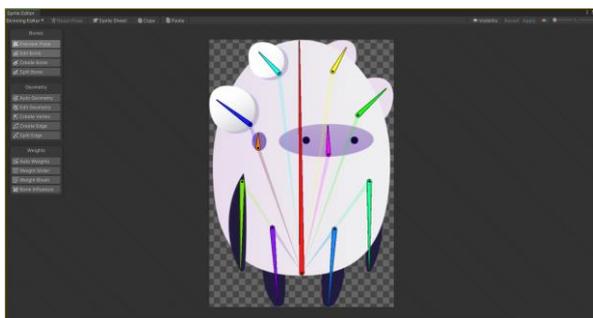


Рисунок 6 – Построение скелета персонажа

К анимационным функциям Unity относятся перенастраиваемые анимации, полный контроль веса анимации во время выполнения, вызовы событий во время воспроизведения анимации, сложные иерархии и переходы конечного автомата, смешанные формы для лицевой анимации и многое другое. Окно анимации предлагает простой способ создания анимационных клипов и отдельных анимаций (GameObject).

Выполняется перемещение различных костей персонажа на временной шкале анимации с помощью инструментов анимации Unity. Таким образом создаются ключевые кадры и плавные анимационные переходы. Сетка актера деформируется в зависимости от положения ригг-костей. Нажав кнопку «Add keyframe» в окне анимации, можно добавить ключевые кадры. После добавления они отображаются в виде символа ромба в окне анимации.

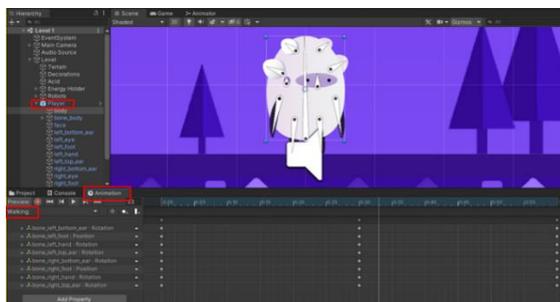


Рисунок 9 – Анимация ходьбы основного персонажа

При анимации GameObjects в Unity осуществляется присоединение компонента Animator к GameObjects. Компонент Animator должен ссылаться на контроллер Animator, который, в свою очередь, содержит ссылки на один или несколько клиперов анимации. Контроллер аниматора (Animator Controller) требуется для применения анимаций к скелету. Контроллер аниматора создается в Unity и позволяет руководить набором анимаций для

персонажа и переключаться между ними, когда выполняется некоторое условие. Например, можно переключиться от анимации ходьбы к прыжку при нажатии определенной кнопки.

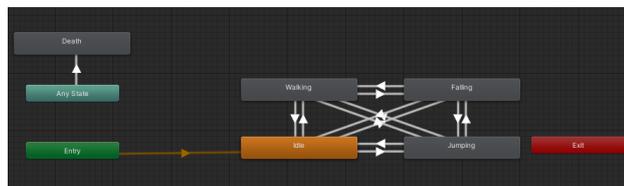


Рисунок 10 – Аниматор основного персонажа

После реализации анимации объектов в Unity осуществляется переход к разработке необходимых скриптов.

### Разработка скриптов

Класс или скрипт – это программный код, который содержит в себе описание некоторого игрового объекта. В данном проекте скрипты реализованы на языке программирования C#.

Игровой процесс каждого уровня заключается в том, что главный герой открывает портал для перехода на следующий уровень. Для прохождения уровня пользователь преодолевает препятствия, прыгая по платформам (например, попав в ядовитую жидкость, герой проигрывает). Также на уровне представлены сгустки энергии, которые собираются для того, чтобы уничтожить противников – машины-роботы и инопланетные растения.

Также для прохождения уровня необходимо найти руну, которая спрятана в каком-то из разрушаемых объектов. В роли разрушаемых объектов выступают противники. После того, как пользователь находит руну, она перемещается в инвентарь. После найденной руны показывается портал, который служит переходом на следующий уровень. Таким образом пользователь проходит каждый последующий уровень. Рассмотрим основной класс данной игры:

Класс `PlayerController` реализует основную логику главного игрока и содержит следующие методы:

- `ChangeEnergy` (отвечает за изменение счетчика энергии игрока);
- `CheckDirection` (описывает изменение направления игрока);
- `IsGrounded` (реализует столкновение с поверхностью);
- `Jump` (отвечает за инициализацию прыжка);
- `MakeShot` (отвечает за совершение выстрелов энергией);
- `MoveLeft` (реализует инициализацию движения влево);
- `MoveRight` (отвечает за инициализацию движения вправо);
- `OnDrawGizmos` (отвечает за рисование направляющих в редакторе для визуального отображения заданных границ движения игрока);
- `OnTriggerEnter2D` (реализует обработку столкновения персонажа с энергией или руной);
- `Shot` (отвечает за инициализацию выстрелов энергией);
- `Start` (реализует инициализацию объекта);
- `TakeDamage` (отвечает за обработку получения урона);
- `Update` (реализует обновление положения игрока);

— UpdateAnimationState (реализует обновление анимационного состояния игрока).

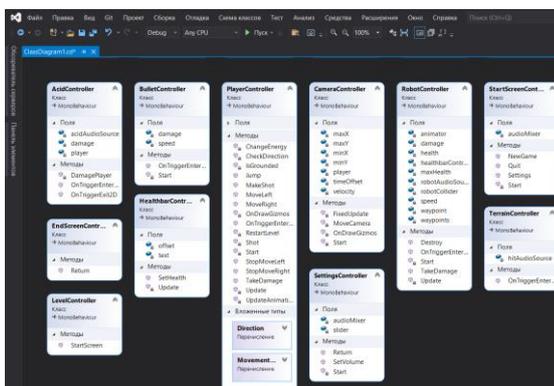


Рисунок 13 – Диаграмма классов в Microsoft Visual Studio

### Выводы

В результате проделанной работы описаны возможности среды разработки Unity для игр в жанре 2D-платформер на примере разработки игрового приложения «Home, green home».

### Литература

1. Unity Manual / [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://docs.unity.com/Manual/index.html>
2. Струченкова, Я.В. Разработка технического предложения игры в жанре платформер «Home, green home» / Я.В. Струченкова, О.В. Киселева// ИУСМКМ-2021 : материалы XII Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование» (студенческая секция) / Донецкий нац. техн. ун-т. – Донецк: ДОННТУ, 2021. — С. 322-326
3. Струченкова, Я.В. Разработка модели игры «Home, green home» средствами UML / Я.В. Струченкова, О.В. Киселева// СИТОНИ-2021 : материалы VII Международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» / Донецкий нац. техн. ун-т. – Донецк: ДОННТУ, 2021. — С. 309-316.

УДК 004+519.25

## ИЗУЧЕНИЕ СТАТИСТИКИ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТА САЙТА ПО ЕГО SEO ПОКАЗАТЕЛЯМ

**Климко Г.Т., Юрьева А.Ю.**

Донецкий национальный технический университет  
Кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
E-mail: [gtklimko@mail.ru](mailto:gtklimko@mail.ru) [nastyamiska1@mail.ru](mailto:nastyamiska1@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Климко Г.Т., Юрьева А.Ю. Изучение статистики визуального контента сайта по его SEO показателям. Роль SEO показателей для продвижения сайта не однозначная, как и их объективность. Не ясна степень отражения в них эстетических составляющих сайтов. Предлагаются статистические оценки важности таких характеристик для пользователей. Применены для этого методы измерения коэффициентов их ранговой корреляции с SEO показателями. Эти коэффициенты сравниваются и результаты обсуждаются.*

### **Annotation:**

*Klimko G.T., Yurieva A.Yu. Study of website visual content statistics based on its SEO indicators. The role of SEO metrics in website promotion is not unambiguous, as well as their objectivity. It is not clear the extent to which they reflect the aesthetic components of sites. Statistical estimates of the importance of such characteristics for users are proposed. For this, methods of measuring the coefficients of their rank correlation with SEO indicators have been applied. These coefficients are compared and the results are discussed.*

### **Общая постановка проблемы**

Search engine optimization (SEO) – бесплатная система, дающая оценки поисковой оптимизации сайта, применяемая для выработки комплекса мер, способствующих заданию сайту параметров, которые необходимы для попадания его в ТОП таких поисковых систем, как Яндекс и Гугл. При этом совсем не длинная история отношений поисковых систем и сео-специалистов напоминает извечную проблему создания брони, защищающей от пушек, и вслед за этим создания новых пушек, пробивающих усовершенствованную броню.

В конце 2009 года вышел новый алгоритм Яндекса под названием Матрикснет, или в английском написании Matrixnet. Это принципиально новый подход к оценке сайтов и построению поисковой выдачи, включающий самообучающийся алгоритм с элементами искусственного интеллекта (ИИ) [1]. В его основе лежат «нейронные сети», материал для обучения которых готовит большая команда специальных людей, называемых ассессорами. Их работа – смотреть и оценивать сайты. Поставленное им задание – это связка «поисковый запрос + сайт» и варианты возможных оценок:

- сайт является официальным источником информации по данному вопросу;
- сайт полностью отвечает на запрос;
- релевант плюс (даёт полноценный и подробный ответ);
- релевант минус (информация не полная и не подробная);
- нерелевантный (страница с ключевым словом, но не по теме);
- не по теме (не по теме запроса хорошая страница);
- спам (ничего полезного);

Эти оценки выставляют люди, которые могут нести в себе субъективное суждение о сайте, и, в целом, отличить «хороший» сайт от «плохого» человек способен за считанные

секунды. Вся собранная ассессорами информация для Матрикснет – запросы + страницы + оценки – «скармливаются» ему. Затем, получая на вход сайты, и зная правильные ответы, Matrixnet «обучается» – настраивает собственную формулу их оценивания. Если выборка учебных, тестовых, ресурсов правильно подготовленная и достаточно большая, то в дальнейшем Матрикснет сможет «видеть сайт практически глазами живого человека» и успешно выставлять рейтинг другим сайтам, которых не было в обучающей выборке. Самое удивительное, что оценка ИИ будет очень близка к той, которую выставил бы ему человек!

Нужно отметить, что при этом соблюдаются те основные базовые принципы, которые желательно «культивировать» и в продвигаемом по SEO показателям сайте:

- сайт должен быть полезным;
- сайт должен быть как минимум не хуже своих среднестатистических конкурентов.

А как быть с влиянием на качество сайта его веб-дизайна?

Веб-дизайн – это скорее искусство, чем наука, и поэтому систематизировать его очень сложно. Появился он в XX-ом веке, и в нём сейчас присутствуют стили: минимализм, флэт или плоский, эскизный или иллюстративный, ретро, гранж или «неяркий», типографика с явным приоритетом шрифтов, реализм или скевоморфизм. Создатели удачных сайтов сочетают, порой, несколько стилей, добиваясь для сайта визуальной привлекательности.

На эмоциональную, эстетическую и художественную составляющую страниц сайта влияет соблюдение правил сочетаемости цветов и правил «золотого сечения» [2 – 4]. Выбор дополнительных цветов – по диагонали «цветового круга», или триад – цветов «круга» по лучам правильной трёх-лучевой звезды, полезен, что и подтверждают психологи. «Золотое сечение» связывают с пропорциями в живой природе: у раковин улитки, у шляпки подсолнуха, в пропорциях человеческого тела.... Художники его учитывают на их холстах в пропорциях главных, дополнительных и второстепенных частей изображений, что способствует целостности восприятия картины. Это же применимо и к пропорциям частей страниц сайта. Математически его выражает пропорция:  $a:(a+b)=b:a$ . Если  $a+b$  как

целое обозначить 1, часть её,  $a$ , обозначить  $x$ ,  $a = x$ , то получим уравнение,  $x:1=(1-x):x$ ,

или,  $x^2 + x - 1 = 0$ , точное положительное решение которого

$x = (\sqrt{5} - 1)/2 = 0,6180339887498948...$  Приближённое значение пропорции даёт деление

соседних чисел последовательности: 1, 2, 3, 5, 8, 13, .... Это числа Фибоначчи. Интересно, что для равнобедренного треугольника с длиной боковой стороны равной 1, и углом  $72^\circ$  при основании, полученное выше число,  $x$ , – это длина его основания. Равнобедренный треугольник, отрезанный от правильной пятиконечной звезды, – это тоже «золотое сечение».

Явно ни одной перечисленной составляющей веб-дизайна в SEO показателях сайта нет. Это не означает, априори, что влияния визуального контента на SEO нет. Нашей задачей является поиск возможности численной оценки и его значимости для пользователей, и его косвенного влияния на SEO показатели.

### Исследование

Эстетическая составляющая может присутствовать в SEO показателях опосредованно через «вкусы» пользователей, «оценивающих» при просмотре внешнюю привлекательность страниц сайта. Величина этого влияния может быть предметом статистики.

Коэффициент корреляции, отражающий «тесноту» связи принимающих численные значения величин, применим при нормальном законе их распределения. В SEO показателях сайта – это значения числа посетителей и просмотров сайта, активности в социальных сетях, Яндекс индекс качества сайта (ИКС) и др. Чтобы определить закон распределения статистики показателя необходимо ей сопоставить значения измеряемой величины как, например, в [5] уровень образования в стране. Аналогично, значения измеряемых в SEO показателей, дают статистические оценки популярности сайтов (см. Талицу 1). Ясно, что

сайт - лидер просматривает и больше пользователей. В таком сопоставлении на гистограмме мы увидим экспоненциальный закон распределения. По критерию Хи-квадрат, по критерию согласия Пирсона, его уровень значимости для 20 популярных сайтов, меньше 0,00005.

Таблица 1 SEO показатели изучаемых сайтов (за месяц)

№/пп	Адрес сайта - конкурента ( <i>pr-cy.ru</i> )	Пр	По.	ВК	Fb	ИКС
1	<a href="https://www.iamcook.ru/country/russia">https://www.iamcook.ru/country/russia</a>	9840000	6430000	260	2001	4120
2	<a href="https://1000.menu/catalog/russkaya-kuxnya">https://1000.menu/catalog/russkaya-kuxnya</a>	21820000	11650000	1264	1748	6450
3	<a href="https://gotovim-doma.ru/cuisine/russkaya">https://gotovim-doma.ru/cuisine/russkaya</a>	6774883	3085228	848	443	3440
4	<a href="https://povar.ru/list/russkaya/">https://povar.ru/list/russkaya/</a>	29918823	12573535	1019	315	6550
5	<a href="https://www.koolinar.ru/kitchen/russkaya">https://www.koolinar.ru/kitchen/russkaya</a>	5280000	3360000	870	1131	4210
6	<a href="https://www.gastronom.ru/recipe/group/2306/russkaya-kuhnya">https://www.gastronom.ru/recipe/group/2306/russkaya-kuhnya</a>	8550000	5270000	625	4242	5150
7	<a href="https://www.edimdoma.ru/retsepty/tags/600-russkaya-kuhnya">https://www.edimdoma.ru/retsepty/tags/600-russkaya-kuhnya</a>	14251794	7185107	895	4852	4740
8	<a href="https://tvoirecepty.ru/">https://tvoirecepty.ru/</a>	1220000	439000	62	192	1610
9	<a href="https://yummybook.ru/category/russkaya-kuhnya">https://yummybook.ru/category/russkaya-kuhnya</a>	1307411	556975	1536	2995	1130
10	<a href="https://www.tveda.ru/recepty/russkaya/">https://www.tveda.ru/recepty/russkaya/</a>	1155452	514848	37	3763	1920
11	<a href="https://vilkin.pro/kuhnya/russkaya-kuxnya">https://vilkin.pro/kuhnya/russkaya-kuxnya</a>	446000	329000	498	57	1350
12	<a href="http://namnamra.com/recipes/kitchen/37-russkaya-kuchnya/bydifficulty">http://namnamra.com/recipes/kitchen/37-russkaya-kuchnya/bydifficulty</a>	83200	42200	257	10	190
13	<a href="https://www.victoriagroup.ru/interesting/bluda-russkoi-kuhni/">https://www.victoriagroup.ru/interesting/bluda-russkoi-kuhni/</a>	638000	151000	4	699	1520
14	<a href="https://cooklikemary.ru/recipe/russkaya-kuhnya">https://cooklikemary.ru/recipe/russkaya-kuhnya</a>	23500	5880	7	623	320
15	<a href="https://retsept.net/?yclid=1528209426621692678">https://retsept.net/?yclid=1528209426621692678</a>	165000	86200	28	36	350
16	<a href="https://www.russianfood.com/recipes/recipe.php?rid=156604">https://www.russianfood.com/recipes/recipe.php?rid=156604</a>	67975695	16543025	3368	1714	11300
17	<a href="https://rutxt.ru/">https://rutxt.ru/</a>	6160000	3520000	101	131	2180
18	<a href="https://eda.ru/recepty/russkaya-kuhnya">https://eda.ru/recepty/russkaya-kuhnya</a>	11630000	7410000	1073	8957	4670
19	<a href="https://www.povarenok.ru/">https://www.povarenok.ru/</a>	28842511	8174957	493	1242	9350
20	<a href="https://vkuso.ru/">https://vkuso.ru/</a>	1880000	855000	47	128	1140

Сокращения: Пр – число просмотров сайта, По – число посетителей, ВК – активность ВКонтакте, Fb – активность в Facebook, ИКС – Яндекс индекс качества сайта.

Изучаемая здесь величина качественная, не имеющая количественного выражения.

Субъективно её можно ранжировать по степени выраженности оцениваемых у сайтов признаков, приписывая им номер – «ранг» порядковой шкалы. Так как и запросы сайтов

пользователями, и возвращения их к ним столь же субъективно влияют на SEO показатели, сайты будем ранжировать по двум показателям и применять возможность оценить тесноту связи между признаками, основываясь на их рангах, то есть тесноту ранговой корреляции.

В столбцах Таблицы 2 указаны места сайтов по SEO показателю и в первых трёх столбцах – по веб-дизайну.

Меньший номер присвоен сайту с большим SEO-показателем. Сложность в сравнении веб-дизайна у разных сайтов, второй, третий и четвёртый столбцы Таблицы 2, привёл к появлению одинаковых мест у разных сайтов, и равных рангов у них, соответственно.

Таблица 2. Вычисление ранговой корреляции Спирмена

№/пп	A	L	G	Пр	По.	ВК	Fb	ИКС
1	10,5	1,5	11	7	7	9	12	6
2	10,5	3	19,5	4	3	4	3	7
3	1,5	4	7	9	11	10	8	13
4	5	5	15	2	2	3	5	14
5	12,5	1,5	3	11	10	8	7	10
6	15,5	16	7	8	8	5	9	3
7	7,5	17	3	5	6	6	6	2
8	7,5	2	3	14	15	13	15	15
9	5	6	7	13	13	16	2	5
10	19,5	18	11	15	14	12	17	4
11	18	7	15	17	16	15	10	18
12	5	8	7	19	19	20	13	20
13	15,5	19	19,5	16	17	14	20	11
14	15,5	9	15	20	20	19	19	12
15	12,5	10	15	18	18	18	18	19
16	19,5	11	1	1	1	1	1	8
17	9	14	15	10	9	11	14	16
18	15,5	20	18	6	5	7	4	1
19	3	12	7	3	4	2	11	9
20	1,5	13	11	12	12	17	16	17
Σ=...	210	210	210	210	210	210	210	210
A	$t_{0,8,18} =$	1,33	$\rho =$	0,15936	0,015189	-0,14901	0,005337	-0,39778
L	$t_{0,9,18} =$	1,73	$\rho =$	-0,07424	-0,08182	-0,07273	0,256061	-0,45303
G	$t_{0,95,18} =$	2,10	$\rho =$	0,188344	0,134311	0,197607	0,280201	0,123504

Номера из первого столбца Таблиц 1 и 2 нумеруют одинаковые сайты.

Как и в [5], здесь применяется метод ранговой корреляции. Этот метод как раз применим, когда изучается качественный признак. В Таблице 2 мы ранжировали сайты по их SEO показателям, столбцы с 5-го по 9-ый, и по веб дизайну, столбцы со 2-го по 4-ый.

Решается следующая задача. По определённым для сравниваемых сайтов рангам определяется ранговая корреляция Спирмена. Если она значимая, то результатом будет косвенное подтверждение значимости вэб-дизайна сайта для его продвижения по SEO показателям. Если результат будет отрицательным, то будет косвенно доказано, что для сайтов с данной тематикой дизайн не существенный, и важнее его соответствие запросам по контексту и при их поиске, и при возвращении к ним.

Когда при ранжировании объектов невозможно найти существенного различия их по рассматриваемому признаку, считаем, что объекты связанные. У них одинаковый номер по качеству сайта. Поэтому им приписываем одинаковые средние ранги, но так, чтобы сумма всех рангов оставалась такой же, как и при отсутствии связанных рангов. Смотрите строку «Σ» Таблицы 2. Например, в столбце «А» 1-ое и 2-ое место разделяют сайты под № 3 и 20, поэтому каждому из них приписывается средний ранг 1,5 так, чтобы  $1,5 + 1,5 = 1 + 2 = 3$ .

Коэффициент ранговой корреляции для связанных рангов вычисляется по формуле:

$$\rho = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (r_i - s_i)^2}{\frac{1}{6}(n^3 - n) - (T_r + T_s)}; \quad T_r = \frac{1}{12} \sum_{k=1}^{m_r} (t_{(r)k}^3 - t_{(r)k}); \quad T_s = \frac{1}{12} \sum_{k=1}^{m_s} (t_{(s)k}^3 - t_{(s)k}), \quad (1)$$

где  $m_r$  и  $m_s$  - число групп связанных сайтов, которые сравниваются по их признакам  $r$  и  $s$ ;  $t_{(r)k}$  и  $t_{(s)k}$  - число рангов, входящих в  $k$ -ую группу неразличимых рангов, они в столбцах А, L, G.

Значимость ранговой корреляции Спирмена определялась по критерию Стьюдента, определяемого формулой:  $t = \rho \sqrt{n-2} / \sqrt{1-\rho^2}$ , с числом степеней свободы  $n - 2$ . При отсутствии корреляции по нулевой гипотезе полученный коэффициент  $\rho$  будет значимым, если значение статистики,  $t$ , превышает значение критической точки,  $|t| > t_{1-\alpha, n-2}$ , где  $\alpha = 0,20$ ,  $0,10$  или  $0,05$  – уровень значимости. Для них в Таблице 2 даны критические точки.

#### Выводы

При ранжировании по визуальной привлекательности сайтов руководствовались как общим впечатлением о дизайне страниц, А и L, так и оценкой применений правил сочетания цветов и выполнения соотношений золотого сечения, оценивание G. Видим, что в последнем случае все коэффициенты ранговой корреляции имеют смысл, положительные, но отвечают очень слабой, с По и ИКС, и просто слабой, с Пр, ВК и Fb, корреляции. Максимальное значение корреляции с Facebook, охватывающей много стран.

Несмотря на обнаруженный в ряде случаев заметный уровень ранговой корреляции, она во всех случаях не значимая. Корреляции не настолько большие, чтобы отвергать гипотезу об отсутствии влияния веб-дизайна на SEO показатели, по крайней мере для такого типа сайтов. Ранговая корреляция Кендалла ситуацию не изменяет, она всегда меньше корреляции Спирмена.

Неоднозначность связи популярности сайта с его эстетической составляющей подтверждает и наличие в интернете множества мнений по этому вопросу. И дизайнеры, и пользователи в её обсуждениях утверждают, что после знакомства с функциональностью сайта “более содержательные сайты кажутся им и более красивыми”.

#### Литература

1. Мелькин Н. В. Искусство продвижения сайта. Полный курс SEO: от идеи до первых клиентов / Н. В. Мелькин, К. С. Горяев. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 268 с.
2. Омеляненко Е. В. Цветоведение и колористика: Учебное пособие. – 3-е изд., испр. и дол. – СПб.: Лань; Планета музыки, 2014. – 104 с.
3. Медведев В. Ю. Цветоведение и колористика: учеб. пособие (курс лекций). — СПб.: ИПЦ СПГУТД, 2005. — 116 с.
4. Фернандо Корбалан. Золотое сечение. Математический язык красоты. / Пер. с англ. – М.: Де Агостини, 2014. – 160 с.
5. Заслонко О. К. Использование коэффициентов ранговой корреляции Спирмена и Кендалла для проверки гипотезы влияния образования на экономический рост // Экономика и управление. 2010. № 44 (179). С. 36 – 45.

УДК 004.928

## ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ КОНЦЕПТ-АРТА ПЕРСОНАЖА ДЛЯ БУКТРЕЙЛЕРА «МИФЫ И ЛЕГЕНДЫ БЕЛАРУСИ»

**Жадько А.В., Харитонов В.В.**  
Университет при МПА ЕврАзЭС,  
Невский институт дизайна  
E-mail: zhadko.ne@nid.life

### **Аннотация:**

**Жадько А.В., Харитонов В.В.** *Этапы создания концепт-арта персонажа для буктрейлера «мифы и легенды беларуси». Рассмотрены этапы создания концепт-арта персонажа для буктрейлера «Мифы и легенды Беларуси». Проанализированы такие составляющие графической концепции как авторский стиль, цветовая палитра, композиционные решения, ритм, стиль графики.*

### **Annotation:**

**Zhadko A.V., Kharitonova V.V.** *Stages of creating character concept art for booktrailer "myths and legends of belarus". The stages of creating a concept art of a character for the booktrailer "Myths and Legends of Belarus" are considered. Such components of the graphic concept as the author's style, color palette, compositional solutions, rhythm, graphic style are analyzed.*

### **Общая постановка проблемы.**

Концепт-арт – это относительно новое течение в рисовании, получившее сейчас широкое распространение благодаря интернет-технологиям. Концепт-арт предназначен для формирования художником идеи о персонаже или другой части проекта путем визуального воплощения. Концепт-арт – это достаточно проработанная иллюстрация, с большим количеством деталей, широким спектром цветов и возможно глубокими тенями.

Авторский стиль. В первую очередь стоит отметить, что стиль – неоднозначная категория и любой авторский продукт проходит множество трансформаций прежде, чем придет к логическому завершению. Авторский стиль – это совокупность опыта, пропущенного через призму личности автора. Который может иметь большое количество отсылок к различным эпохам, жанрам, графическим решениям, а также другим деятелям искусства. К примеру, в кинематографе режиссёры зачастую перенимают приемы друг друга намеренно включая их в сюжет собственных произведений. Авторский стиль в иллюстрации включает в себя множество элементов таких как определенная цветовая палитра, композиционные решения, жанр, и различные детали имеющие отношения к другим произведениям. Анализ и подбор цветовой палитры на основе заданной темы (рис.1)

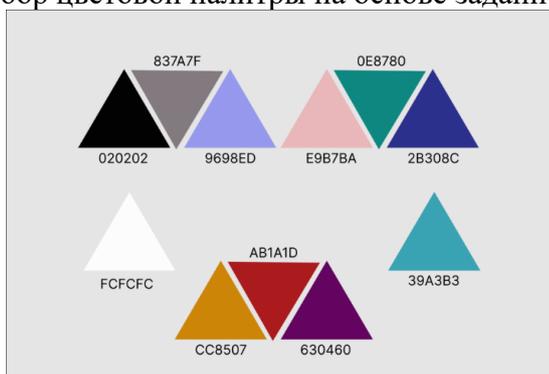


Рис. 1. Цветовая палитра

Цвет создает настроение и формирует наши эмоции при просмотре. Согласно некоторым исследованиям, цвета влияют на нас даже на физическом уровне. Данную палитру можно отнести скорее к комплементарной цветовой схеме, где используются оттенки, расположенные в противоположных частях цветового колеса. Например, темно-желтый и синий или красный и зеленый. Сочетание противоположных цветов наш глаз воспринимает как гармоничное: теплый и холодный дополняют друг друга и усиливая эффект воздействия обоих цветов. Преобладающими цветами являются красный, желтый, синий, голубой, зеленый и белый цвета, тогда как серый, розовый, черный, фиолетовый, – дополнительные. Красный – несет в себе множество ассоциаций, например опасность, любовь, страсть, огонь. Это цвет энергии, удачи и власти. В соответствии с темой концепт-арта красный играет ключевую роль в и в сюжете, и в материальной культуре Беларуси. Желтый - цвет солнца, веселья, теплоты, а также цвет зерна. Зеленый – порождает несколько ассоциаций, такие как естественность, натуральность, экологичность, и в то же время богатство и изобилие. Зеленый цвет природы, основной цвет эпохи к которой нас отсылают сюжеты мифов и легенд. Синий – независимость и воля, а также бескрайние небеса, вода, туманы и роса. Фиолетовый цвет создает атмосферу таинственности и величия. Розовый используется в качестве акцента, чтобы привлечь внимание зрителя к определенным деталям сюжетной линии, таких как появление магического элемента (Папороть цветки рис.4). Тональный ритм палитры отличается высокой контрастностью (рис.2-3).

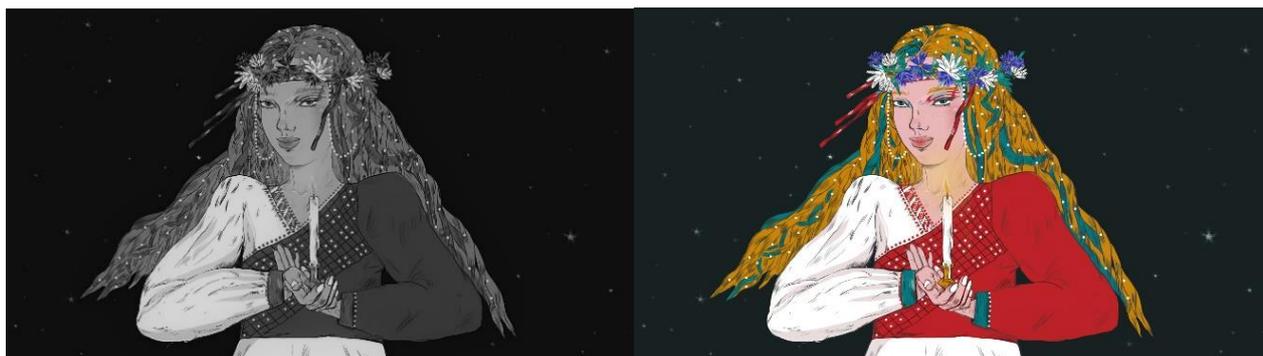


Рис. 2-3 Цветовой и тональный ритм

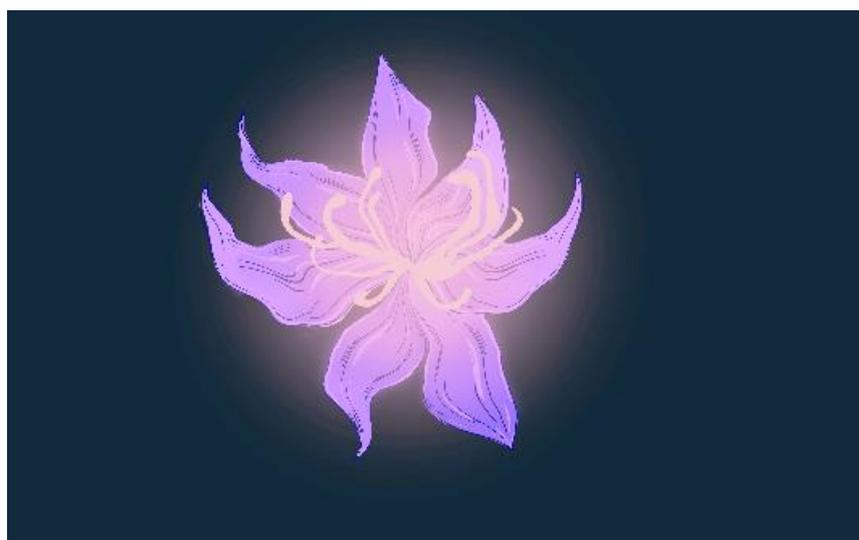


Рис. 4. Папороть цветка

Композиционные решения. Выбор композиции в очень важен так как является одним из средств передачи замысла художника. Внутри стиля есть несколько наиболее частых вариантов композиционных решений(рис.5)

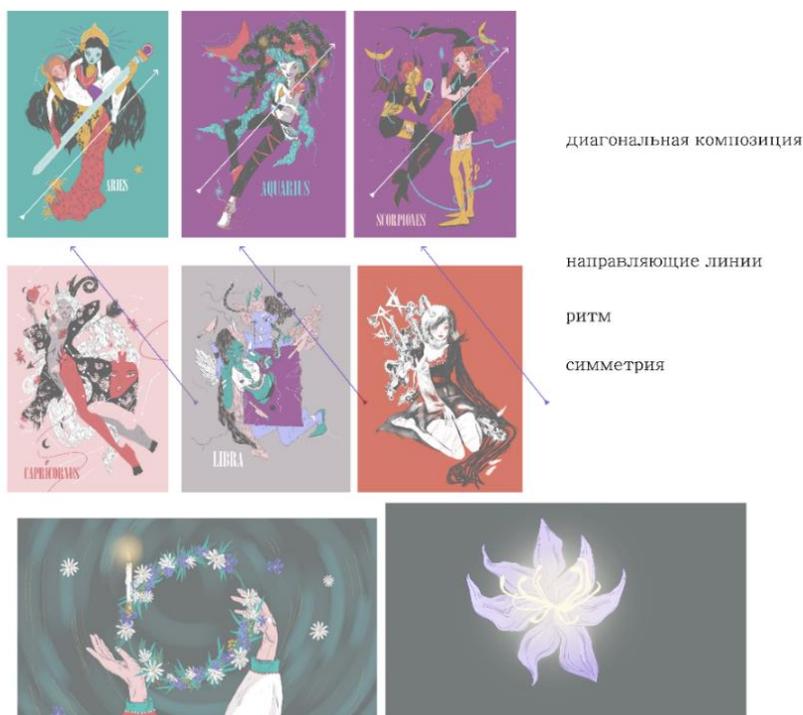


Рис. 5. Примеры композиционных решений

Ключевыми являются диагональная композиция как слево направо, так и наоборот, наличие направляющих линий, а также центровая композиция с симметрией. Диагональная композиция вносит некое разнообразие в кадр устремляя взгляд зрителя вверх или вниз в зависимости от смыслового посыла. Центральной, симметричный вариант же добавляет кадрам статики и стабильности. Таким образом, композиция – это замкнутая структура с фиксированными и связанными единством смысла элементами.

Ритм – как основное средство передачи смысловой нагрузки в иллюстрациях. Повторяющиеся элементы образуют некую схему, цепочку поинтов на которые зритель невольно обращает внимание, вот некоторые из них (рис.6-7).



Рис.6-7 Примеры повторяющихся изображения

Этапы создания концепт-арта: Подбор ключевых параметров персонажа. Задача-создать персонажа для буктрейлера по книге «Легенды и мифы Беларуси». В центре сюжета легенда про волшебный цветок «Папороть цветка». Основными персонажами истории являются парень и девушка в национальных костюмах празднующие день Ивана Купалы. Итак, параметры ключевого персонажа девушки – милый, яркий, красивый, национальный костюм. Параметры персонажа парня – эмоциональный, добрый, национальный костюм. Следующий этап первоначальный скетчинг, чтобы понять механику героев, визуализация первоначальных задумок. После создания скетчей, идет поиск референсов и анализ аналогов. Задача этого этапа, на основе анализа аналогов создать реалистичного персонажа в рамках истории, выделив необходимые для этого классификации. Следующим шагом будет создание силуэтов, пробная отрисовка некоторых деталей. После выбора наиболее удачного силуэта, добавляем детали, экспериментируем с костюмом. Далее выбор цветовых решений, делаем несколько вариантов, выбираем наиболее подходящий(рис.8). Далее окончательная проработка деталей.



Рис. 8 Варианты концепт-артов персонажей

### Выводы

В докладе были рассмотрены основные этапы создания концепт-артов персонажей для анимационных роликов. Основным требованием к дизайнерам-разработчикам концепт-артов по-прежнему остается наличие индивидуального авторского стиля. Немаловажен также правильный подбор цветовой гаммы концепт-арта, в соответствии с характером самого персонажа и общей концепцией ролика (исторической, культурной, тематической). Используя принципы композиционного построения кадра, такие как статика, динамика и ритм можно достичь высокого уровня эффективности образа персонажей и ролика в целом.

### Литература

1. Адамчик В.В. Мифы Беларуси, Справочник-определитель. Харвест, 2017, с.320
2. Кэттиш А., Че Т., Смирнов И. Дизайн персонажей. Концепт-арт, для комиксов, видеоигр и анимации. Питер, 2021г.
3. Голомбински К. Добавь воздуха! Основы визуального дизайна для графики веб и мультимедиа / К. Голомбински, Р. Хаген; Пер. с англ. Н.А. Римицан.. — СПб.: Питер, 2013

УДК 004:9

## РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ «КАТАРСИС» В ЖАНРЕ ADVENTURE

**Воливоц Ю.С., Бабакина А.А., Киселева О.В.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна

E-mail: juliya.volivots@yandex.ru, babakinaanastacia@yandex.ru, olgakiseleva\_donntu@mail.ru

### **Аннотация:**

**Воливоц Ю.С., Бабакина А.А., Киселева О.В. Разработка прототипа компьютерной игры «Катарсис» в жанре adventure.** Проектирование игры «Катарсис», способствующей лечению психических расстройств, на основе построенных UML-диаграмм, и эскизных документов. В ходе работы были сконструированы игровые сцены, разработан дизайн персонажей, а также добавлены интерактивные объекты.

### **Annotation:**

**Volivots J.S., Babakina A.A., Kiseleva O.V. Development of a prototype of the computer game "Catharsis" in the genre of adventure.** Development of a catharsis game that promotes the treatment of mental disorders based on constructed UML diagrams and draft documents. During the work, game scenes were constructed, character designs were developed, and interactive objects were added.

### **Постановка проблемы:**

В современном мире компьютерные игры пользуются большим спросом. В них готовы играть и дети, и взрослые. Каждый может выбрать жанр, который был бы ему по душе. Игровой процесс увлекает пользователя своим сюжетом, способствует снижению уровня стресса, позволяет окунуться играющему в иные миры.

Особый интерес вызывают антистрессовые свойства компьютерных игр, в большей степени этому способствуют жанры: ролевые, головоломка, ритм-игры, песочницы. Игр подобных жанров не мало, однако лишь единицы создаются специально для того, чтобы они уменьшали уровень стресса у человека, страдающего депрессией. Широко известные игры, созданные с этой целью: SPARX, Celeste, Depression Quest. Таким образом, существует необходимость создания таких специализированных игр, которые с одной бы стороны положительно влияли на эмоциональное состояние человека, а с другой – не позволяли формироваться зависимости от их воздействия.

Целью статьи является разработка прототипа компьютерной игры «Катарсис» в жанре adventure, которая бы имела свойство понижать уровень стресса у человека, страдающего депрессией.

### **Концепция**

Сюжет игры повествует о молодой девушке Алисе, которая запуталась в самой себе, в своем прошлом, чувствах, восприятии мира и окружающих ее людей. Ей предстоит понять, что же в прошлом могло так кардинально повлиять на ее настоящее. Для этого Алиса столкнется с тайнами, которые ей предстоит раскрыть. Также девушке не стоит забывать, что все может быть не так однозначно; прошлое может быть не таким светлым, как ей представлялось.

### **Выбор средства разработки**

В качестве возможного средства разработки рассматривались Unity 3D, Unreal Engine 4, Godot. Их сравнение проводилось по таким критериям, как: наличие языка

программирование C#, наличие бесплатной версии, возможность поддержки со стороны других разработчиков, мультиплатформенность.

Для удобства сравнения данные анализа занесены в таблицу 1.

Табл. 1 – Сравнительная характеристика игровых движков

	Unity	Unreal Engine 4	Godot
Поддержка 3d	+	+	+
Поддержка 2d	+	+	+
Бесплатная версия	+	+	+
Мультиплатформенность	+	+	+
Поддерживаемые языки программирования	C#, C++	C++	GScript, C#, GDVisual
Наличие шаблонов и помощи других специалистов	+	+	+
Простота интерфейса	+	+	+
Редактор сцены	+	+	+
Физический движок	PhysX	PhysX	Bullet

Таким образом, заметим, что выбранные средства разработки одинаково хорошо подходят для создания игр. Однако, для данной работы был выбран именно Unity, т.к. имеет большое количество вспомогательной литературы. Помимо этого, поддерживается язык программирования C#, который является наиболее удобным для создания скриптов. Интерфейс среды также не вызывает затруднений даже у начинающих пользователей.

#### Проектирование игры при помощи UML-диаграмм

В процессе проектирования игры целесообразно проектировать игровую систему при помощи UML-диаграмм, которые наглядно покажут систему с разных точек зрения, проиллюстрируют различные её состояния, помогут собрать воедино объекты, их атрибуты и действия, покажут взаимосвязь между классами. Это необходимо для того, чтобы охватить все компоненты системы, показать связи между ними.

В качестве классов игры «Катарсис» были выделены «Дом», «Комната», «Предметы», «Персонажи». Их связи, атрибуты и действия представлены в составе диаграммы на рис. 1.

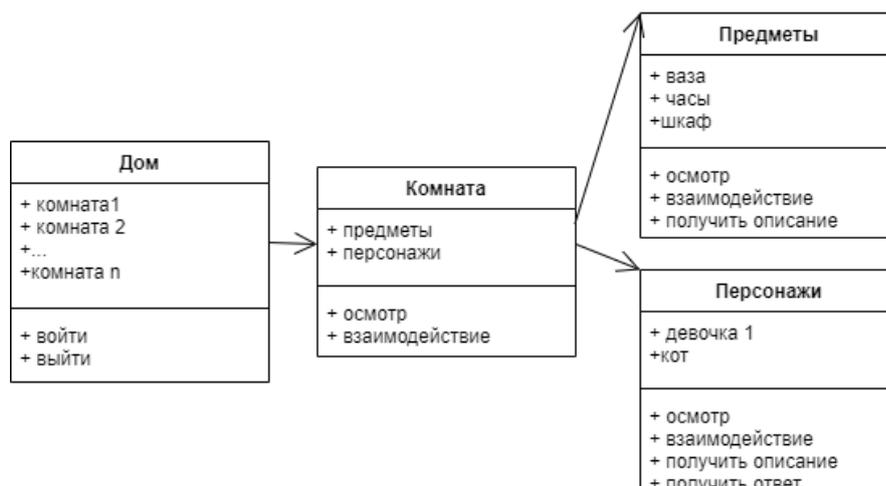


Рис. 1 – Диаграмма классов

Для лучшего представления процесса игры «Катарсис» был составлен граф состояний, он представлен на рис. 2.

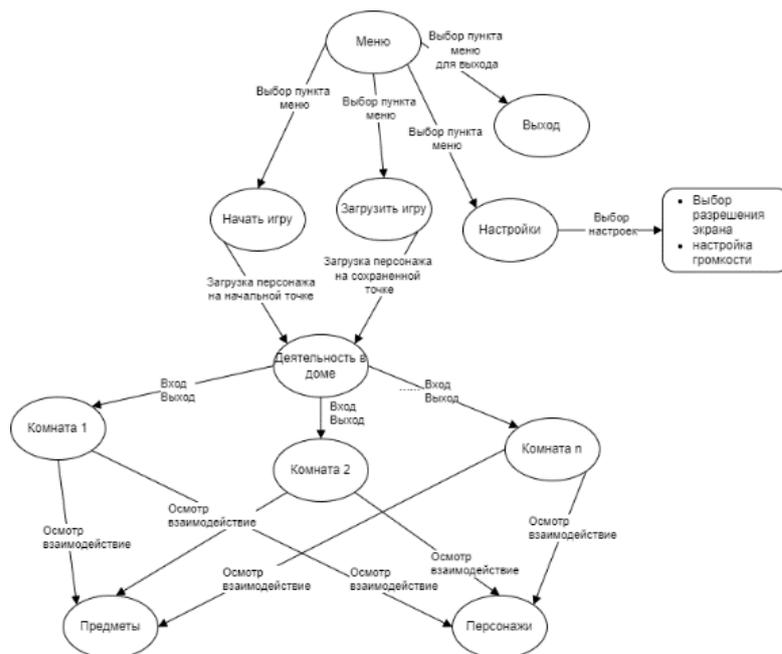


Рис. 2 – Граф состояний

### Эскизный проект и прототипирование

Разработка графики для игры была начата с эскиза персонажа – главной героини Алисы. Прорисовка осуществлялась при помощи Adobe Photoshop. Ниже на рисунке представлена финальная версия персонажа.

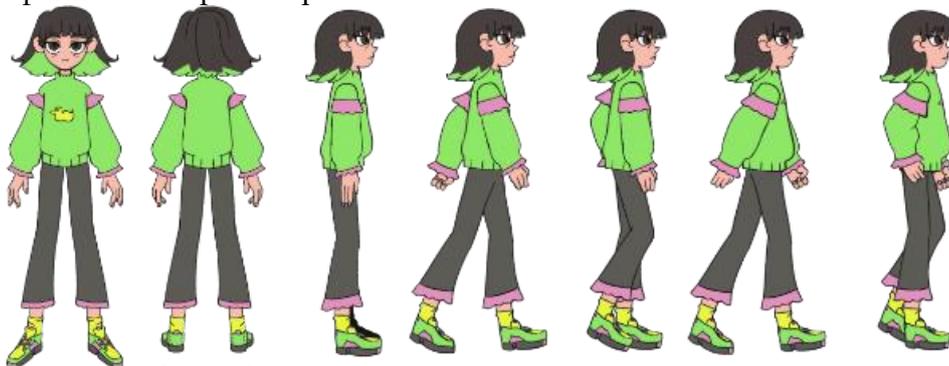


Рис. 3 – Финальная версия персонажа

Далее разрабатывался интерфейс игры, для которого было разработано меню и элементы управления. Спроектированное меню для игры «Катарсис», которое интуитивно понятно любому пользователю, представлено на рис. 4.

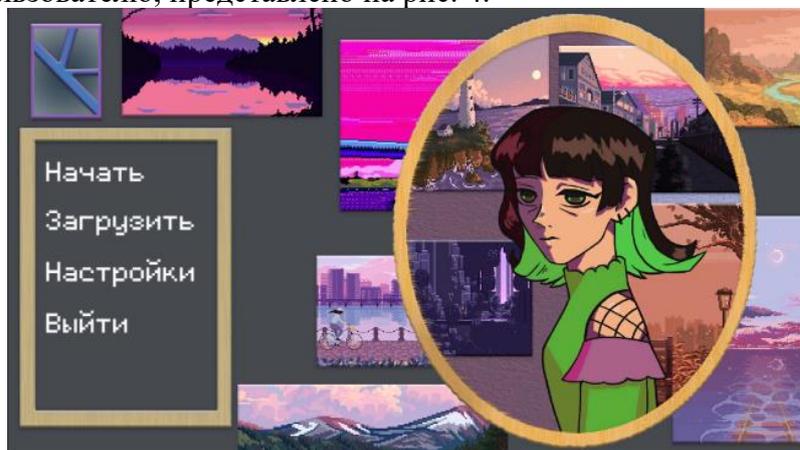


Рис. 4 – Игровое меню

Управление перемещением персонажа будет осуществляться при помощи стрелок влево-вправо клавиатуры. Взаимодействие с объектами и персонажами будет реализовано при помощи всплывающего меню (вызываемого стрелкой вверх), в котором указывается тип взаимодействия с окружением.

Каждый элемент дизайна направлен именно на раскрытие героев, прошлого. Дом будет наполнен разнообразными пасхалками и отсылками, т.к. героиня обычный человек, который увлекается разнообразными вещами. Пример игровой сцены и игровых объектов можно увидеть на рисунках 3.5, 3.6.



Рис. 5 – Игровая сцена



Рис. 6 – Игровые объекты

И заключающим этапом является создание самой игры на платформе Unity (Рис.7)

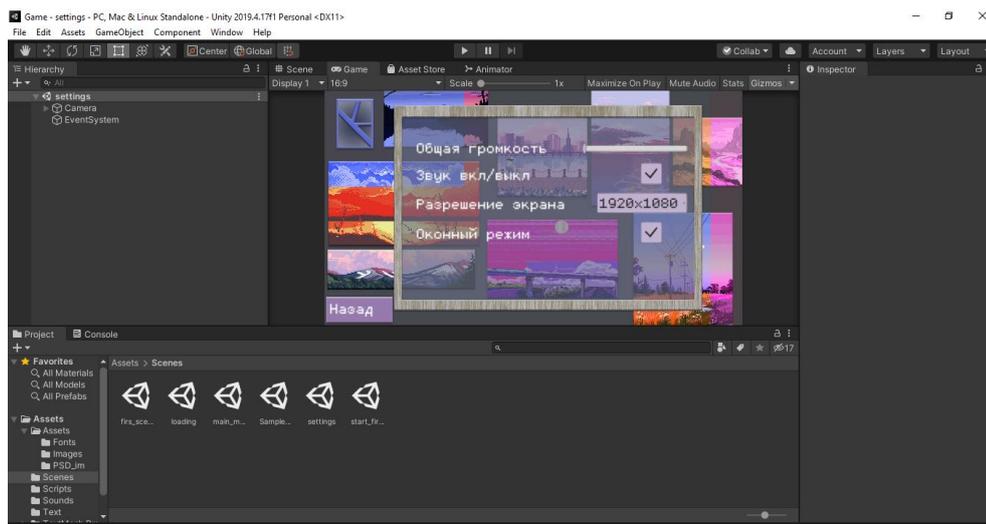


Рис. 7 – Скриншот из программы Unity

Игра разрабатывается на языке C#.

### Выводы

В результате проделанной работы игра «Катарсис» была спроектирована при помощи UML-диаграмм, в ходе работы над эскизным проектом созданы игровые персонажи, объекты, интерфейс и игровые сцены, при помощи платформы Unity создан прототип игры. В дальнейшем планируется тестирование прототипа и совершенствование игры «Катарсис».

### Литература

1. Торн А. Основы анимации в Unity / пер. с англ. Р. Рагимова. – М.: ДМК Пресс, 2016 – 176 с.: ил.
2. Мэннинг Д., Батфилд-Эддисон П. Unity для разработчика. Мобильные мультиплатформенные игры. — СПб.: Питер, 2018 — 304 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O’Reilly»).
3. Торн А. Искусство создания сценариев в Unity / пер. с англ. Р.Н. Рагимова. – М.: ДМК Пресс, 2016 – 360 с.:ил.
4. Кузьмина Г.П. Компьютерные игры и их влияние на внутренний мир человека / Г.П. Кузьмина, И.А. Сидоров. – Текст: Электронный // Вестник ЧГПУ им. И.Я Яковлева. – 2012. - №2 (74). Ч. 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternye-igry-i-ih-vliyanie-na-vnutrenniy-mir-cheloveka/viewer>. (Дата обращения: 05.05.2021).
5. Эффективность SPARX, подростков, ищущих помощи для депрессии: рандомизированное контролируемое испытание не полноценности: [Электронный ресурс] // BMJ Publishing Group Ltd. URL: <https://www.bmj.com/content/344/bmj.e2598>. (Дата обращения: 06.05.2021).

УДК 004.514

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЯ НА IOS И ANDROID С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ДИЗАЙНА

**Бородулина С.Ю., Харитонов В.В.**

Университет при МПА ЕврАзЭС,

Невский институт дизайна

E-mail: [borodulina.sy@nid.life](mailto:borodulina.sy@nid.life)

### **Аннотация:**

*Бородулина С.Ю., Харитонов В.В. Особенности разработки приложения на ios и android с точки зрения дизайна. Каждая мобильная операционная система похожа друг на друга и ее компоненты взаимозаменяемы. Но разница все же есть. Эта разница заметна пользователю, которому неудобен меню гамбургер на iOS. Наше исследование показывает некоторые особенности двух самых популярных мобильных операционных систем.*

### **Annotation:**

*Borodulina S.Yu., Kharitonova V.V. Features of application development on iOS and android from the point of view of design. Each mobile operating system is similar to each other. iOS and Android components are interchangeable. But there is still a difference. This difference is noticeable to the user who is uncomfortable with the hamburger menu on iOS. Our research demonstrates some features of the two most popular mobile operating systems.*

**Общая постановка проблемы.** Разработка любого продукта начинается с анализа аудитории, ее потребностей, привычек. В особенности это касается разработки мобильных приложений, в которых у пользователей есть ограниченный набор взаимодействий с системой. И у пользователей разных операционных систем есть свои особенности. Существуют определенные элементы навигации, к которым они привыкли. А, как известно, удобство и комфорт в использовании привлекают пользователей. При проектировании авторского мобильного приложения было проведено исследование двух самых популярных мобильных операционных систем – iOS и Android. Были выявлены некоторые отличия и особенности, влияющие на дизайнерские решения.

**Вкладки.** В любой системе есть компоненты, из которых состоит интерфейс. В рассматриваемых системах существуют вкладки (tabs). У вкладок в системе Android есть особое свойство: между ними можно переключаться свайпом [1]. Это потому, что страницы со вкладками находятся на одной высоте (elevation). Глубина пространства – это еще один отличительный аспект системы Android, о которой будет сказано позже.

Зная такую особенность, будет не лучшим решением добавить дополнительную карусель фотографий или элементы с похожими действиями внутри вкладки. Не слишком аккуратное нажатие приведет пользователя к прокрутке не той «карусели» и лишним действиям по возврату в исходное состояние. А, как известно, пользователи мобильных устройств не всегда нажимают именно туда, куда планировали (рис. 1) [2].



Рис. 2. Результаты исследования Стивена Хубера «Design for Fingers, Touch, and People»

В системе iOS переключение между вкладками, как правило, происходит нажатием, и эти компоненты работают как кнопки [3]. Однако вкладки не предназначены для того, чтобы вызывать действия (например, «поделиться»). Их цель – навигация. Неверное восприятие вкладок в iOS при разработке в конечном итоге создает неудобства в использовании (рис. 2).

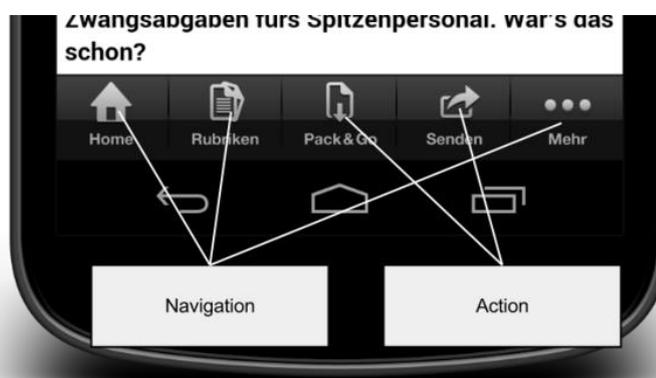


Рис. 3. Пример неудачного дизайна вкладок

Следует отметить, что на вкладках iOS чаще всего изображены иконки [4]. В Android вкладки представлены в виде текста. Иногда сочетания названий и иконок. Текстовое описание является хорошим решением в том случае, когда тяжело придумать иконку.

*Устоявшиеся жесты.* В Android Navigation drawer (боковое меню) вызывается свайпом вправо. Если в приложении необходимо боковое меню следует помнить это при проектировке и не добавлять другие функции под этот жест. С такой проблемой столкнулись сами разработчики Google в 2019 году [5]. Жест, вытягивающий боковое меню в приложениях, был аналогичен жесту Назад при управлении без кнопок навигации (особый режим). В iOS при таком же жесте происходит переход с дочерней на главную страницу.

В iOS поиск может «уйти» под Navigation bar и вызвать обратно его можно жестом свайп вниз. Этим же жестом можно вызвать обновление страницы. Не стоит закладывать поиск на ту же страницу, для которой может потребоваться обновление. Следует создать отдельную.

Обновление в обеих системах это свайп вниз. Но обновление страницы iOS оттягивает контент вниз, а обновление страницы Android происходит поверх уже имеющегося контента.

*Анимация в приложении.* Анимация дает логику восприятия продукта. Обращает внимание на то, что действительно важно. Добавляет продукту индивидуальность. В рассматриваемых системах разный подход к анимации. В Android приветствуется такой же подход, как и в реальности: элементы не возникают из ниоткуда и не исчезают в никуда. Т.е. осмысленная анимация. Стоит это учитывать при разработке собственной на базе Android. Пользователи приложения будут воспринимать анимацию буквально и если есть необходимость сделать что-то особенное, то пользователям нужны другие подсказки о работе интерфейса.

*Тени и пространство.* В гайдлайнах iOS отсутствуют тени: все базируется на флэт дизайне. В свое время флэт дизайн стал альтернативой скевоморфизму и стремлению к реальности и объёму (свету, бликам, теням, текстурам) [6]. В Android же существует пространство, причем не иллюзорное: у разработчиков есть параметр, отвечающий за высоту одних объектов над другими – elevation. Согласно исследованиям Google на участниках с низким зрением, использование теней и обводок увеличивает скорость распознавания элементов при сканировании страниц. Однако при всем внимании Android к пространству внутри своих продуктов, разработчикам предоставлен только один параметр – тот же самый elevation, - который контролирует одновременно и размер тени, и ее непрозрачность. Такие ограничения существенно влияют на разработку уникального дизайна, заставляя либо разработчиков искать варианты обхода (подключать библиотеки, вставлять тени как картинки и т.д.), либо дизайнеров отказываться от своих решений. В iOS же есть возможность задать параметры для тени. Мягкие тени и другие средства «неплоских» интерфейсов могут оказаться полезны – они несут важную информацию, выделяя объекты и обозначая их функционал и состояние (рис.3).

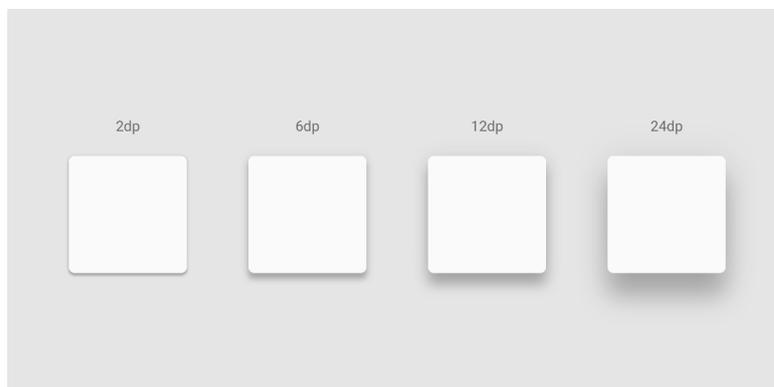


Рис. 4. Фиксированные изменения параметра elevation, влияющие на плотность и размер тени

**Вывод.** Мобильные операционные системы похожи между собой. И взаимозаменяемы. Однако для дизайнера очень важно понимать разницу между устройством различных компонентов при разработке приложения под iOS или Android, чтобы обеспечить пользователям удобство и комфорт в использовании.

### Литература

1. Material Design [Электронный ресурс]. URL: <https://material.io/>
2. Design for Fingers, Touch, and People, Part 1 / UX matters [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2017/03/design-for-fingers-touch-and-people-part-1.php>
3. Human Interface Guidelines [Электронный ресурс]. URL: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/>
4. Советы по Android Tabs [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/150817/>
5. Google нашла способ исправить боковое меню в приложениях при управлении жестами / forNote.net [Электронный ресурс]. URL: <https://fornote.net/2019/07/google-nashla-sposob-ispravit-bokovoe-menju-v-prilozheniyah-pri-upravlenii-zhestami/>
6. Graphical User Interface as a Reflection of the Real World: Shadows and Elevation by Nick Babich [Электронный ресурс]. URL: <https://uxplanet.org/graphical-user-interface-as-a-reflection-of-the-real-world-shadows-and-elevation-f456530317f4#.t5fsw9aj>

УДК 004.001

## РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕЙ ИГРЫ «МИР ЖИВОТНЫХ» НА ПЛАТФОРМЕ UNITY

**В.С. Минакова, О.В. Киселёва.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна

E-mail: [v.minakova2015@yandex.ru](mailto:v.minakova2015@yandex.ru) , [olgakiseleva\\_donntu@mail.ru](mailto:olgakiseleva_donntu@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Минакова В.С., Киселёва О.В. Разработка обучающей игры «Мир животных» на платформе Unity. В данной статье рассмотрена разработка обучающей игры «Мир животных», выявлены основные особенности игры. А также разработан интерфейс и персонажи.*

### **Abstract:**

*Minakova V.S., Kiseleva O.V. Development of the educational game "Animal World" on the Unity platform. This article discusses the development of the educational game "Animal World", identifies the main features of the game. The interface and characters have also been developed.*

### **Введение**

Логические головоломки – они помогают задействовать все мыслительные процессы. У ребенка происходит понимание связей между совершенным действием и полученным результатом, стимулируется желания к поиску выхода из сложной ситуации, расширяется представление об окружающем мире, обогащается словарный запас, развивается усидчивость, терпеливость и любознательность. Одним из видов логической головоломки является игра лабиринт [1].

Лабиринт – это нечто запутанное, имеющее один вход и один выход. Также могут быть ложные выходы, множество движущихся объектов и постоянно меняющееся пространство.

### **Цель игры**

Целью обучающей игры является непосредственное развитие ребенка, а также формирование у него конкретных логических процессов и способностей.

В игре для достижения цели поставлены такие задачи, как:

- Изучение учебного материала о животных и по желанию тестирование
- Прохождение игры лабиринт

### **Жанр игры – лабиринт**

Игры лабиринты характеризуются тем, что успех игрока определяется в основном навигацией и ориентацией в лабиринте. Лабиринты могут иметь различный вид: сверху, сбоку, с видом от первого лица, либо быть «скрытыми». В некоторых случаях игрок может изменять лабиринт – открывая и закрывая проходы, или создавая туннели [2].

Само пространство может быть организовано по-разному – не только как прямоугольная сетка из ячеек, но и, например, может использоваться шестиугольная карта. Герои игр могут путешествовать под открытым небом, в замках, пещерах и других вариантах сеттинга, и игровое пространство в них может рассматриваться как лабиринт. Бывают лабиринты совмещающие в себе и жанр платформер, это более актуально, например в пещерах, где есть необходимость перепрыгивать. В разрабатываемой игре лабиринт, персонаж находится в нейтральной части сцены, ему необходимо пробежать и попасть в лабиринт, который может быть, например в скрытой пещере.

Возрастная группа – дети, возраста 8 лет и старше. Игра требует особой концентрации внимания, терпения и усидчивости. В этой захватывающей игре необходимо найти выход и добраться до цели, преодолев множество препятствий.

### Последовательность реализации элементов игры

На первом шаге необходимо продумать концепцию игры, и провести начальную проработку игрового дизайна лабиринта и викторины. Далее назначить кнопкам действие которые они будут выполнять в игре. Если брать меню, то это то куда будет произведен переход. В самой игре лабиринт назначить клавиши для движения персонажа. На этом этапе необходимо добавить примитивные спрайты без анимации.

Следующим шагом является проработка игровой сцены, в нее ходит: добавление анимации, очков, врагов и собиране кристаллов, еды.

После выполнения предыдущих шагов необходимо доработать интерфейс, также можно добавить регулирование графики, проверить ошибки и протестировать игру.

### Основные принципы игры

При вхождении в игру игрок может изучить материал про животных или же сразу приступить к игре. После изучение «игровой» книги ребенок может по желанию пройти тест и потом приступить к игре или же пропустить и начать игру.

В самой игре присутствует возможность выбора персонажа. Персонажи рассказывают немного о себе в книге, а ребенок с помощью полученных знаний проходит лабиринт. После прохождения уровня ребенок автоматически переходит на следующий. Чтобы логика игры стала понятнее в этом поможет деаграмма деятельности, которая представлена на рис. 1

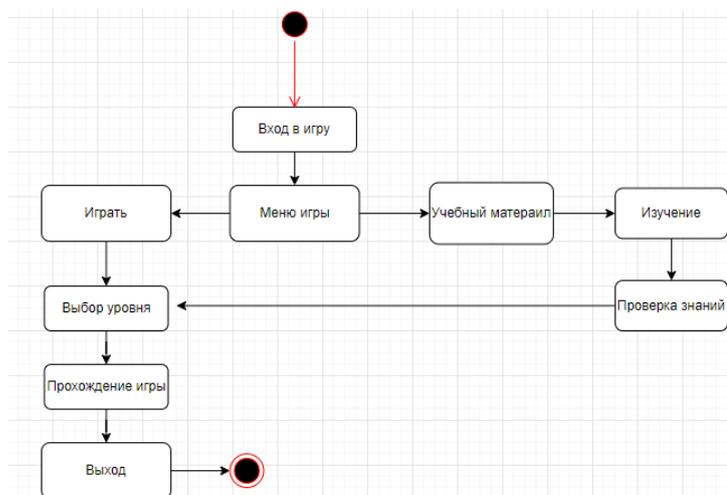


Рисунок 1 – Диаграмма деятельности

### Интерфейс игры

Данная игра будет представлена в векторной 2D графике. Цвета и формы подобраны так, чтобы создать чувство реальности в игре. Инструментами для реализации игры, с точки зрения графической части – Adobe Illustrator [3].

В интерфейсе главного меню игры присутствует:

- Информация об игре
- Выход из игры
- Связь с разработчиком через почту
- Настройки игры
- Учебный материал
- Игра лабиринт



Рисунок 2 – Интерфейс главного меню игры

В разрабатываемой игре вид лабиринта может отличаться от уровня, например: скрытый, на небе и тому подобное. Как приблизительно это будет выглядеть можно посмотреть на рис.3



Рисунок 3 – Игровая сцена игра

В самой книге представлена краткая учебная информация про животных для детей 8 лет и старше (см. рис. 4-6).

Также в ней присутствуют подсказки, на что следует обратить внимание, так как это может помочь при тесте или в лабиринте. Подсказки представлены в виде прямоугольных или квадратных форм (см. рис. 4).

Чтобы ребенку было легче ориентироваться игре, в каждой новой теме, касающегося нового животного представлен и сам персонаж игры в 2D формате. Он рассказывает о себе интересные факты (см. рис. 6).

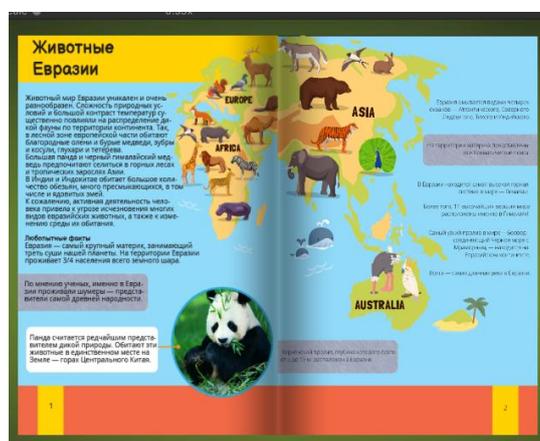


Рисунок 4 – Страницы книги



Рисунок 5 – Страницы книги

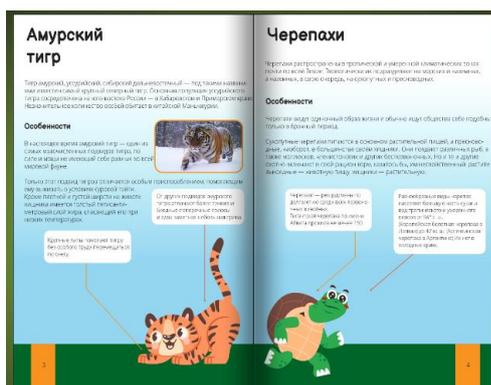


Рисунок 6 – Страницы книги

### Анимация игры

Основными персонажами являются животные из разных уголков мира: медведь, черепаха, тигр и т.д.

В игре необходимо для каждого животного создать спрайт, повторяющие новое движение персонажа, это необходимо для того, чтобы создалась плавная анимация (например см. рис. 7).

Анимация позволяет оживить игру даже с самой примитивной графикой. Благодаря анимации персонаж оживает, он может двигаться вперед, назад. Спрайты должны немного отличаться друг от друга, чтобы было заметно движение. Для того чтобы создать спрайт нужен Photoshop. Необходимо изменить расположение персонажа и сохранить каждый кадр как отдельный файл и переместить в Unity. С помощью анимации можно оживить и фоны. Например: качающиеся листья, трава.

При создании анимации важно учитывать принцип смены их друг другом. Когда заканчивается одна анимация, начинается другая. В Unity для этого существует контроллер. Контроллер анимации позволяет указать объекту, какую анимацию воспроизводить, на основе заданных условий. Например, можно указать контроллеру анимации воспроизвести анимацию для запуска вперед, назад, вправо или влево, в зависимости от ввода пользователя.

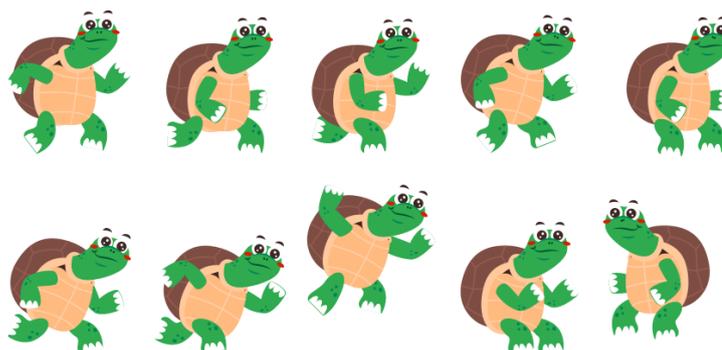


Рисунок 7 – Персонаж игры

В разрабатываемой игре также присутствует анимация и на главном меню игры – это анимация природы (эффект ветра). А в учебном материале (сцена с книгой) – анимация пролистывания при нажатии кнопки.

### Камера игры лабиринт

Камеры являются устройствами, которые захватывают и отображают мир игроку. Можно иметь неограниченное количество камер в сцене. В данной игре необходимо чтобы камера следила за персонажем, а не захватывала всю сцену. Камера будет плавно двигаться вслед за объектом, а также определять в какую сторону в данный момент движется объект.

Если персонаж смотрит допустим вправо, то камера будет сдвинута немного вправо. Для этой реализации необходим скрипт, в котором мы задаем:

- damping – регулируем плавность движения камеры.
- offset – добавление смещение по горизонтали и вертикали.
- faceLeft – если изначально персонаж «смотрит» влево, ставим галочку.

Чтобы всё работало, тот объект, которым управляет игрок, должен иметь стандартный тег Player [4].

### **Игровые возможности**

Игра состоит из двух частей: викторина и лабиринт.

Игра викторина. В викторине необходимо ответить на вопросы указав верный ответ. В игре присутствует секундомер, который замеряет время прохождения уровня. В результатах будет записано за сколько секунд ответил игрок.

Игра лабиринт. Игрок может вернуться в любое время к игре и ознакомится с теоретическим материалом. Во время прохождения игры необходимо собирать еду, кристаллики и т.д., за это начисляются очки.

Также в игре будет присутствовать музыка для фона, и подсказки для игрока. С каждым уровнем усложняется сам лабиринт и для прохождения его ребенку будет необходимо больше времени.

### **Выводы**

В результате проделанной работы была рассмотрена разработка обучающей игры «Мир животных», выявлены основные особенности игры и проработан интерфейс и персонажи. Также была проанализирована информация для детей в возрасте 8 лет по окружающему миру и животным для написания учебного материала и создания викторины.

Особенность разрабатываемой игры в том, что благодаря игровой форме ребенок легче осваивает информацию и развивает логику.

### **Литература**

8. Логические игры. / Интернет-ресурс. Режим доступа: <https://www.igraemsa.ru/igry-dlja-detej/igry-na-vnimanie-i-ramjat/labirinty> - Загл. с экрана

9. Лабиринт (жанр). / Интернет-ресурс. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Лабиринт\\_\(жанр\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Лабиринт_(жанр)) - Загл. с экрана

10. 105+ уроков по обучению Adobe Illustrator. / Интернет-ресурс. Режим доступа: <https://videoinfographica.com/illustrator-tutorials/> - Загл. с экрана

11. Unity school. Обучение разработке. / Интернет-ресурс. Режим доступа: [unity3dschool.com/](http://unity3dschool.com/) - Загл. с экрана

УДК 004.7

## РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВОМ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

**М.С. Пасько, М.П. Руденко**

Донецкий национальный технический университет  
Кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
E-mail: nemasha2001uch@mail.ru

### **Аннотация:**

*Пасько М.С., Руденко М.П. Разработка обучающего приложения для детей с расстройством аутистического спектра. В данной статье рассмотрены основные этапы разработки обучающего приложения для детей с РАС, проектируется логика системы с использованием объектно-ориентированного подхода, определена классификация системы и разработан интерфейс главного меню.*

### **Annotation:**

*Pasko M.S., Rudenko M.P. Development of an educational application for children with autism spectrum disorder. In this article, the main stages of developing an educational application for children with ASD are considered, the system logic is designed using an object-oriented approach, the system classification is determined, and the main menu interface is developed.*

### **Введение**

Аутизм – это расстройство психического и психологического развития человека, при котором наблюдается выраженный дефицит эмоциональных проявлений и сферы общения. В 2020 году центром по контролю и профилактике заболеваний США была опубликована статистика, согласно которой расстройства аутистического спектра (РАС) встречаются у каждого 54-го ребенка, что на 10 % больше, чем по статистике 2018 года. [1]

В окружении абсолютно каждого человека может встретиться человек с данным расстройством. Рост случаев аутизма у детей вызывает серьезные опасения, но до сих пор никак не мотивирован. Ученые сходятся лишь на том, что аутизм провоцируется комплексом факторов, а не одной единственной причиной. При ранней диагностике аутизма у детей, лечение может иметь заметные результаты, и главная направленность терапии – обучение и социализация ребенка.

Анализ имеющихся ресурсов показывает, что в странах СНГ подобных программ крайне мало. Практически нет ресурсов, ориентированных на детей, страдающих аутизмом, в свободном бесплатном доступе. [2]

Разрабатываемое обучающее приложение помогает избегать личного общения, визуально стимулирует обучающегося, позволяет настроить звук и яркость в соответствии с предпочтениями ребенка, дают возможность повторять одну и ту же игру снова и снова, а также облегчает процесс развития детей с РАС. Во время многократных повторений игры усваивается новая информация. С его помощью можно выучить буквы, научиться читать, считать, выучить цвета, развить коммуникативные способности. [3]

### **Цель статьи**

Определение и описание основных понятий, технологий, проектирования и разработки обучающего приложения для детей с РАС.

### **Функционал веб-сервиса**

Для создания полезного продукта нужно учесть все ошибки, которые допустили разработчики аналогов и проанализировать их продукты. В ходе анализа были определены ключевые функции обучающей системы. В большинстве они наделены стандартным

функционалом: уроки, проверка знаний, опционально игры, настройки и также имеет свои ключевые особенности.

Отличительным функционалом является то, что для построения каждого занятия поддерживаются одинаковые принципы.

Другим отличительным функционалом является наличие четких временных границ для длительности занятия. Для этого введены единые ритуалы в начале и в конце. Перерыв не будет перетекать в урок, потому что это не дает ребенку вовремя настроиться на другую деятельность.

Для детального описания всех функций была проведена идентификация отношений между классами для веб-сервиса и были определены типы связей:

Пользователь – Урок: такая связь обеспечивает пользователю доступ к информации урока. Ассоциативная связь.

Пользователь – Проверка знаний: эта связь обеспечивает пользователю доступ к проверке знаний. Ассоциативная связь.

Пользователь – Опции: эта связь обеспечивает пользователю доступ к информации о приложении. Ассоциативная связь.

Пользователь – Настройки: эта связь обеспечивает пользователю доступ к настройкам звука и музыки. Связь зависимости.

Данные отношения помогли спроектировать макет главного меню системы (рис. 1).



Рисунок 1 – Интерфейс главного меню системы

### **Пользовательский интерфейс**

Обучающее приложение - это прежде всего графическое представление информации. Однако дети с расстройствами аутического спектра иначе понимают окружающий мир и трактуют поступающие сигналы. Необходимо учитывать данные нюансы при разработке приложений для данной категории лиц.

1. Детям с РАС сложно сконцентрировать внимание, поэтому нужно максимально исключить отвлекающие факторы.
2. Упрощать форму; либо создавать четкую, хорошо воспринимаемую структуру, избегая излишней детализации
3. Задавать последовательность освоения отдельных простых элементов, вместе составляющих что-то более сложное, не теряя при этом целостности образа.
4. Недифференцированное представление целиком разрушается при малейшем изменении деталей; субъективно человек с РАС оказывается в совершенно новой, незнакомой обстановке.

### **Объектно-ориентированное проектирование**

С помощью ООП были определены основные участники обучающего приложения и спроектирована диаграмма вариантов использования.

Участниками системы являются обучающиеся дети с РАС.

Приложение доступно в режиме пользователя и режиме администратора.

В режиме пользователя пользователь может проходить уроки, проходить проверку знаний по желанию, менять определенные параметры в настройках приложения.

Администратор может редактировать уроки, добавлять уроки и удалять их.

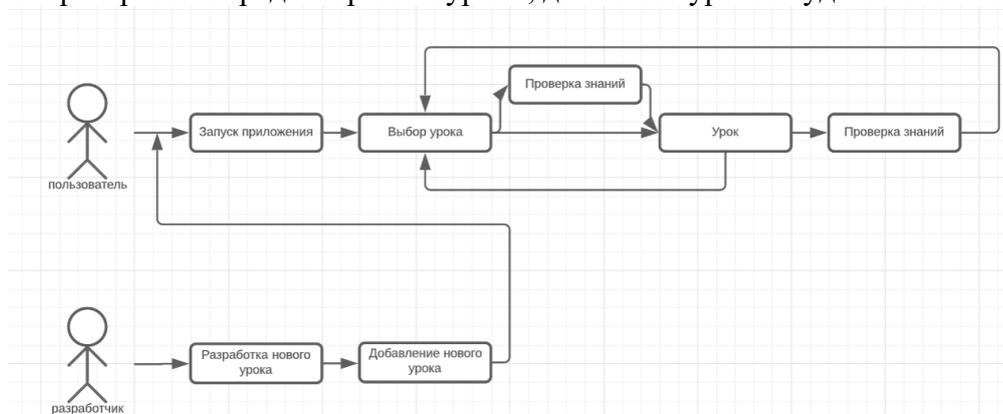


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования

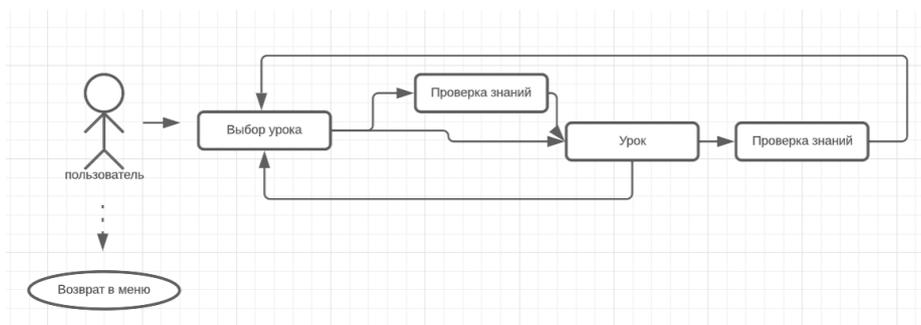


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования в сцене урока

### Классификация разрабатываемого обучающего приложения

Обучающее приложение будет помогать проводить занятие увлекательно и активно. А для детей с ограниченными языковыми навыками оно может помочь придать смысл словам и понятиям. Праздники, дни рождения, посещение врача, стоматолога или стрижка - все это разбито на последовательные шаги, чтобы подробно объяснить событие.

Задачи обучающего приложения:

1. Занятия по разным профилям и разбор ежедневных, представляющих большой интерес событий.
2. Изучение учебного материала
3. Единые ритуалы в начале и в конце занятия – повторение урока и проверка знаний (по желанию)

Обучающее приложение состоит из:

1. Меню
2. Кнопка запуска
3. Настройка
4. Информация об игре
5. Уроки

Обучающая система состоит из множества уроков. Их можно выбрать по теме, например, «Изучение цветов и форм», «Цифры и счет» или «Посещение стоматолога».

Учебный материал представлен в удобной для ребенка форме, а в начале и конце каждому ребенку предоставляется возможность проверить знания в виде небольшого теста.

Можно выбирать любой урок, не зависимо от того пройдены ли предыдущие.

#### **Выводы**

Для достижения поставленной цели были проанализированы аналоги обучающих приложений и выявлены такие недостатки как отсутствие поддержки русского языка, отсутствие контроля времени и сохранение результата. Определен ключевой функционал, классификация и проведена идентификация ключевых классов. Спроектированы варианты использования и выявлены основные участники обучающих приложений.

#### **Список литературы**

1. Лещенко, С. В. Аутизм у детей: причины, виды, признаки и рекомендации родителям / С. В. Лещенко. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 48 (234). — С. 253-257. — URL: <https://moluch.ru/archive/234/54262/> (дата обращения: 18.11.2021).

2. Пасько М.С., Руденко М.П. Анализ особенностей обучающих приложений для детей с расстройством аутистического спектра //Донбасс будущего глазами молодых ученых, г. Донецк, 23 ноября 2021 г. Донецк: ДонНТУ, 2021. – 102-105 с.

3. Компьютерные программы для детей, страдающих аутизмом./ Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://didaktor.ru/kompyuternye-programmy-dlya-detej-stradayushhix-autizmom.html> - Загл. с экрана.

УДК 004.001

## РАЗРАБОТКА БОЕВОЙ СИСТЕМЫ ИГРЫ В ЖАНРЕ RPG «ПОСТАВЬТЕ ТРИ» НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ UNITY

**М.В. Сноведская, О.В. Киселева.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
Email: [marysnow@i.ua](mailto:marysnow@i.ua), [olgakiseleva\\_donntu@mail.ru](mailto:olgakiseleva_donntu@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Сноведская М.В., Киселева О.В. Разработка боевой системы игры «Поставьте три» на базе платформы Unity. Проведен детальный анализ и разработана боевая система для ролевой игры. Определены ограничения системы в рамках баланса геймплея.*

### **Annotation**

*Snovedskaya M.V., Kiseleva O.V. Development of the combat system of the game "Put three" based on the Unity platform. A detailed analysis was carried out and a combat system for a role-playing game was developed. The limitations of the system within the gameplay balance are defined..*

### **Сведения о боевой системе**

Для игр в жанре RPG свойственно наличие системы боя. Она представляет собой часть геймплея, в которой игрок использует определенные ресурсы, чтобы избавиться от противника. Обычно боевая система является кульминацией геймплея между стадиями свободной ходьбы.

Игра «Поставьте три» использует боевую систему в качестве симуляции тестовых опросов в условиях очного обучения. Для этого все действия и параметры имеют подмененные названия, несмотря на функциональную схожесть с обычными RPG-играми. Также это помогает обеспечить аутентичность и юмористичность ситуации с точки зрения студента (игрового персонажа), который участвует в процессе боя (теста).

Проект содержит походовую боевую систему, что предполагает период ожидания между действиями, которые может совершить игрок. В отличие от стандартных RPG, в данной игре бой происходит без непосредственного ответа от противника. Вместо этого во время ходов противника могут происходить случайные события, которые могут как помочь игроку выиграть бой, так и нанести вред его прогрессу.

### **Баланс и ограничения**

Основной идеей боя является организация. В ординарном случае боевая система является тестом силы игрока, где главной целью является победа над противником. Однако в виду нестандартной концепции и фокусе на симуляции процесса тестирования, в данном случае основной задачей является грамотное распределение ресурсов для достижения наилучшего возможного результата.

Так, в бою имеются несколько факторов, которые отличают процесс от стандартной RPG:

- Поскольку противник не может атаковать, у игрового персонажа отсутствует характеристика «Здоровья» в ее наиболее часто используемом смысле.
- Нетипично для походовой системы, в бою присутствует таймер.

- Действия, которые может совершать игрок зависят от характеристики «Энергия». Все действия работают по принципу «добавить-но-отнять», что предполагает жертвования одним ресурсом для повышения эффективности другого. Это способствует поощрению организации и продумывания ходов вместо полагания на сырую мощь.

- Сила действий игрока зависит от внешних факторов и выборов пользователя до вступления в бой.

- В конце боя в соответствии с прогрессом победы над противником проставляется оценка. Она влияет на шанс пользователя проиграть игру. Конец отдельного боя с неудовлетворительным результатом не приводит к непосредственному концу игры.

Бой построен на принципе нанесения урона противнику наиболее удобным на момент хода способом. В качестве характеристик в бое используются:

- IQ – аналог «уровня» игрока, определяет эффективность действий.

- Энергия – очки действия игрока. Основной ресурс, при истечении которого бой автоматически заканчивается, сохраняя его прогресс.

- Прогресс боя – степень законченности текущего боя. Влияет на оценку при его окончании. Аналог очков здоровья противника (но инкрементальный).

- Таймер – время до окончания боя.

- Требования IQ – аналог «уровня» противника. Влияет на эффективность действий игрока и максимальное требуемое количество очков прогресса, требуемых для победы в бою.

Во время хода игрок может выполнить одно из предложенных действий. Поскольку каждое действие имеет свои плюсы и минусы, пользователь должен взвешивать свои выборы, в зависимости от ситуации. Наличие таймера также заставляет действовать быстро, чтобы закончить бой с наиболее удовлетворительным результатом.

У противника есть параметр, который определяет минимальный уровень IQ, который должен быть у игрока, чтобы наносить базовый урон от действий. Если IQ игрового персонажа больше рекомендуемого, то действия будут наносить дополнительный урон. Аналогично и обратное, с минимальным возможным наносимым уроном равным 1. Наносимый урон можно вычислить по формуле:

$$DMG = \min(1, S_k + (IQ_p - IQ_r)), \text{ где}$$

$S_k$  – базовый урон действия,

$IQ_p$  – уровень IQ персонажа,

$IQ_r$  – рекомендуемый уровень IQ.

После выбора одного из действий его эффект будет применен на противнике. Однако, чтобы избежать спама действий, использование этого же действия блокируется на определенное количество ходов. В случае, если все действия заблокированы одновременно, существует условный пропуск хода, который также восстанавливает определенное малое количество энергии. События, которые могут происходить во время хода противника, не являются строго отрицательными в отношении игрового персонажа. Они случайным образом выбираются из множества уже заложенных в код событий, положительных, отрицательных и нейтральных.



Рисунок 1 – Цикл боя

Время в игре должно соответствовать возможному реальному расписанию, но при этом не препятствовать играбельности. Следовательно, минуты реального расписания соответствуют двум секундам внутриигрового. То же самое относится ко времени таймера во время боя. Поскольку стандартная пара длится полтора часа, игровой бой будет длиться три минуты. Вокруг выбранного перевода времени должен быть выстроен баланс здоровья противника и базовый урон действий, чтобы бои не были слишком сложными или слишком простыми.

Таймер действует только во время хода игрока. Иначе, он останавливается, поскольку время, потраченное на просмотр анимации и ожидание хода противника, не является виной игрока. Это помогает соблюдать правила баланса и честного геймплея.

### Условия победы и проигрыша

Уникальность системы боя игры также состоит в том, что даже с неудовлетворительным результатом игрок может продолжить игру. Отдельные бои считаются лишь малой частью конечного результата, что дает игроку возможность исправиться в случае некорректно выбранной стратегии боя.

Механика выигрыша/проигрыша заключается в постепенном формировании конечной оценки. На протяжении игры все результаты битв и других стараний суммируются в среднюю оценку. Если до определенного срока средняя оценка окажется ниже заданного минимума (3 балла), то игра будет проиграна. В обратном случае конечная оценка станет рекордом игры.

Наличие нестрогих правил победы также дает пользователю возможность экспериментировать с различными стилями игры. Это повышает играбельность геймплея.

### Интерфейс

Интерфейс боевой системы имитирует уже существующие макеты RPG игр, но при этом включает индивидуальные элементы и замены стандартных понятий данного жанра.

Основными элементами структуры интерфейса являются:

- Таймер в верхней части экрана.

- Информация о противнике (название предмета, тип пары, уровень рекомендуемого IQ) находится под таймером. Там же расположен слайдер прогресса боя.

- Большую часть нижней части экрана занимает окно действий и диалога. В секции диалога во время боя происходит описание действий и их влияние на прогресс и параметры игрового персонажа. Также там находится описание случайных событий, происходящих во время хода противника.

- В левом нижнем углу находятся постоянные элементы интерфейса, которые существуют и вне боя: IQ и энергия игрового персонажа.

Интерфейс также включает иконки для паузы, помощи и других меню, которые не имеют значения в процессе боя.

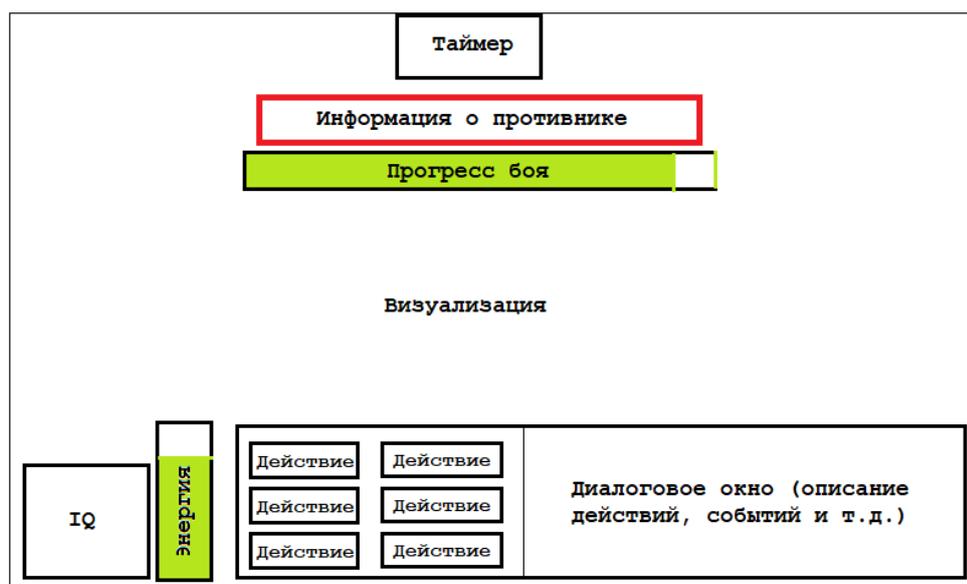


Рисунок 2 – Структура интерфейса

Место посередине отображает визуализацию боя. Поскольку игра является симулятором учебного процесса с точки зрения студента, данный графический элемент имеет строго эстетическую функцию.

### **Реализация**

Для реализации системы боя на базе платформы Unity (C#) непосредственно используются следующие классы:

- BattleSystem – главный класс боевой системы, который определяет большую часть ее механик. Это включает функции начала боя, смены состояний боя, функции кнопок действий, используемых пользователем, и определение случайного события из заданного списка во время хода противника.

- BattleHUD – класс для отображения информации о противнике и бое в реальном времени.

- Player – класс, содержащий характеристики игрового персонажа.

- Unit – класс, содержащий характеристики «противника».

- BattleState – библиотека состояний боя.

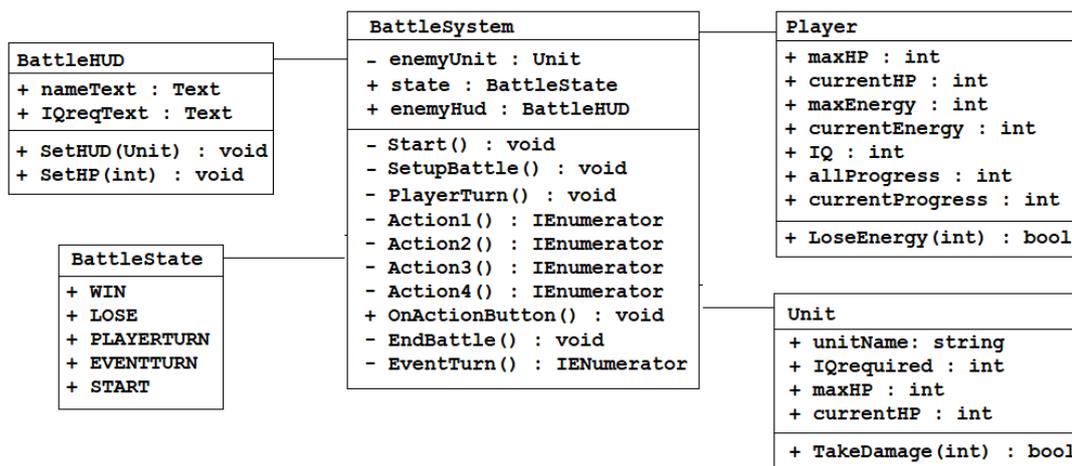


Рисунок 3 – Диаграмма классов боевой системы

Все классы боевой системы не имеют связей с классами стадии свободного хождения, помимо статических параметров, которые используются для других сцен в игре. Так, строка прогресса, количество энергии и IQ в классе Player доступна для всех остальных сцен, чтобы избежать казусов с непостоянством параметров между локациями или режимами игры.

## Выводы

Был анализирован механизм боя игры, введена соответствующая терминология и функционал. Разработан интерфейс, концепт и организация классов для реализации системы на базе платформы Unity. Установлено соответствие между элементами боевой системы.

## Литература

1. Создание системы боёв в RPG / Интернет-ресурс. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/445186/> - Загл. с экрана.
2. Слова вместо пуль: как в RPG появилась боевая система и нужна ли она вообще там.. / Интернет-ресурс. Режим доступа: <https://dtf.ru/games/78104-slova-vmesto-pul-kak-v-rpg-rouyavilas-boevaya-sistema-i-nuzhna-li-ona-voobshche-tam> - Загл. с экрана.
3. Сноведская, М.В. Разработка технического предложения игры в жанре RPG «Поставьте три» на базе платформы Unity / М.В. Сноведская, О.В. Киселева// ИУСМКМ-2021 : материалы XII Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование» (студенческая секция) / Донецкий нац. техн. ун-т. – Донецк: ДОННТУ, 2021. – С. 315-321.
4. Сноведская, М.В. Технический анализ концепции игры в жанре RPG «Поставьте три» / М.В. Сноведская, О.В. Киселева// СИТОНИ-2021 : материалы VII Международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» (студенческая секция) / Донецкий нац. техн. ун-т. – Донецк: ДОННТУ, 2021. – С. 302-308.

УДК 004.7

## РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ ФИТНЕС-ТРЕНИРОВОК

Д.Е. Звягинцев, М.П. Руденко

Донецкий национальный технический университет  
Кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
E-mail: [madim.nokia5228@gmail.com](mailto:madim.nokia5228@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Звягинцев Д.Е., Руденко М.П. Разработка многофункционального веб-сервиса для фитнес-тренировок. В данной статье рассмотрены основные этапы разработки и технологии веб-сервиса фитнес тренировок, проектируется логика системы определяется основной функционал для дальнейшей разработки, проведен сравнительный анализ, разработан интерфейс главного меню и основной калькулятор.*

### **Annotation:**

*Zvyagintsev D.E., Rudenko M.P. Development of a multifunctional web service for fitness training. This article discusses the main stages of the development and technology of the fitness training web service, the logic of the system is designed, the main functionality for further development is determined, a comparative analysis is carried out, the main menu interface and the main calculator are developed.*

### **Введение**

Все чаще люди в современном мире начинают ходить в разные фитнес центры, спортивные клубы, тренажерные залы с целью привести себя в форму, похудеть или добиться каких-то больших результатов в силовых упражнениях. Однако есть факторы, которые не позволяют добиться нужных результатов, этими факторами являются: пандемия (так как большинство залов закрыты), неправильная нагрузка, неправильные тренировки или неправильная диета. Так же у большинства людей не хватает денег на персонального тренера и не факт, что он будет хорошим. А некоторые предпочитают заниматься дома из-за нехватки времени на посещение зала. Однако в интернете существуют веб-сервисы, которые позволяют заниматься дистанционно и предлагают свои услуги в качестве замены на настоящего тренера. Создаются приложения для тренировок, но такая разработка дорогостоящая и занимает место на внешнем накопителе смартфона, поэтому не очень востребована.

Функционал таких веб-сервисов по большей части ограничен. В основном это просто статья или видео с указаниями, как тренироваться, как питаться, но это неправильно. Для каждого человека лучше всего подбирается персональная тренировка, которая должна учитывать такие параметры: вес, рост, пол, травмы, стаж тренировок, количество тренировок и т.д.. Большинство таких сервисов иностранные и не поддерживают русский язык.[1].

Разрабатываемый веб-сервис для фитнес-тренировок имеет более значительный и обширный функционал, чем остальные аналоги. Он имеет калькуляторы тренировок, диет и состояния тела, при этом учитывая все параметры пользователя и практически полностью заменяет живого тренера, по крайней мере плохого. Содержит программу тренировок в зале и дома, как для мужчин, так и для женщин. Так же имеет дневник, где вы можете запомнить свои любимые тренировки, редактировать их или заменять на другие, которые понравятся. Присутствуют страницы с упражнениями и диетами.

### **Цель статьи**

Определение и описание основных понятий, технологий, проектирования и разработки многофункционального веб-сервиса для фитнес-тренировок.

### Сравнительный анализ нескольких веб-сервисов

Для сравнения мне бы хотелось взять несколько веб-сервисов.

Первый сайт – это Snow-Motion.ru, личный блог Никиты Волкова (рис. 1). Имеет достаточно хороший функционал, бесплатный, но имеет платные функции. Хорошо расписанные статьи о тренировках, блогах и питании. Присутствуют также калькуляторы, но их мало для такого веб-сервиса. К сожалению, нет разделения тренировок для мужчин и женщин. Сервис не предлагает никаких готовых тренировок, только отдельные группы мышц. Чтобы получить персональную тренировку нужно заплатить деньги. Упражнений недостаточно и они однообразны. Отсутствует сохранение тренировок в личный дневник [2].

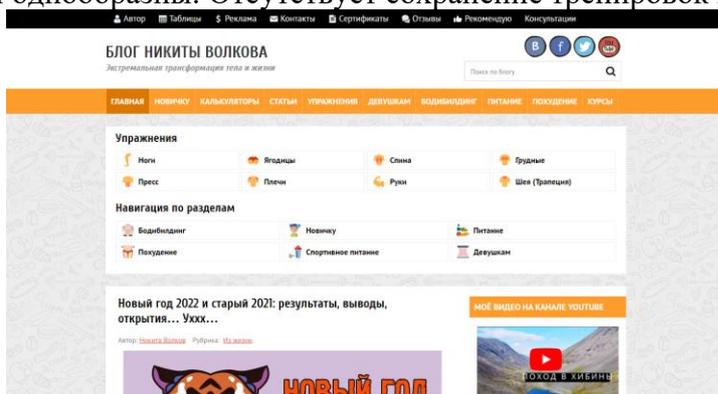


Рисунок 1 – Интерфейс веб-сервиса Snow-Motion.ru

Сайт Freetrainers.com, иностранный веб сервис с малым количеством функционала (рис. 2). Также отсутствует разделение тренировок для мужчин и женщин. Присутствует дневник, где вы можете сохранить свои тренировки. Хорошие статьи об упражнениях, отсутствует страница о диете. Сервис не предлагает никаких готовых тренировок, только отдельные группы мышц. Хорошо расписана анатомия тела и показана нагрузка на группы мышц при выполнении того или иного упражнения. Сервис полностью бесплатный. [3]

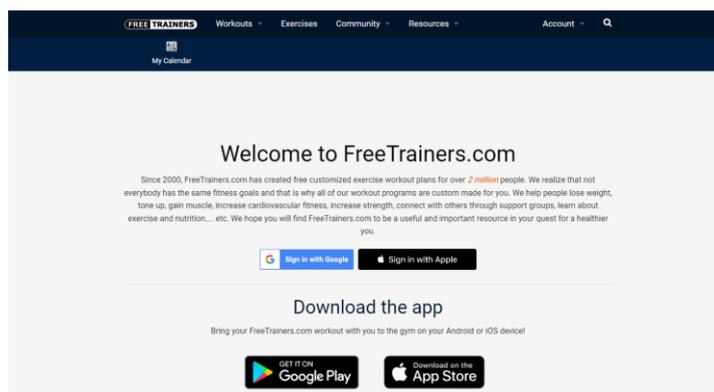


Рисунок 2 – Интерфейс веб-сервиса Freetrainers.com

Сайт Willandwin.ru, отечественный веб-сервис онлайн тренировок (рис. 3). Имеет хорошие примеры упражнений, но опять же отсутствует разделение для мужчин и для женщин. Но в этом сервисе есть разделение на группы мышц, что делает пользование более удобным. Сервис не предлагает никаких готовых тренировок, только отдельные группы мышц. Присутствуют видео разборы упражнений. Калькуляторов нет, как и страницы о диете. [4]



Рисунок 3 – Интерфейс веб-сервиса Willandwin.ru.

Ниже приведена таблица сравнения с достоинствами и недостатками имеющихся веб-сервисов (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ существующих веб-сайтов

	Разрабатываемый- веб сервис	Snow-Motion.ru	Freetrainers.com	Willandwin.ru
Индивидуальный подбор упражнений	присутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Платный контент	отсутствует	присутствует	отсутствует	отсутствует
Наличие 4 или более калькуляторов	присутствует	присутствует	отсутствует	отсутствует
Разделение упражнений для мужчин и для женщин	присутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Подбор диеты индивидуально	присутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Сохранение тренировок или наличие дневника	присутствует	отсутствует	присутствует	отсутствует
Работа без интернета	присутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Русский язык	присутствует	присутствует	отсутствует	присутствует
Тренировки дома	присутствует	присутствует	присутствует	присутствует

По таблице можно сделать вывод, что разрабатываемый веб-сервис намного лучше и функциональнее существующих аналогов. Практически сервис заменяет живого тренера во многом. В дальнейшем сервис будет дорабатываться, будут введены новые функции, такие как например: счетчик потребления калорий, добавление комментариев, а также оценка каждой тренировки пользователем для понятия ее эффективности.

#### **Функционал веб-сервиса**

При создании веб-сервиса учитывались ошибки разработчиков аналогов. При анализе их продукта были определены ключевые функции и услуги, которые будет представлять разработка. Одна из главных функций сервиса – это его работа в оффлайн-режиме. Также имеются тренировки для дома и для зала. Из стандартных функций можно выделить страница с упражнениями, страницы с питанием, поиск по сервису, разделение упражнений для мужчин и женщин, наличие большого количества калькуляторов, которые помогут правильно тренироваться и питаться (рис. 4).

[ГЛАВНАЯ](#)
[ТРЕНИРОВКИ](#)
[КАЛЬКУЛЯТОРЫ](#)
[ДИЕТЫ](#)
[УПРАЖНЕНИЯ](#)
[ДНЕВНИК](#)

**Калькуляторы**

**Подсчёт энергозатрат за одну тренировку**

[ИНСТРУКЦИЯ >>](#)

Уровень физической активности:

Пол:

Возраст:

Вес (кг):

Рост (см):

Время тренировки (мин):

Стаж тренировок (лет):

Силовые упражнения:

Аэробные упражнения:

**Примерные энергозатраты на тренировке в тренажёрном зале (ккал)**

Продолжительность тр.	вес 60 кг	Вес 80 кг	Вес 100 кг
Низкая интенсивность (средний пульс < 100)			
1 час	220	250	280

Рисунок 4 – Интерфейс разрабатываемого веб-сервиса.

Отличительной чертой веб-сервиса является разработка калькулятора для индивидуального подбора упражнений, где пользователь сможет настроить свои параметры под себя, а сервис выдаст ему подходящую тренировку. Калькулятор учитывает не только базовые данные о пользователе (пол, вес, рост, возраст и т.д.) (рис. 5), но и такие параметры как: травмы, количество тренировок, телосложение, давление, имеется ли инвентарь или он отсутствует (рис. 6).

[БОЛЬШЕ ПАРАМЕТРОВ >>](#)

Рисунок 5 – Интерфейс индивидуального калькулятора подбора упражнений разрабатываемого калькулятора веб-сервиса.

[БОЛЬШЕ ПАРАМЕТРОВ >>](#)

Боли в суставах:

Тазобедренный  Спина

Лучезапястный  Колено

Голеностоп  Плечо

Шея  Локоть

Заболевания:

Грыжа / протрузия  Сколиоз

Остеохондроз  Кифоз

Варикоз (ноги)  Диастаз

Инвентарь:

Тренажёры  Лавка

Кардиотренажёры  Стойки

Турник, брусья  Штанга

Резиновые петли, ленты или эспандеры  Гантели

trx  Сандбэг

Можете ли вы хотя бы 6 раз:

Подтягиваться на перекладине

Отжиматься от брусьев

Отжиматься от пола

Рисунок 6 – Интерфейс индивидуального калькулятора подбора упражнений разрабатываемого веб-сервиса.

Заполнив полностью анкету, мы получаем тренировку, которая подходит для вашего тела, при этом вы не пользуетесь платными услугами тренеров, а сам сервис является бесплатным. В появившемся окне дана тренировка с нужным количеством подходов, есть

видео, как делать упражнение, а также показывается таблица нагрузки с изображением, на какую часть группы мышц идет нагрузка.

Если вам не нравится упражнение, то сервис предлагает несколько аналогов, которые можно выбрать и заменить (рис. 7).

Вторая тренировка	
Разминка 5-10 мин <b>видео</b>	
I. <b>Скручивания в висе вниз головой</b>	
3-4x12-18	<b>нагрузка видео аналоги</b>
По 10-ти бальной шкале:	
<b>Пресс</b>	10 (высокая)
Общая нагрузка / тип упражнения	10 (слабая) / изолированное

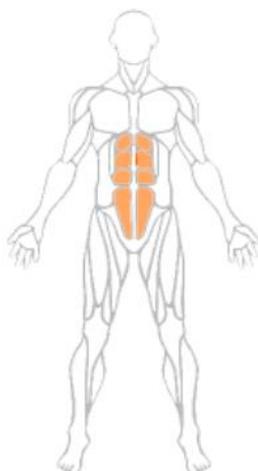


Рисунок 7 – Интерфейс индивидуального калькулятора подбора упражнений разрабатываемого калькулятора веб-сервиса.

### Выводы

В результате работы были проанализированы существующие аналоги веб-сервисов для фитнес-тренировок. Определен необходимый функционал, приведена таблица сравнения имеющихся веб-сервисов с разрабатываемым, показаны достоинства и недостатки.

### Список литературы

4. Лайфхакер [Электронный ресурс] // 5 сайтов с бесплатными тренировками для идеального тела. URL: <https://lifehacker.ru/5-sajtov-s-trenirovkami/?ysclid=1347ok3hfy>
5. Snow-Motion [Электронный ресурс] //Личный блог Никиты Волкова. URL: <https://snow-motion.ru/>
6. Freetrainers [Электронный ресурс] // FreeTrainers is a free online resource which provides free online personalized fitness and nutritional plans to meet your needs.. URL: <https://www.freetrainers.com/>
7. Willandwin [Электронный ресурс] // Бодибилдинг. Тренировки питание, упражнения и анатомия мышц. URL: <https://willandwin.ru/>

УДК 004.9

## ЭТАПЫ И ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНОЙ ИГРЫ В ЖАНРЕ «ПЛАТФОРМЕР»

**Брегед А.В., Павлий В.А.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна

E-mail: bregeda2001155@gmail.com

### **Аннотация:**

*Брегед А.В., Павлий В.А. Этапы и основные принципы разработки мобильной игры в жанре «Платформер». В данной статье рассмотрены этапы и основные принципы разработки мобильных игр в жанре «Платформер». Согласно этим этапам и принципам была создана мобильная игра в жанре «Платформер» «Forest Invasion».*

### **Annotation:**

*Bregeda A.V., Pavliy V.A. Stages and basic principles of developing a "Platformer" mobile game. This article describes the stages and basic principles of developing "Platformer" mobile games. According to these stages and principles, a "Platformer" mobile game "Forest Invasion" was created.*

### **Введение**

Мобильные игры по-прежнему остаются одним из наиболее перспективных направлений развития мобильной индустрии. Современная мобильная игровая индустрия является важным направлением в развитии смартфонов, о чем свидетельствуют цифры многочисленных исследований.

Справедливости ради, необходимо отметить, что, несмотря на развитие мобильных технологий, сетевой режим большинства игр совершенно не продуман, что приводит к потере интереса достаточно большой категории потенциальных мобильных игроков.

Платформер — это видеоигра, в которой игровой процесс в значительной степени вращается вокруг игроков, управляющих персонажем, который бежит и прыгает по платформам, этажам, выступам, лестницам или другим объектам, изображенным на игровом экране. Эти игры относят к поджанру экшн-игр.

Современному человеку уже сложно представить себе жизнь без смартфона и мобильных игр. Мобильные игры это не просто картинка, графика, персонажи и движение. Это способ ускорить бег времени, когда ты застрял в пробке, или же оказался в очереди в поликлинике. Игры уже давно занимают не последнее место в жизни современного человека.

Мобильные игры в жанре «Платформер» являются одним из самых перспективных направлений и имеют ряд достоинств: занимают небольшой вес, не требуют онлайн подключения, имеют захватывающий сюжет.

### **Цель статьи**

Определение и описание этапов и основных принципов разработки мобильных игр в жанре «Платформер»; разработка собственную мобильную игру в жанре «Платформер».

### **Этапы разработки**

Первым этапом разработки любой игры является постановка цели. Цель должна быть конкретной, реалистичной и достижимой. Постановка цели гарантирует, что разработчик знает, что и как ему необходимо делать.

Нашей целью является разработка классического платформера, с собственными персонажами и сюжетом.

Вторым этапом игры является поиск идеи. На этом этапе разработчик окончательно определяется с жанром и поджанром игры и на какую аудиторию, и для какой платформы будет разработан продукт, на этом этапе так же продумывают зачатки сюжета.

Разрабатываемая мобильная игра рассчитана на массовую аудиторию, человек любого возраста может играть в эту игру. Данная игра будет реализовано для платформы Android. Концепция сюжета игры, следующая: в обычный лес приземлились инопланетяне, которые захватили лес и его обитателей, главному герою необходимо разобраться инопланетными захватчиками освободить друзей.

Следующим этапом создания игры является выбор средства разработки. Можно написать приложение с нуля на Java или Kotlin в Android Studio или использовать веб-интерфейс из стандартного стека HTML5, JavaScript и CSS или стоит присмотреться к игровым движкам Unity и Unreal Engine.

В нашем случае игра будет реализована с помощью движка Unity, к которому можно найти большое количество литературы, а также дополнительных инструментов, упрощающих разработку игры.

Последующим этапом является создание игрового дизайна или же концептирование. Это намного сложнее создания дизайна обычного приложения., так как дизайнеру необходимо учитывать множество факторов. Именно дизайн способен выделить игру на фоне конкурентов, однако нужно соблюдать баланс между хорошей графикой и производительностью.

Для создания элементов графики разрабатываемой игры использовался Adobe Illustrator. Были отрисованы следующие элементы: фоновое изображение главного меню и уровней (рис.1), элементы для создания платформ, особые предметы, элементы окружающей среды (рис.2), главный игровой персонаж (рис.3) и враги (рис.4).



Рисунок 1- Фоновое изображение



Рисунок 2 – Игровые объекты

Первые концепты главного персонажа и врагов были созданы на этапе продумывания идеи, все этапы создания продумывания дизайна главного героя и его противников представлены на рис.3 и рис.4.

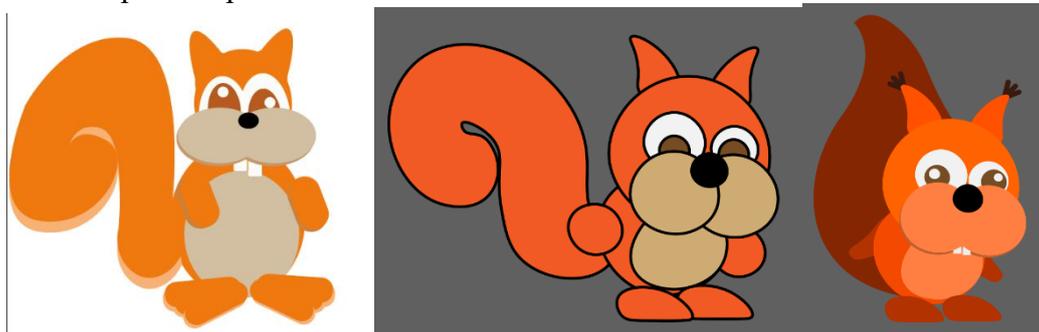


Рисунок 3 – Этапы продумывания главного героя

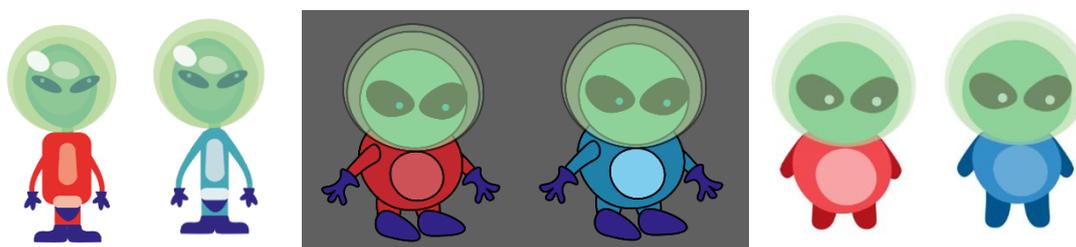


Рисунок 4 – Этапы продумывания врагов

Далее идет прототипирование. На этом этапе разработчик прототипирует свой концепт. Прототип реализуется для оценки основного игрового процесса, проверки различных гипотез, проведения тестов игровых механик, для проверки ключевых технических моментов.

На следующем этапе происходит продакшн игры. Данный этап, по сути, также можно разделить на два этапа. Первый этап - Вертикальный срез. Цель Вертикального среза – получить минимально возможную полноценную версию игры, включающую в себя полностью реализованный основной игровой процесс. Второй этап – производство контента. На этом этапе производится достаточное количество контента для первого запуска на внешнюю аудиторию. Реализуются все фиши, запланированные к закрытому бета-тестированию. [1] Это наиболее продолжительный этап, который может занимать, для крупных клиентских проектов год и более.

По сути, это является последним этапом разработки для нашего проекта, так как после этого начнется бета-тест и релиз продукта, что, на данный момент, не планируется. Результат работы продемонстрирован ниже (рис.5, рис.6).

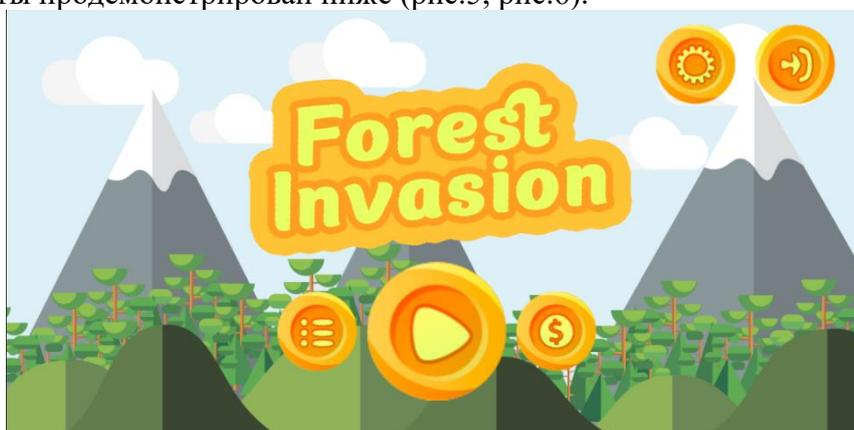


Рисунок 5 – Главное меню

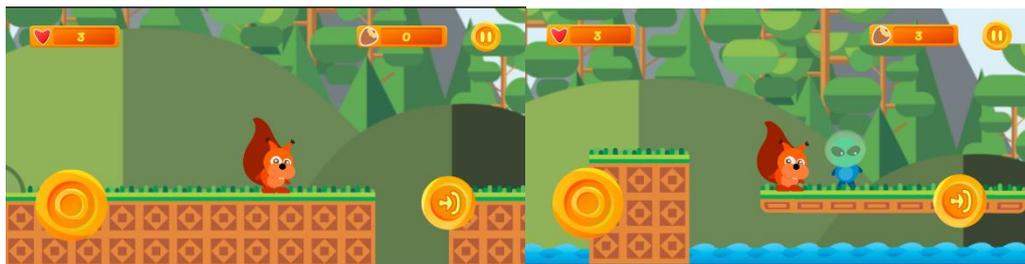


Рисунок 6 – Демонстрация геймплея

Следующими этапами разработки игры является бета-тест. Вначале производится закрытое бета-тестирование. На этом этапе готовую игру демонстрируют новой, ограниченной по количеству игроков аудитории. Это помогает найти геймдизайнерские ошибки, обнаружить проблемы и увидеть общую картину того, как игроки взаимодействуют с финальным продуктом. Далее идет софт-лонч (открытое бета-тестирование). В этот момент начинается настоящая «жизнь» игры. На этапе софт-лонча продукт представляют более широкой публике, например, открывают доступ к игре в нескольких странах. Идет сбор статистики, обработка геймерского фидбека. Исходя из полученных данных программисты шлифуют найденные недоработки, продюсер и геймдизайнеры анализируют статистику.

Завершающий этап – это релиз игры. Ключевая цель данного этапа – получение прибыли.

#### **Основные принципы и особенности разработки**

Ключевым принципом разработки мобильной игры является правильное зонирование. Не стоит забывать, что экран смартфона довольно компактный, элементы интерфейса не должны быть слишком маленькими. Если разработчик понимает, что на экране смартфона будет чуть больше, чем одна пользовательская задача, то нужно максимально удобно и логично организовать пространство экрана.

Ещё один не менее принцип проектирования интерфейса мобильной игры можно назвать «ни одного лишнего элемента на экране». По сей день, во многих играх можно увидеть совершенно ненужные UI-элементы, которые ничего не делают, но занимают немалую часть экрана. Убирание лишних элементов иногда может касаться и расстояния между элементами. Вообще, пространство между элементами — это то, о чём следует думать не меньше, чем над самими элементами. [2]

При разработке мобильной игры в жанре «Платформер» следует учесть ряд принципов и особенностей.

В игре можно дополнительно задействовать дополнительные механики для персонажа, помимо стандартных (прыжок, ходьба), можно задействовать бег, двойной прыжок, ускорение, полет и т.д. В этом случае, можно делать разные расстояния для прыжков, часть из которых для преодоления требуют дополнительные способности.

При размещении на уровне непреодолимых препятствий, желательно усиливать их визуальную непреодолимость. Этого можно достигнуть за счет иной текстуры, заостренного края и т.д.

Игроку необходимо оставлять возможность управлять персонажем во время прыжка или падения, это позволит точно позиционировать героя.

Платформы, на которые игрок может встать и любые другие фоновые элементы, должны четко друг от друга отличаться. Игроку необходимо понимать, куда у него есть возможность встать, а куда нет.

Не стоит использовать группы движущихся платформ на начальных уровнях, особенно если у платформ в этой группе платформы движутся с разной скоростью. Также, желательно не использовать платформы с динамической сменой скорости. Вместо этого

можно ввести особые платформы, которые могут реагировать на персонажа: пружинить, продавливаться, ломаться и т.д.

Если перед игроком есть пропасть, он должен четко видеть к чему приведет падение персонажа, есть ли за пропастью что-то или персонаж умрёт.

Граница уровня должна быть логически обоснованной. Границей не может быть продолжающаяся тропа, но это может быть препятствие, которое невозможно преодолеть. В разрабатываемой игре, границей уровня являются спасенные персонажи.

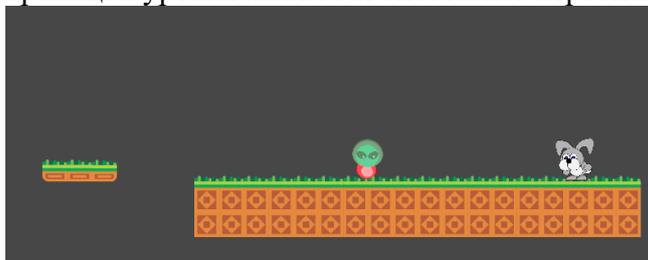


Рисунок 7 – Граница первого уровня

2D мир вовсе не обязательно воспринимается менее реальным и более плоским. Если окружение качественно выполнено, применяется динамическая камера, то плоский по движению мир вполне себе воспринимается как трехмерный. В разрабатываемой игре для получения данного эффекта используется дополнительный плагин для Unity, с помощью которого была создана параллакс камера, а которой фон и некоторые объекты окружающей среды движутся с разной скоростью относительно персонажа.

Хорошим вариантом для поддержания интереса игрока являются «секретов». При размещении «секретов, как и видимых труднодоступных объектов с лутом, необходимо соразмерять баланс между трудностью доступа и вознаграждением. [3] На Рисунке 8 изображен «секрет» первого уровня, в конце которого игрока будут ждать два бонуса: ящик с орехами (добавляет 10 орехов в копилку) и исцеляющий гриб (восстанавливает единицу здоровья)

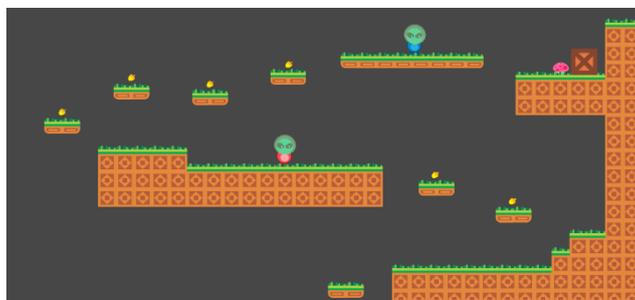


Рисунок 8 – «Секрет» на первом уровне

### Вывод

В результате работы были выявлены и описаны этапы и основные принципы разработки мобильных игр в жанре «Платформер». Следуя перечисленным этапам и принципам, была разработана собственная игра.

### Список литературы

1. Харб [Электронный ресурс] // Семь этапов создания игры: от концепта до релиза. URL: <https://habr.com/ru/company/miip/blog/308286/>
2. DFT [Электронный ресурс] // Особенности создания интерфейса для мобильной игры. URL: <https://dtf.ru/gamedev/44813-osobennosti-sozdaniya-interfeysa-dlya-mobilnoy-igrы>
3. Monkey X [Электронный ресурс] // Разработка уровней для платформера. URL: <http://monkey-x.ru/knowledge/articles/11-tips-for-making-a-fun-platformer>

УДК 004.7

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДИЗАЙНА ИНТЕРЬЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКОНОВ ЭРГОНОМИКИ

Л.Т. Белик, М.П. Руденко

Донецкий национальный технический университет

Кафедра компьютерного моделирования и дизайна

E-mail: beliklilya6@gmail.com

### **Аннотация:**

**Белик Л.Т., Руденко М.П.** Разработка приложения для создания дизайна интерьеров с использованием законов эргономики. В данной статье рассмотрены основные этапы разработки приложения для создания дизайна интерьеров с использованием законов эргономики, проектируется логика системы с использованием объектно-ориентированного подхода, определена классификация системы и разработан интерфейс главного меню.

### **Annotation:**

**Belik L.T., Rudenko M.P.** Development of an application for creating interior design using the laws of ergonomics. In this article, the main stages of developing an application for creating interior design using the laws of ergonomics are considered, the system logic is designed using an object-oriented approach, the system classification is determined, and the main menu interface is developed.

### **Введение**

Наше время требует новых подходов к использованию эргономических знаний при проектировании интерьеров и мебели. Проектируя среду, в которой человек живет, работает и отдыхает, необходимо учитывать эффективность, комфорт, безопасность, удовлетворение, т. е. при проектировании необходим максимальный учет человеческих факторов.

Взаимоотношения человека с предметным миром не ограничиваются только простым любованием эстетическими достоинствами объектов. Важно, чтобы окружающие нас предметы были не только красивыми и приятно выглядящими эстетически, но и удобными, комфортными в использовании. Поэтому область дизайна сегодня тесно переплетается с эргономикой – комплексно-прикладной наукой, рассматривающей человека в данных условиях его деятельности и повседневной жизни [1].

Эргономика нацелена на то, чтобы в отношениях с окружающими объектами мы сохраняли хорошее здоровье, снижалась утомляемость, повышалось настроение, эффективность труда или отдыха. Сегодня эргономика стала одной из значимых составляющих промышленного, предметного и интерьерного дизайна [2].

Анализ имеющихся ресурсов показывает, что подобных программ крайне мало [3,4]. Практически нет ресурсов полностью бесплатных и доступных для начинающих дизайнеров или просто для людей, которые хотят воспользоваться приложением и не платить за это.

Разрабатываемое приложение помогает людям визуализировать свои желания избегая стандартных ошибок при создании дизайна интерьера и поможет удобно эффективно использовать пространство своего помещения, т.к. перед разработкой человек может ознакомиться с эргономикой помещения интерьера в удобной форме.

Цель данной статьи – определение и описание основных понятий, технологий, проектирования и разработки приложения для создания дизайна интерьеров с использованием законов эргономики.

Для создания полезного продукта нужно учесть все ошибки, которые допустили разработчики аналогов и проанализировать их продукты. В ходе анализа был определены

ключевые функции приложений. В большинстве они наделены стандартным функционалом: создание, сохранение, настройки и также имеет свои ключевые особенности.

Отличительным функционалом данного приложения является то, что в самом приложении есть удобная и структурированная теория об эргономике в интерьере, после которой есть возможность проверки усвоенного материала.

Другим отличительным функционалом является наличие удобного и понятного интерфейса, который подойдет, как для обычного человека, так и для уже профессионала.

Для детального описания всех функций была проведена идентификация отношений между классами для приложения и были определены типы связей:

Пользователь – Теория: такая связь обеспечивает пользователю доступ к теории об эргономике в интерьере. Ассоциативная связь.

Пользователь – Проверка усвоенного: эта связь обеспечивает пользователю доступ к проверке усвоенного материала. Ассоциативная связь.

Пользователь – Создание дизайна интерьера: эта связь обеспечивает пользователю доступ к созданию самого проекта интерьера. Ассоциативная связь.

Пользователь – Проекты: эта связь обеспечивает пользователю доступ к созданным проектам интерьера. Связь зависимости.

Данные отношения помогли спроектировать макет главного меню системы (рис. 1).

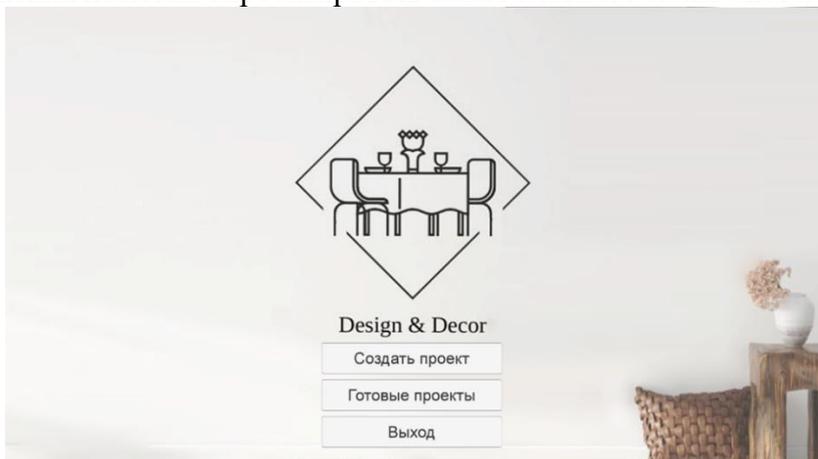


Рисунок 1 – Интерфейс главного меню системы

### **Пользовательский интерфейс**

В современном мире большая часть предложенных программ направлена на профессиональное использование. Поэтому так важно, чтобы была возможность выбрать программу без привязки к профессии, и человек мог самостоятельно создать дизайн интерьера.

Сделать хороший дизайн - проект жилого помещения без специальных знаний об эргономике сложно. На это уходит много времени. Поэтому необходимо учитывать данные нюансы при разработке приложений для данной категории лиц.

Приложение — это прежде всего графическое представление информации. Оно должно быть удобным и простым для использования. Приложение позволять пользователю получить важные знания в вопросе эргономики помещений и предметов интерьера. Развить пространственное мышление, воображение, экономить время и средства, которые пришлось бы потратить, поручив эту работу профессиональному дизайнеру интерьера.

Пользователь не ограничен в своих идеях и может создать нетипичный интерьер для своей квартиры. С помощью программы можно не только использовать готовые предметы интерьера, но и создавать свои, учитывая предпочтения в цвете и фактуре материалов.

### **Объектно-ориентированное проектирование**

С помощью ООП были определены основные участники приложения и спроектирована диаграмма вариантов использования.

Участниками системы являются обычные люди, желающие создать дизайн интерьера, а также могут быть и профессиональные дизайнеры.

Приложение доступно в режиме пользователя.

В режиме пользователя пользователь может ознакомиться с теорией и проверить усвоенный материал с помощью тестов, менять определенные параметры в настройках приложения.

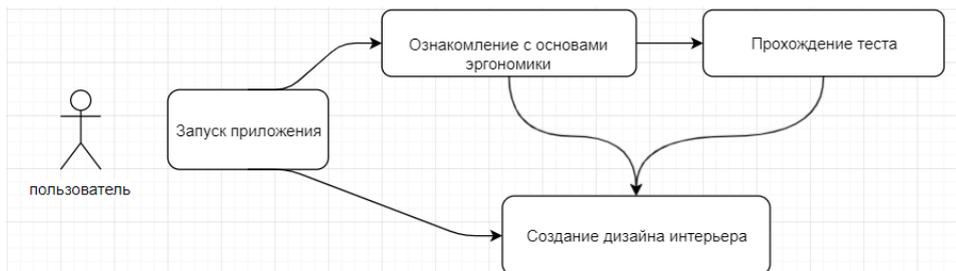


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

### Классификация разрабатываемого приложения

Данное приложение для создания дизайна интерьера в том, что она включает в себя обучение основам эргономики.

Пользователь сначала знакомится с принципами эргономики в дизайне интерьера. У планировщика дружелюбный интерфейс, поэтому без каких-то особых навыков и подготовки можно создать трёхмерные планы и дизайн. Ознакомившись с панелью инструментов, пользователь может визуализировать свои идеи и презентовать проект заказчику. Программа содержит большой каталог предметов мебели и отделки из ассортимента реальных магазинов со ссылками на сайты производителей.

Каждый предмет можно настраивать: изменять размеры и цвет, оттенки, текстуру поверхности. Если нет подходящей модели — создать свою или загрузить готовую. То есть можно персонализировать любой предмет. То же и с планировкой: можно нарисовать или загрузить план, использовать готовые шаблоны.

### Выводы

Для достижения поставленной цели были проанализированы аналоги обучающих приложений и выявлены такие недостатки как отсутствие поддержки русского языка, отсутствие полного предоставления бесплатных ресурсов и сохранение результата, с возможностью распечатывания. Определен ключевой функционал, классификация и проведена идентификация ключевых классов. Спроектированы варианты использования и выявлены основные участники обучающих приложений.

### Список литературы

1. Эргономика и дизайн// – [Электронный ресурс] - <https://fotokomok.ru/ergonomika-i-dizajn/>
2. Рунге В.Ф., Манусевич Ю.П. Эргономика в дизайне среды. М., Архитектура-С, 2016.
3. Interior + Design [Электронный ресурс] //Лучшие приложения для дизайна интерьера URL: <https://www.interior.ru/design/11331-luchshih-prilozhenii-dlya-dizaina-interiera.html>
4. Белик Л.Т., Руденко М.П. Исследование систем, использующих законы эргономики в дизайне мебели //Донбасс будущего глазами молодых ученых, г. Донецк, 23 ноября 2021 г. Донецк: ДонНТУ, 2021. – С.98-101.

УДК 004.9

## РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА WEB-САЙТА ДЛЯ ДЗЮДОИСТОВ В FIGMA

**Е. Р. Тертичная, В.А. Павлий**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
E-mail: [liza.terro@mail.ru](mailto:liza.terro@mail.ru), [pavliy.vitaliy@gmail.com](mailto:pavliy.vitaliy@gmail.com)

### **Аннотация:**

**Тертичная Е.Р., Павлий В.А. Разработка дизайна web-сайта для дзюдоистов в Figma** В данной статье рассмотрена разработка дизайна web-сайта для дзюдоистов, выявлены основные особенности структуры и интерфейса.

### **Annotation**

**Tertichnaya E.R., Pavliy V.A. Web site design development for judoists in Figma** This article discusses the design development of a web site for judoists, identifies the main features of the structure and interface.

### **Введение**

Веб-сайт или веб-портал – это совокупность электронных файлов, объединенных одним адресом в компьютерной сети, которые являются документами частных лиц или организаций. По умолчанию сайт располагается в сети Интернет.

Тематический сайт – это такой веб-сайт, который представляет из себя узконаправленную специфическую информацию о какой-либо теме.

Тематический портал – это огромный ресурс, который предоставляет много информации по определённой теме. Порталы схожи с сайтами, но при этом содержат в себе средства взаимодействия с пользователями (чат, форум) [1].

### **Цель разработки**

Целью разработки является создание образовательно-познавательного сайта для дзюдоистов, который облегчит поиск информации о турнирах, тренировках и различных мероприятиях.

### **Основные этапы создания дизайна веб-сайта**

Первым шагом необходимо поставить цели и задачи, которые будет выполнять сайт, затем прорабатывается техническое задание.

Одним из важнейших шагов является прототипирование. На этом этапе я подготавливаю основную структуру нашего макета.

Далее следует этап наполнения нашего сырого макета картинками, цветами, шрифтами. Параллельно дорабатываю мелкие недочеты.

### **Особенности дизайна**

Данный сайт представлен в минималистичном стиле, чтобы не рассеивать внимание пользователя. Данный стиль поможет легко ориентироваться в навигации ресурса.

Цвета и формы подобраны так, чтобы человек чувствовал строгость и серьезность данного сайта. Цветовое сочетание синий-зеленый вызывают чувства строгого контроля или внутренней упорядоченности. [3] Именно такое восприятие воспитывается в спортсменах, которые занимаются боевыми искусствами, поэтому сайт должен соответствовать внутреннему миру спорта.

Для реализации макета были использованы инструменты графического редактора Figma. Это программа нового поколения для разработки различных интерфейсов и программ, веб-сайтов и мобильных приложений. Огромным ее плюсом является то, что Figma - облачный веб-сервис, что позволяет не занимать память устройства файлами макетов и работать над проектами сразу несколькими людям одновременно. Так же при создании мобильного приложения можно транслировать разработку сразу на свой телефон и отслеживать как будет выглядеть готовая работа. Она содержит в себе огромное количество плагинов, которые упрощают работу, сокращая ее от целого большого пути до нескольких кликов. [2]

### Структура главной страницы

Главная страница сайта - это всегда его «лицо». Именно по главной странице пользователь сразу определяет для себя хочет он пользоваться этим ресурсом или нет.

В шапке (см. рис.1) страницы слева пользователь сразу видит логотип и название организации, чтобы можно было понять куда он попал. Справа находятся иконки социальных сетей, которые будут вести пользователя на различные страницы организации в разных ресурсах. Выполнены во второстепенном цвете(зеленый).



Рисунок 1 – шапка главной страницы

Следующим блоком можно увидеть горизонтальное меню (см. рис.2), которое содержит в себе следующие ссылки на страницы сайта:

- Новости
- Календарь турниров
- Мультимедиа
- Документы/правила
- Тренировки



Рисунок 2 – Меню сайта

Первым крупным блоком является слайдер с последними яркими новостями в мире дзюдо.(см. рис. 3) Слева находятся заголовок, небольшой текст превью, кнопка для перехода на статью и стрелки пролистывания слайдера. Справа находится фотография, которая относится к статье.

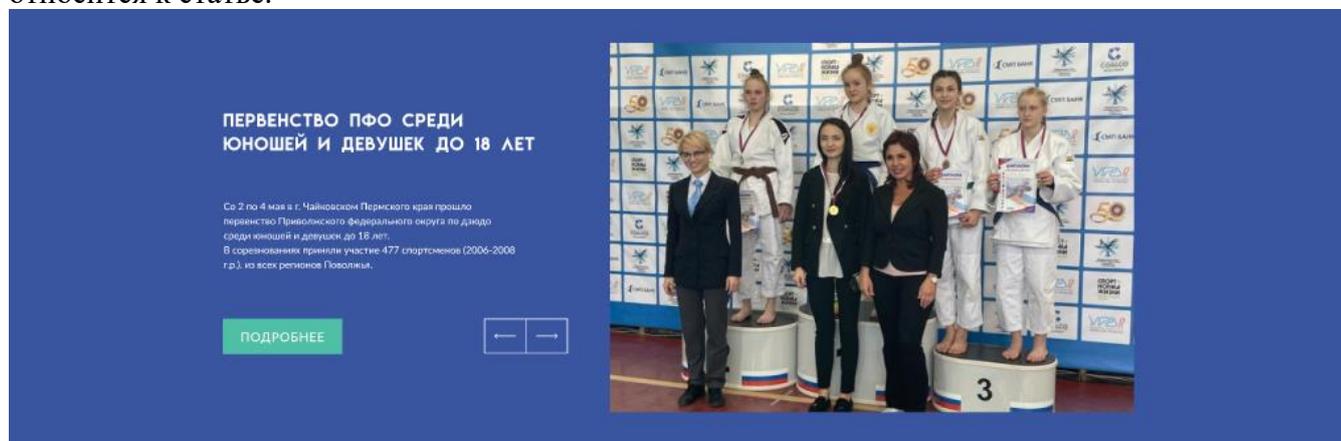


Рисунок 3 – блок-слайдер с главными новостями

Следующий блок содержит в себе информацию о ближайших датах турниров. (см. рис. 4) Слева размещен календарь с выделенными красным цветом датами, означающие запланированные турниры или соревнования. При клике на дату, пользователя направят на страницу с подробным описанием мероприятия.



Рисунок 4 – Блок с информацией о турнирах

Далее размещен блок-слайдер с краткими новостями последних событий в мире дзюдо (см. рис. 5). Слева располагаются заголовки, которые при активации окрашивают фон в синий цвет. Справа при выборе заголовка появляется новость.



Рисунок 5 – Краткие новости

Финальный блок содержит слайдер с медиафайлами с прошедших мероприятий. (см. рис. 6) Вверху каждого отдельного блока слайда указывается какого рода именно медиафайлы содержит страница, на фоне находится фотография с мероприятия, внизу располагается название и кнопка перехода на страницу.



Рисунок 6 – Медиафайлы с мероприятий

В подвале сайта так же как и в шапке находился логотип, название и ссылки на социальные сети организации.

### **Выводы**

В результате проделанной работы была рассмотрена разработка макета сайта для дзюдоистов, выявлены основные особенности наполнения контентом и проработан дизайн. Также была проанализирована информация для спортсменов.

Особенность разрабатываемой сайта в том, что благодаря простой и понятной навигации, любой пользователь сможет быстро сориентироваться и найти необходимую ему информацию. В частности, главным преимуществом начальной страницы является быстрый переход к просмотру различных положений для турниров и мероприятий.

### **Литература**

1. Elibrary [Электронный ресурс] // WEB-ПОРТАЛ ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ: СУЩНОСТЬ, НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ

URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_25098351\\_57144753.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_25098351_57144753.pdf)

2. Figmahelp [Электронный ресурс] Помощь по вопросам в Figma URL: <https://help.figma.com/hc/en-us>

3. Naked Science [Электронный ресурс] Психологическая радуга: сочетания цветов

URL: <https://naked-science.ru/article/psy/psychological-rainbow-color-combinations>

УДК 004.7

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АНИМАЦИИ ЛОГОТИПА

**В.А. Владимирова, М.П. Руденко**

Донецкий национальный технический университет  
Кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
E-mail: valeria.vladimirova.vc@gmail.com

### **Аннотация:**

*Владимирова В.А., Руденко М.П. Разработка приложения для создания анимации логотипа. В данной статье рассмотрены основные этапы разработки и технологии приложения для создания анимации логотипа, проектируется логика системы с использованием объектно-ориентированного подхода, определена классификация системы и разработан интерфейс главного меню.*

### **Annotation:**

*Vladimirova V.A., Rudenko M.P. Development of an application for creating logo animation. This article discusses the main stages of development and technology of an application for creating logo animation, the system logic is designed using an object-oriented approach, the system classification is determined, and the main menu interface is developed.*

### **Введение**

Анимированные логотипы – это один из самых свежих трендов в дизайне, который приобрел наибольшую популярность в последние годы. Современные технологии позволяют создавать такие лого в различных форматах (CSS, GIF, SVG), а затем использовать их на веб-сайтах, в мобильных приложениях, видеороликах или других местах, где доступен динамический контент.

Анимированные лого выглядят очень оригинально и буквально завораживают аудиторию. Люди привыкли к статичным изображениям, они не ожидают, что логотип начнет «двигаться» и поэтому сразу обращают внимание на такую неожиданность. С его помощью вам удастся быстро привлечь зрителя и ярко представить ему свой бренд, благодаря столь запоминающемуся фактору. Это одна из важнейших причин, которая делает символику с анимацией эффективной и востребованной.

Такие логотипы помогают разместить гораздо больше информации о вашей компании, продуктах или их преимуществах, чем обычные изображения. Современная анимация позволит превратить лого в полноценную мини-презентацию, рассказать историю бренда, наглядно продемонстрировать эффект от ваших товаров/услуг и какую пользу они принесут покупателям («до и после») и т.д.

Анимированные логотипы особенно часто используют в видеороликах (реклама, презентации), также они гармонично смотрятся на современных сайтах с динамическим контентом (кстати, его весьма одобряют поисковики) или в мобильных приложениях. Данная символика выглядит очень уместно как на полноразмерных мониторах, так и на дисплеях гаджетов – а на последних она будет гораздо эффективнее традиционной комбинации статичного изображения и текста.

Лого с анимацией улучшают узнаваемость бренда, благодаря своей оригинальности и яркой подаче информации. Люди хорошо запоминают всякие необычные вещи, что поможет создать у них стойкую ассоциацию между вашей компанией и ее креативным символом. Некоторые анимированные логотипы стали настоящими легендами, известными на

протяжении многих десятилетий – например, знаменитый лев голливудской киностудии Metro Goldwyn Mayer.

Всё это обеспечивает лого с анимацией высокую эффективность и, вместе с ней, популярность среди бизнеса. Многие известные бренды переделывают свои логотипы из статичных в анимированные, а молодые стартапы создают их в таком виде с нуля [1].

### Цель статьи

Определение и описание основных понятий, технологий, проектирования и разработки приложения для создания анимации логотипа.

### Функционал веб-сервиса

Для создания полезного продукта необходимо учесть все ошибки, которые допустили разработчики аналогов и проанализировать их продукты. В ходе анализа были определены ключевые функции сервиса. Сервис наделен стандартным функционалом аналогов: набор готовых шаблонов анимации, возможность редактирования шаблона, стандартные спецэффекты, но также имеет свои ключевые особенности. Например, будет возможность добавить музыку к анимации. Суть такого функционала заключается в том, что пользователь создает свою анимацию по уже готовому шаблону, редактирует и по желанию добавляет музыку. После создания анимации пользователь может ее скачать.

Для детального описания всех функций была проведена идентификация отношений между классами для веб-сервиса и были определены типы связей:

Пользователь – Авторизация: регистрация или авторизация обеспечивает пользователю доступ к функционалу приложения. Связь зависимости.

Пользователь – Выбор шаблона: такая связь обеспечивает пользователю доступ к информации о доступных готовых шаблонах. Ассоциативная связь.

Пользователь – Редактор анимации: эта связь обеспечивает пользователю доступ к редактированию шаблона. Ассоциативная связь.

Пользователь – Добавление музыки: данная связь обеспечивает добавление музыки к анимации. Ассоциативная связь.

### Объектно-ориентированное проектирование

С помощью ООП были определены основные участники приложения и спроектирована диаграмма вариантов использования.

Участниками системы являются: пользователи

Варианты использования ИС пользователем:

- создание анимации;
- выбор шаблона анимации;
- добавление файлов;
- редактирование;
- добавление музыкального сопровождения;
- сохранение анимации в формате GIF или MPEG-4.

Варианты использования ИС (рис. 1).



Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

### Классификация разрабатываемого приложения

#### *Характер использования информации*

Разрабатываемая информационная система относится к интеллектуальным информационным системам. Система обрабатывает полученную от пользователя информацию и данные, на их основе создает анимацию.

Система направлена на помощь пользователю в создании анимации логотипа.

#### **Сфера применения**

Существует три вида: информационные системы организационного управления, информационные системы управления технологическими процессами и информационные системы автоматизированного проектирования.

Данная система относится к информационным системам автоматизированного проектирования, т.к. пользователю необходимо создать анимацию логотипа из готового шаблона.

#### **Способ организации**

Система на основе архитектуры клиент-сервер

#### **Функциональный признак**

Система относится к информационно-решающим системам так как, система создает анимацию по шаблону и может сама предлагать варианты анимации пользователю.

#### **Уровень управления**

Разрабатываемая система относится к системам поддержки принятия решений. Система обслуживают частично структурированные задачи, результаты которых трудно спрогнозировать заранее (имеют более мощный аналитический аппарат с несколькими моделями) [2]. Она помогает пользователю быстро создать анимацию.

#### **Степень автоматизации**

Информационная система относится к автоматизированным информационным системам. Функционал системы предполагает участие в обработке информации не только компьютером, но и человеком. Однако большая часть информации обрабатывается компьютером [3].

#### **Выводы**

Для достижения поставленной цели были проанализированы существующие аналоги веб-сервисов для создания анимированного логотипа. Определен ключевой функционал, классификация и проведена идентификация ключевых классов. Спроектированы варианты использования и выявлены основные участники веб-сервиса.

#### **Список литературы**

5. logaster [Электронный ресурс] // Анимированный лого: сервисы для создания, подборка анимаций лого. URL: <https://www.logaster.ru/blog/animate-logo/>

6. studwood.net [Электронный ресурс] // Классификация информационных систем по функциональному признаку и уровням управления. URL: [https://studwood.net/1035832/informatika/klassifikatsiya\\_informatsionnyh\\_sistem\\_funktsionalnom\\_u\\_priznaku\\_urovnyam\\_upravleniya](https://studwood.net/1035832/informatika/klassifikatsiya_informatsionnyh_sistem_funktsionalnom_u_priznaku_urovnyam_upravleniya)

7. TSUP [Электронный ресурс] //Определение и классификация информационных систем. URL: [https://tspu.ru/res/informat/sist\\_seti\\_fmo/lekcii/lekcij-1.html](https://tspu.ru/res/informat/sist_seti_fmo/lekcii/lekcij-1.html)

УДК 004.9

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ЧТЕНИЯ КНИГ ДЛЯ ОС ANDROID С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНКЛЮЗИВНОГО ДИЗАЙНА ДЛЯ ДЕТЕЙ, СТРАДАЮЩИХ РАССТРОЙСТВОМ АУТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

Сафронова Э.А., Бабакина А.А., Руденко М.П.  
Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
E-mail: [eleonora5afronova@yandex.ru](mailto:eleonora5afronova@yandex.ru)

*Аннотация: Сафронова Э.А., Руденко М.П., Бабакина А.А. Разработка приложения для чтения книг для ОС Android с использованием инклюзивного дизайна для детей, страдающих расстройством аутического спектра. В данной статье была рассмотрена проблема особенностей восприятия текстовой информации детьми с расстройством аутического спектра. Был проведен анализ их взаимодействия с приложениями, установлена и внедрена в разработку методика обучения чтению, которая способствует лучшему восприятию текстовой информации. Представлен процесс разработки приложения для чтения книг, адаптированного под такие особенности детей с РАС.*

### **Annotation:**

*Safronova E.A., Rudenko M.P., Babakina A.A. Development of a book reading application for Android OS using inclusive design for children suffering from autism spectrum disorder (hereinafter - "ASD"). This article considers the problem of the peculiarities of textual info perception by children with ASD and presents a book reading application development taking into account the ASD specifics. An analysis of ASD patients interactions with applications was carried out, established and implemented in the development a method of reading education, that contributes to a better textual info perception.*

### **Общая постановка проблемы.**

Ограниченные возможности — самая распространённая проблема в современном мире. Они бывают как врождёнными, так и приобретёнными. Для того, чтобы жизнь людей с инвалидностью как можно меньше отличалась от жизни полноценного человека, общество с 90-х годов 20 века активно внедряет идею инклюзивности в различные сферы человеческой деятельности. В мире цифровых технологий инклюзивность проявляется в адаптивности цифровой среды для людей с различными нарушениями. Например, для работы с девайсами незрячие люди используют скринридер. Благодаря ему человек может понять, как работать с тем или иным элементом.

В целом же: «Инклюзивный дизайн — это практика проектирования, в которой продукты и услуги разрабатываются таким образом, чтобы они были доступны и могли обслуживать как можно больше людей, независимо от их возраста, пола и способностей».

Среди людей с нарушениями особое место занимают люди с расстройством аутического спектра [1]. Количество детей с таким расстройством каждый год растёт, так, например, в 2013 году новорождённых с таким диагнозом стало в 10 раз больше по сравнению с 2000 годом [2]. Одна из основных проблем, с которой сталкиваются родители и педагоги — это обучение чтению. Сложность состоит в том, что дети-аутисты плохо воспринимают смысл прочитанного и слабо идентифицируют слово с образом [3]. Зная эту особенность восприятия, педагоги разработали принципы, облегчающие процесс обучения. К ним относятся подача материала от простого к сложному, упрощённые инструкции,

повторяющиеся алгоритмы работы, использование игровых приемов в работе, подбор материала с опорой на специфические интересы ребенка.

Педагоги, занимающиеся с детьми с РАС, отмечают, что дидактический материал и книжный фонд для работы очень ограничен. Так же стоит проблема разработки материалов «личного букваря» для каждого конкретного ребёнка, который бы совпадал по тематике с сферой его интересов. Таким образом, существует необходимость разработки приложения для чтения книги ребёнком–аутистом, которое могло бы подбирать автоматически образы из базы к написанному тексту, сказке.

**Целью статьи** является разработка прототипа приложения для чтения книг на Android для ребёнка-аутиста.

### **Обзор существующих приложений для детей с РАС**

Приложение «Аутизм: Общение» содержит карточки, по которым ребенок учится различать предметы. Особенностью этой программы является возможность добавлять и озвучивать свои карточки. В приложении два раздела: «Общение» и «Галерея». В «Галерее» находятся слова для изучения, разбитые на несколько категорий. Раздел «Общение» отвечает за озвучивание повседневных действий. В предоставленных настройках можно отключить режим «Общение», или некоторый его инструментарий. В целом приложение выполняет поставленную задачу. К функциональным минусам можно отнести возникающие проблемы с озвучиванием новой карточки, невозможность отключить сопровождающий звук, невозможность исправить встроенные карточки, например, слово «Я» — у многих пользователей возникает диссонанс с соотношением своего образа и фотографии мальчика с пиктограммы. Так же в приложении нет настроек приложения под конкретного пользователя. Из дизайн-решений неудачным является выбор шрифта, его кегль, цвет и теневое оформление. Стоит отметить, что выбор цветовой гаммы хороший, но сочетание близлежащих цветов нарушает правило контрастности, что приводит к быстрой утомляемости, плохому восприятию информации и раздражительности.

MITA — это приложение раннего вмешательства, предназначенное для детей с аутизмом, задержкой развития, и сниженной обучаемостью. Программа содержит интерактивные головоломки, которые призваны помочь детям научиться мысленно объединять несколько объектов. Особенностью приложения является автоматическая настройка сложности уровня. Приложение отлично справляется с поставленной задачей. Функциональные недостатки проявляются в недоработанной навигации, в периодически всплывающем англоязычном тексте, не имеющим непосредственного отношения к пользователю и его действиям. Неудачным является выбор оформления приложения — яркость, динамичность, подвижность большого количества элементов путает ребёнка, а некоторые сопровождающие звуки могут его напугать.

Приложение «Говори молча» позиционируется, как средство для облегчения общения с неговорящими людьми; людьми, у которых есть диагнозы аутизм, умственная отсталость и т.д. Тестирование показало, что данное приложение не могут самостоятельно использовать люди, у которых проблемы с речью. Приложение корректно работает только, если составить пару равнозначных карточек, например, чай и кофе. В приложении полностью отсутствует навигация. Также здесь нет возможности выбора слов, которые надо использовать сейчас, т.е. чтобы дойти до нужной пары надо пролистать все ранее созданные слова. Полное отсутствие дизайн оформления и настроек делают использование программы весьма затруднительным.

Таблица 1 — Анализ рассмотренных приложений

	Аутизм: Общение	МІТА	Говори молча
Выполнение поставленной задачи	+	+	+/-
Понятность исп. для детей	+/-	+	-
Навигация	+	+/-	-
Индивидуальные настройки	-	-	-
Базовые настройки приложения	+	+	-
Адаптированный интерфейс	+/-	+/-	-
Обратная связь	-	+	-
Подтверждение работы методики	+/-	+	-
Лёгкость (производ.)	+	-	+

#### Выбор средства разработки

Android Studio — ведущее приложение среди IDE предназначенных для создания Android-приложений. Преимущества данной IDE заключаются в постоянно обновляемом функционале и отличной интеграции. Также главный плюс IDE — она спроектирована для методов Android. Недостатки: использует большой объём оперативной памяти и для её использования желательно наличие мощного процессора.

Visual Studio Code — редактор исходного кода. Разработан компанией Microsoft. Считается «простым» инструментом для кроссплатформенной разработки приложений. Преимущества данного редактора: хорошая производительность; содержит разносторонний функционал. Недостатки: большой объём расширений понижает скорость; нельзя разрабатывать проект параллельно в двух окнах.

Sublime Text — это кроссплатформенный инструмент для редактирования кода. Считается одним из лучших текстовых редакторов. Преимущества: прост в использовании; большой объём плагинов; можно настроить редактор под конкретного пользователя; лёгкий переход между разными файлами. К недостаткам можно отнести тот факт, что некоторые плагины тормозят работу приложения.

Таблица 2 — Сравнительная характеристика средств разработки

	Спец. технологии для Android	Простота исп.	Лёгкость (производительность)	Быстрота	Бесплатность
Android Studio	+	+/-	-	+	+
VS Code	-	-	+/-	-	+
<b>Sublime Text</b>	-	+	+	+	+/-

Для данного проекта основной средой разработки выбрана Android Studio, так как в этой IDE поддерживается реализация проекта на нескольких языках программирования, а также поддерживается Gradle. Это очень удобный и простой редактор кода. Его можно настроить под стиль работы конкретного пользователя. Подсветка синтаксиса, умное завершение кода, комбинации горячих клавиш ускоряют и упрощают процесс работы.

## Проектирование разрабатываемого приложения на языке UML

В процессе разработки приложения используется объектно-ориентированный анализ. То есть представляется структура системы и её поведения с технической стороны проекта. UML-диаграммы наглядно показывают различные состояния системы, помогают собрать воедино объекты, их атрибуты и действия. Это необходимо для того, чтобы охватить все компоненты системы, показать связи между ними.

Для описания функционала, доступного пользователю была составлена диаграмма вариантов использования, которая представлена на рис. 1.

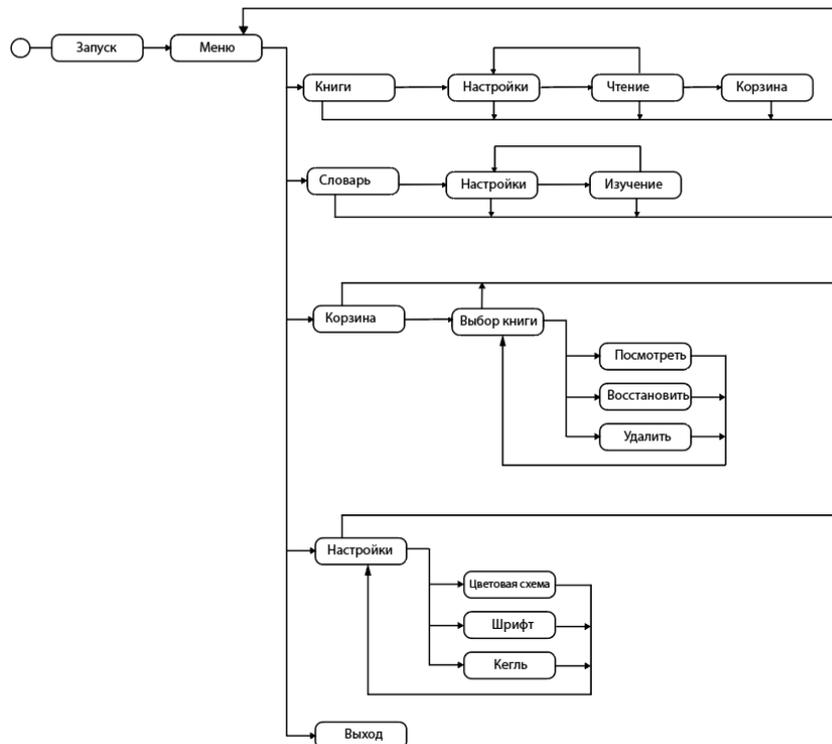


Рис. 1 — Диаграмма вариантов использования

Диаграмма деятельности (рис.2) – иллюстрирует процесс одного из вариантов использования системы.



Рис. 2 — Диаграмма деятельности

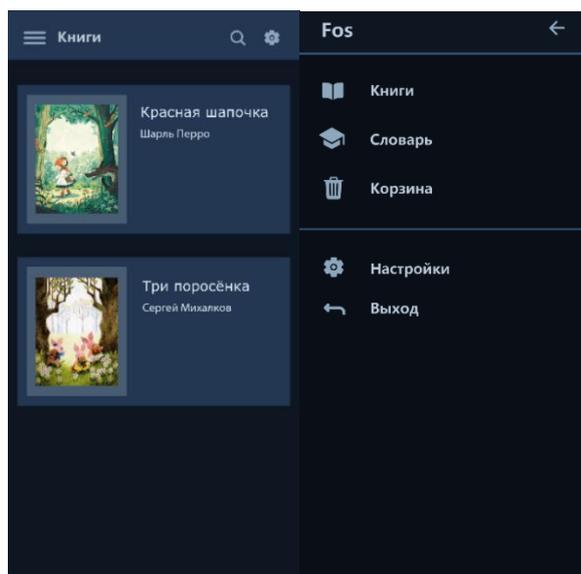


Рис. 3 — Интерфейс приложения

### Разработка дизайна пользовательского интерфейса

При разработке дизайна приложения (рис.3) для чтения книг с использованием инклюзивного дизайна для детей с РАС следует учитывать, что они легко отвлекаются из-за того, что уделяют очень много внимания деталям. Яркие цвета, острые углы, динамичность элементов могут вызывать агрессию, приступы тошноты и головокружения. Поэтому для визуального оформления приложения был использован минималистичный дизайн и лаконичные цвета, что позволяет сконцентрироваться на подаваемой информации и не раздражать пользователя. Используемый в оформлении стиль лайнарт не отвлекает от чтения, интуитивно направляет пользователя и помогает минимизировать ситуации внезапных вспышек гнева. Приложение разрабатывается с упором на инклюзивный дизайн, поэтому в нём учтены и реализованы основные принципы инклюзивности: масштабирование, читабельность, типографика, цвет и контраст, графика и изображения, формы, области нажатия [4].

### Разработка прототипа приложения для чтения книг для ОС Android.

Для того чтобы проект могли использовать как можно большее количество людей база данных была создана максимально просто. Она представляет собой файл, который содержит ссылки на пиктограммы, находящиеся в специальной папке. Чтобы связать базу с проектом на определённом этапе даётся ссылка на данный файл. Такая реализация делает приложение более мобильным и лёгким.

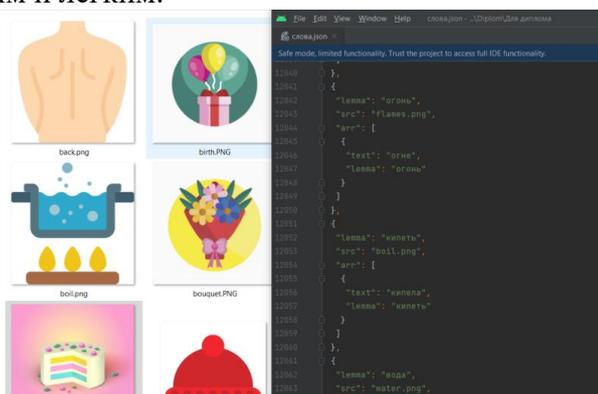


Рис. 4 — Скриншот разработки приложения в Android Studio

### Выводы

В результате проделанной работы было спроектировано приложение для чтения книг при помощи UML-диаграмм, разработан и протестирован дизайн интерфейса в Figma и при помощи Android Studio создан прототип приложения. В дальнейшем планируется тестирование прототипа и его совершенствование.

### Литература

1. Семаго Н. Обучение детей с расстройствами аутистического спектра. Методические рекомендации для педагогов и специалистов сопровождения основной школы / Н. Семаго, Т. Хотылева, М. Гончаренко, Т. Михаленкова // Серия «Инклюзивное образование» — М.: МГППУ ИПИО. — 2012. — С. 7-9.
2. Якимова Е. Особенности обучения и воспитания детей с расстройствами аутистического спектра / Е. Якимова // Методическая разработка — КГБУ «Лесозаводская специальная ОШИ». — 2020. — С. 5-6.
3. Никонова Н. / Обучение чтению детей с РАС / Н. Никонова, Ю. Павлова // Аутизм и нарушения развития. — М.: МГППУ. — 2020. — Том. 18, № 2. С. 70–76.
4. Сафронова Э. Теоретический анализ методов проектирования цифровых продуктов с использованием инклюзивного дизайна / Э. Сафронова, А. Боднар // Сборник материалов XII международной научно-технической конференции ИУС МКМ. — Донецк, 26-27 мая 2021 года. — С. 331-332.

УДК 004.9

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТ ПАРАЛЛАКСА НА САЙТЕ

**В. В. Чопенко, В.А. Павлий.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
E-mail: [chopenko.viktorii@gmail.com](mailto:chopenko.viktorii@gmail.com), [pavliy.vitaliy@gmail.com](mailto:pavliy.vitaliy@gmail.com)

### **Аннотация:**

**Чопенко В. В., Павлий В. А.** Использование эффект параллакса на сайте В данной статье рассмотрена одна из современных технологий в разработке сайтов – эффект параллакса. Ее особенности и общая характеристика. Проблематика ее реализации. Рассмотрены примеры сайтов с использованием данной технологии.

### **Annotation:**

**Chopenko V. V., Pavliy V. A.** Using the parallax effect on the site. This article discusses one of the modern technologies in website development - the parallax effect. Its features and general characteristics. The problem of its implementation. Examples of sites using this technology are considered.

### **Введение**

Параллакс (Parallax, греч. смена, чередование) – это изменение видимого положение объекта по отношению к удаленному фону в зависимости от нахождения наблюдателя. Первоначально этот термин употреблялся для природных явлений, в астрономии и геодезии. В настоящее время чтобы сделать сайт живее, многие добавляют туда анимированные иконки, фоны и другую графику. Но более интересный и необычный способ создать на сайте движение, объем и глубину — добавить туда эффект параллакса, иллюзию объемного пространства и движения.

Параллакс скроллинг — это техника в веб дизайне, когда элементы фона на переднем и заднем плане двигаются с разной скоростью при прокрутке окна браузера. Это создает эффект трехмерного пространства

### **Цель исследования**

Целью исследования является более подробно разобраться для чего же используется эффект параллакса в web-разработке.

### **Для чего можно использовать параллакс-эффект**

Эффект параллакса можно использовать в коммерческих сайтах с разными целями, чтобы сделать акцент на какой-то определенной информации [1]. Часто для презентации продукта, услуги или целой компании нужен просто лендинг. Но такие сайты зачастую похожи друг на друга: картинки, текст, видео, иногда можно встретить анимацию. И единственный способ выделиться среди конкурентов — применить какое-нибудь интересное дизайнерское решение. Таким решением вполне может стать эффект параллакс — с его помощью можно оживить иллюстрации и текст и добавить сайту глубины без сложных дизайнерских изысков.

Так же есть компании, которые предпочитают классическим сайтам что-то более вычурное и необычное. Например, сайт компании Madwell ([madwell.com](http://madwell.com)) выполненный с применением эффекта параллакса, а так же исполнение сайта весьма необычно, он сделан как история или сказка [2]. И любой пользователь, зайдя на этот сайт точно на нем задержится (рисунок 1).

Не с проста такая крупная компания как Apple также обратились к эффекту параллакса на своём сайте. Ведь это не только красиво, но и добавляет сайту солидности. И даже если пользователь зашел на сайт не с целью покупки, он останется и пролистает его, а возможно и покажет друзьям и знакомым, что может привести потенциального клиента компании (рисунок 2).

Параллакс — отличный способ выделить один объект, «провести» его через всю страницу и вынести на передний план. На верхний «слой», который иллюзорно ближе всего к зрителю, нужно поместить ключевой объект, например, рекламируемый продукт — это поможет сделать на нем дополнительный акцент.

Из чего следует, что применение такой технологии даже в малом количестве, может благотворно сказаться на бизнесе. Ведь сайты делают для того чтоб продвигать свой бизнес/услуги в массы и заполучить своего клиента на рынке. А такой эффект делает сайт привлекательней и дороже, что добавляет пользователю доверия к компании.



Рисунок 1 – Главная страница сайта Madwell

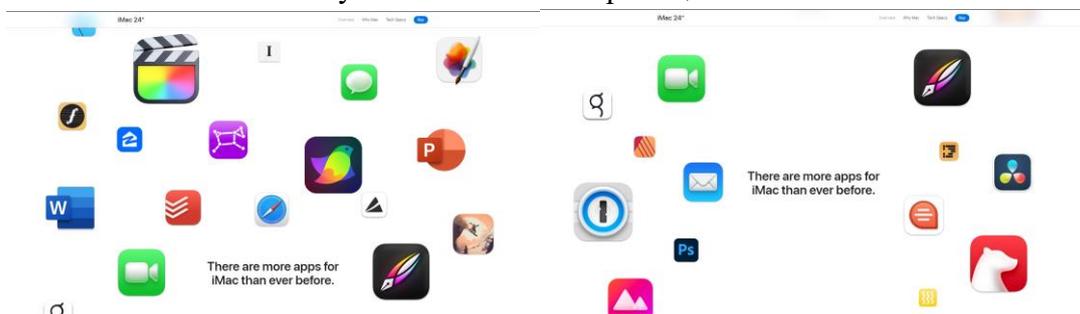


Рисунок 2 – Страница сайта Apple

### Недостатки параллакс-эффекта

Основной минус параллакса – это проблемы с производительностью сайта. Выглядит все красиво и стильно, но применение javascript/jquery, с помощью которых и создается эффект параллакса, в значительной степени утяжеляет страницу и очень снижает скорость ее загрузки. Это происходит потому, что в его основе лежат сложные вычисления: javascript приходится контролировать положение каждого пикселя на экране. В некоторых случаях ситуация осложняется еще и проблемами с кроссбраузерностью и кроссплатформенностью. Многие разработчики рекомендуют использовать параллакс-эффект применительно максимум к двум элементам страницы.

Но несмотря на это было найдено решение, которое помогает решить эту проблему. С появлением CSS3 задача немного упростилась. С его помощью можно создать очень похожий эффект, который будет намного экономичнее в плане ресурсозатрат. Суть в том, что контент сайта размещается на одной странице, а перемещение по подстраницам происходит методом CSS3-перехода. Это тот же параллакс, но с некоторым отличием: дело в том, что достичь того, чтобы перемещение осуществлялось с различной скоростью,

используя только CSS3, невозможно. Кроме того, данный стандарт поддерживается не всеми современными браузерами. Поэтому и здесь есть свои сложности.

И в связи с этим можно понять, почему его не применяют повсеместно и на всех сайтах. Ведь, если бы все было просто и без проблемно, он бы не был настолько дорогим в исполнении и редким на просторах интернета.

### **Псевдопараллакс**

Не все понимают, что такое параллакс, поэтому за него часто принимают и выдают другие эффекты.

Простую анимацию. Например, когда текст или иллюстрации выплывают при скроллинге. Есть сайты, где просто анимированы отдельные элементы. Это немного похоже на параллакс-эффект, так как анимация возникает при скролле, но смещения объектов относительно друг друга нет [3].

Анимированные картинки. Их помещают на первые экраны сайтов или на сам сайт в качестве иллюстраций.

Анимацию при движении курсора или скролле. Когда анимирован один объект, но он не сдвигается относительно других и фона.

Анимацию картинок на статичном фоне. Это создает небольшую иллюзию глубины, но она гораздо слабее, чем при параллаксе [4].

### **Поисковая оптимизация**

Многие заявляют, что эффект параллакса негативно влияет на поисковый вес сайта и на органический трафик. Это так, но до определённой степени. Продвигать сайт с одной страницей вместо нескольких означает, что вы хотите продвинуть его по всем поисковым словам, а это намного сложнее, чем продвигать отдельную страницу по одному-двум словам.

И тем не менее, не всё так печально. На сайты с эффектом параллакса часто ставят ссылки, которые увеличивают вес страницы и количество просмотров. Также уникальный дизайн может увеличить общий трафик, а как мы говорили, главное преимущество — улучшенное вовлечение посетителей, что влечёт за собой распространение ссылок на сайт по социальным сетям, что напрямую влияет на вес страницы.

### **Выводы**

Добавляя эффект параллакса на свой сайт, хотя бы один слой с парочкой объектов. Это поможет немного оживить страницу и придать ей уникальности. Стоит так же не забывать про анализ сайтов конкурентов, да бы не получить плагиат и не быть еще и виноватым.

Так же не стоит путать анимационные элементы с эффектом параллакса. Многие сайты обладают эффектом псевдопараллакса.

К сожалению, на данный момент эффект имеет свои сложности и проблемы, но ни что не стоит на месте, а значит и эти проблемы решать в будущем. Возможно, в обозримом будущем этот эффект будет не диковинкой, а чем-то классическим и стандартным, но данный момент — это уникальность в своём лучшем проявлении.

### **Литература**

4. ПАРАЛЛАКС-ЭФФЕКТ НА САЙТЕ [Электронный ресурс] // Разработка сайтов под ключ URL: <https://goo-gl.me/1EQNg>
5. Canva теория [Электронный ресурс] Параллакс – лучшие примеры URL: [https://www.canva.com/ru\\_ru/obuchenie/parallaks/](https://www.canva.com/ru_ru/obuchenie/parallaks/)
6. Wix Blog [Электронный ресурс] Что такое параллакс скроллинг URL: <https://ru.wix.com/blog/2020/05>
7. ACTIVE Vision [Электронный ресурс] Параллакс скроллинга URL: <https://active-vision.ru/blog/10-primerov-parallaks-skrolinga/>

УДК 001.87

## ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

**Закамаркина Е.А., Губенко Н.Е.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
E-mail: zakamarkina@mail.ru

### **Аннотация:**

*Закамаркина Е.А., Губенко Н.Е. Модель педагогического дизайна для изучения лингвистических курсов с элементами геймификации. Данная статья посвящена применению педагогического дизайна как эффективного средства для создания учебных материалов, в том числе, в сфере компьютерного обучения. Представлены модели и принципы педагогического дизайна.*

### **Annotation:**

*Zakamarkina E.A., Gubenko N.E. Pedagogical design model for studying linguistic courses with gamification elements. This article focuses on the application of instructional design as an improvement in the means of creating materials, including in the field of computer education. Offers of model and justification of pedagogical design.*

### **Введение**

В последние десятилетия происходит разработка и активное внедрение информационно-коммуникационных технологий во все аспекты социальной жизни, включая образование. Для того, чтобы создать информационное пространство знаний, предполагается «использовать и развивать различные образовательные технологии, в том числе дистанционные, электронное обучение, при реализации образовательных программ [1].

Таким образом, в настоящее время в приоритете повышение качества обучения на основе использования информационных компьютерных технологий, и их внедрение в методическую и научно-педагогическую деятельность. Несомненно, мультимедийные и информационные технологии являются мощным инструментарием для повышения эффективности занятий, однако без грамотного методического подкрепления их использование может не только не иметь нужных результатов в усвоении материала обучающимися, но и осложнить весь учебный процесс.

Использование самых современных мультимедийных ресурсов с широкими возможностями графики, анимации и видео, различных платформ для онлайн-тестирования, опросников, социальных закладок и любых других онлайн сервисов, а также какого-либо программного обеспечения не дает гарантии в достижении поставленной цели в обучении. Более важно то, что само содержание материала должно быть качественным и грамотно продуманным, а его подача четко выстроена и подчинена решению конкретной образовательной задачи. При создании более сложных программ применение традиционных методов ведет к потерям времени и ресурсов. Поэтому появилось понятие педагогического дизайна – дисциплины, которую команды разработчиков применяют еще на стадии проектирования, создания и оценки обучающих материалов. В его основу положено систематическое использование знаний об эффективной работе, выстраивании учебного процесса с «открытой архитектурой» и создании настоящей обучающей среды.

### **Задача и принципы педагогического дизайна**

Основная задача качественной и планомерной разработки учебного курса – максимально полная передача нужной информации в доступной для ученика форме. Главной задачей является четкое восприятие и последующее применение полученных знаний на практике. Для достижения этого в основы педагогического дизайна заложены 8 принципов американского психолога Роберта Ганье (Robert Mills Gagne), одного из основателей педагогического дизайна и автора книг по теории обучения:

- привлечение внимания учеников, мотивация на обучение, пробуждение интереса к теме и методам.
- объяснение целей и задач обучения. Здесь не только даётся ответ на вопрос «зачем?», но и формируется определенный уровень ожиданий от итогов самого процесса.
- представление нового материала. Наиболее сложная часть процесса, поскольку выборочность восприятия любого нового материала свойственна человеческой психике. А это значит, что необходимо заранее предусмотреть определенные элементы, которые позволят удержать внимание ученика на важных моментах и довести до него главную мысль проекта в максимально доступной форме.
- сопровождение обучения. По сути это руководство учениками и семантическое формирование установки на удержание полученного материала в долгосрочной памяти.
- практика. Необходимо быстро, пока новые знания еще свежи, опробовать их в реальных условиях или просто подтвердить соответствующим экспериментом, что четко и весьма эффективно увяжет теорию и приложение знаний.
- обратная связь. Оценка выбранного метода обучения и его эффективности невозможна без оперативного анализа. Поэтому еще на этапе разработки курса должна закладываться максимально гибкая система обратной связи (здесь пригодятся результаты анализа целевой аудитории и её возможностей).
- оценка успеваемости и общая оценка эффективности учебного курса.
- перевод в практическую плоскость, помощь ученикам в сохранении знаний и их правильном применении.

#### **Модели разработки педагогического дизайна**

*Педагогическая модель* – это взаимное расположение основных и дополнительных компонентов образовательной программы и связей между ними [2].

Среди самых распространенных моделей, можно упомянуть:

- ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate);
- SAM (Successive Approximation Model);
- SMART (Specific, Measurable, Attainable, Relevant, Time-bound);
- ALD (Agile Learning Design).

Чаще всего при разработке педагогического дизайна используется хорошо зарекомендовавшая себя модель ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation).

Она включает в себе пять этапов:

1. Анализ. Самая важная стадия разработки: выделяются ключевые элементы, изучаются потребности учеников и задача учителя, формулируются измеримые и понятные цели обучения, оценивается целевая аудитория и формы работы с ней, а также составляется список ожидаемых результатов. Для повышения эффективности эта стадия также разбивается на несколько этапов, позволяющих за счет постепенного выявления ключевых точек четко сформулировать задачи. Тщательно проработанные цели помогают определить инструментарий учебного курса, степень его наполнения интерактивными элементами и применимость уже имеющихся материалов и методик.

Здесь же можно четко определить методики оценки эффективности самого процесса обучения. Явно и точно заданные ожидаемые результаты позволят четко сформулировать

содержание и форму упражнений, контрольных вопросов, итоговых заданий и формы их подачи. А также дадут возможность сравнить между собой материалы и методики различных авторов, выбрав только максимально подходящие. Это поможет и самому ученику в процессе обучения, сконцентрирует внимание на сути предлагаемого материала и направит усилия на достижение целей.

После того как выполнен анализ, цели обучения можно уточнить, что даст возможность приступить к разработке собственно учебных материалов.

2. Проектирование. Самая обширная и непредсказуемая стадия проекта. В этот момент необходимо учесть все выводы стадии анализа и выработать общий план и структуру материала, оформить схему упражнений и оценок, визуальный ряд, интерфейс и общий дизайн, увязать между собой десятки порой сильно различающихся компонентов. По сути создается некий прототип, сценарий всего проекта, определяющий влияние каждого элемента на задачи, выявленные на первом этапе. Он также должен быть разбит на несколько шагов:

- **выбор средств обучения.** Здесь все также начинается с анализа и изучения целевой аудитории, ожидаемых условий и форм обучения, содержания материалов и применимости к ним тех или иных методов демонстрации. Затем можно приступить к детализации учебных задач и уточнению инструментария, а также выявлению необходимых знаний, умений и навыков, позволяющих выполнить все задачи курса;

- **создание сценария или план-схемы** будущих учебных материалов, оформление и утверждение внешнего вида типовых экранов, проработка рабочих макетов разных фрагментов и экспертная оценка каждого элемента. Главное на этом этапе – уточнение технических требований к будущему курсу;

- **подготовка пробной версии учебных материалов,** подбор или создание иллюстраций, анимационных эффектов и интерактивных элементов, аудио- или видеоряда. На этом этапе можно выявить отдельные недочеты, быстро исправить их и оперативно внести изменения в рабочий сценарий;

- **оценка и доработка материалов** с точки зрения полного соответствия задачам. Здесь максимально эффективны сторонняя экспертиза и все виды моделирования: от педагогического эксперимента с обучением тестовой группы до мозгового штурма по выявлению сильных и слабых сторон разработанного продукта;

- **сопровождение и развитие учебных материалов.** На этом шаге уже можно сосредоточиться на решении мелких технических вопросов, возникающих по ходу создания и тестирования, дополнять и расширять удачные модули, выявлять логические связи, готовить выход новых версий или создавать новые учебные курсы с использованием имеющихся наработок.

3. Разработка. Основная «техническая» стадия любого проекта, когда все созданные материалы занимают свое место в общей структуре, обрастают новыми элементами и логическими связями, проходят отладку и «притирку» между собой. Здесь же можно очень тонко настроить выбор методов изложения материала, тона подачи, стиля, форму изложения отдельных элементов исходя из целей всего проекта и особенностей аудитории. На этом этапе окончательно встраиваются элементы общего контента, подбираются наиболее эффективные упражнения, вырабатываются формы обратной связи и проверки освоения материала, оттачиваются интерфейс и связи (правила перехода) между отдельными темами или вопросами. Особое внимание следует уделить четкому определению инструментария для подведения итогов проверки или практической работы, что позволит оценить эффективность всего курса.

4. Реализация. На этой стадии учебный курс загружается в соответствующую систему управления обучением или на ресурс, с помощью которого ученики могут получить доступ к

материалам. Именно здесь можно проверить, подходит ли урок или курс для выбранной аудитории, получить первичные данные о его выполнении и эффективности, наладить связь с сообществом обучающихся, что даст дополнительный материал для подготовки инструкций, сопроводительных документов и так далее.

5. Оценка. После накопления первичной информации о выполнении учебного курса нужно оценить его эффективность. Необходимо соотнести поставленные на стадии анализа задачи с результатами, которые получены на практике. Оцениваются сами учебные материалы, достижение целей обучения, выполнимость того или иного типа заданий и их соответствие общей задаче. На основании этого дорабатывается курс в целом или отдельные уроки, оцениваются результаты учебной работы и намечаются пути корректировки учебных материалов. Эта стадия в идеале должна закончиться пересмотром требований к отдельным блокам и обновленной версией всего курса [3].

Рассматривая процесс создания эффективных учебных средств с точки зрения педагогического дизайна, отмечает, что разработка результативных учебных материалов должна строиться на основе теорий и принципов обучения и воспитания, с учетом возрастных и психофизиологических особенностей и предпочтений обучаемых, в соответствии с логикой процесса познания и с учетом особенностей памяти, мышления и восприятия информации [4].

К сожалению, не все разработчики учебных материалов и цифровых образовательных ресурсов следуют основным педагогическим принципам организации образовательного процесса, тем самым особенно важно акцентировать внимание на принципах педагогического дизайна, которые были рассмотрены выше.

### **Выводы**

Подводя итоги, стоит заключить, что в современных условиях оптимизации образования и информатизации общества, моделирование учебного процесса посредством педагогического дизайна особенно важно. В эпоху дистанционного образования с помощью моделей педагогического дизайна составляют MOOK с элементами геймификации. Благодаря детальной проработке содержания обучения, основанная на глубоком анализе потребностей обучающихся и целей учебного процесса в конкретных условиях, тщательное проектирование курса с учетом активного и продуманного использования мультимедийных и информационно-коммуникационных технологий в обучении и постоянная оценка результативности на каждом этапе работы с учебным контентом и используемыми методиками формируют надежную основу для создания эффективного образовательного процесса.

### **Литература**

1. Абызова Е.В. Педагогический дизайн: понятие, предмет, основные категории // Вестник Вятского государственного университета. – 2010. – № 3. – Т. 3. – С. 12–16.
2. EDUSPACE [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/eduspace.pro](http://eduspace.pro) URL: <http://eduspace.pro/pedmodel> - Загл. с экрана.
3. Ispring. Что такое педагогический дизайн? [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/ispring.ru](http://www.ispring.ru) URL: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/chto-takoe-pedagogicheskiy-dizayn> - Загл. с экрана.
4. Курносова С.А. Теоретико-педагогические предпосылки проблемы подготовки студентов вуза к проектированию педагогического дизайна // Фундаментальные исследования. – Пенза: Издательский Дом «Академия Естествознания», 2011. – № 12-4. – С. 747–751.

УДК 004:9

## ОБЗОР КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР В ЖАНРЕ ХОРРОР

Буцхрикидзе А.Н, Бабакина А.А

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна

E-mail: [btskhrikidze@yandex.ru](mailto:btskhrikidze@yandex.ru) , [babakinaanastacia@yandex.ru](mailto:babakinaanastacia@yandex.ru)

### *Аннотация*

*Буцхрикидзе А.Н, Бабакина А.А. Обзор компьютерных игр в жанре хоррор. В данной работе проводится обзор игр в жанре хоррор, рассматривается разнообразие жанра, описываются особенности эмоций, которые игра вызывает у игроков. В результате обзора выделяются основные механики игр такого жанра, которые будут использованы для разработки новой игры.*

### *Annotation:*

*Butskhrikidze A.N., Babakina A.A. Review of computer games in the genre of horror.*

This paper provides an overview of games in the horror genre, examines the diversity of the genre, describes the features of the emotions that the game evokes in players. As a result of the review, the main mechanics of games of this genre are highlighted, which will be used to develop a new game.

### **Постановка проблемы:**

Страх является врождённой человеческой эмоцией, заложенной в человека природой для его выживания. Когда-то человеку нужно было выживать в первобытном мире, где было множество опасностей, и страх помогал ему добывать пищу, убегать от хищников. После того, как фактор страха больше не угрожал, человек приходил в свою норму, и на смену адреналину, который помогал человеку скрыться от опасности, в кровь поступали гормоны дофамина и эндорфина, которые помогали ему почувствовать себя счастливым. Этим и объясняется стремление некоторых людей пережить эмоцию страха снова, но при этом не подвергать себя реальной опасности. В современном мире люди чаще испытывают депрессию, которую накапливают год за годом, но редко испытывают выброс адреналина, который бы позволил почувствовать затем радость и покой.

Хоррор это жанр, в играх, который предназначен устроить, напугать, шокировать или вызвать отвращение у своего игрока, вызвав у них чувства ужаса и шока. Особенности ощущения при прохождении чаще всего вызваны природными страхами, которые человек испытывает с самого детства. Очень часто люди боятся темноты, жуков, крови, мигающего света и т. д. Таким образом, вызывается у игрока чувство паники. Страх вызывает и ощущение чувства присутствия того, чего не можем увидеть явно. В особенности такого эффекта добиваются многие игры с помощью теней, света, бликов и скримиров. Игры жанра хоррор пугают игроков постепенно, все более и более нагнетая обстановку, тем самым вызывая у него страх. Персонажи таких игр своим видом, поведением и непредсказуемостью вызывают у играющего неподдельный страх, чувство паники и желание убежать, спрятаться.

Целью данной статьи является рассмотреть 3 аналога игр жанра хоррор для выделения основных черт и механик таких игр.

### **Обзор игр жанра хоррор**

1) THE EVIL WITHIN

По сюжету игры главный герой, Себастьян Каstellанос, опытный боец, детектив. Он получает задание и выдвигается на место преступления, где обнаруживает ужасающую картину убийств. Скорость игры очень высокая, насыщенная событиями, которые сменяют друг друга, реальный мир то и дело сменяется вымышленным, теряется грань реальности. Игра насыщена монстрами и зомби, хищными персонажами, которые охотятся на героя. Мир вокруг безобразен и отвратителен, изобилует кровью и внутренностями жертв, охотящиеся персонажи вооружены различным оружием, погони сопровождаются обрушениями зданий. Возможность справиться с противником допускает несколько вариантов, развития сюжета. В напряжении держат игрока и нехватка патронов, или ошибочный выбор оружия. Любое действие игрока требует сосредоточенности, вдумчивости и логики. Игровой опыт развивает осторожность дальнейших действий. «Чекпоинты» находятся далеко друг от друга и организованы переходами через зеркала.



Рис.1. Интерфейс игры The Evil Within:

Дизайн игры соответствует её уровню и сюжету, игра содержит множество страшных, отвратительных сцен с потёками крови. Антураж дополняет соответствующая музыка и пугающие звуковые эффекты.

К положительным чертам игры относится острый сюжет, хорошая графика, качественная прорисовка персонажей. Среди недостатков - слишком далёкие точки сохранения, непонятная сюжетная линия.

## 2) OUTLAST

Outlast — страшное и захватывающее приключение, в котором профессионализм разработчиков ощутим на каждом шагу. Здесь очень много нетривиальных решений и много внимания уделено мелочам. Игра является больше модификацией, чем самостоятельным проектом [1].

Сюжет игры захватывающий и интригующий. Главный герой, Майлз Апшер, является опытным журналистом, которому выпал шанс написать статью о странной психбольнице. Место, в котором предстоит снять репортаж, было восстановлено после разрушения, а люди, руководящие в учреждении, ведут себя странно и подозрительно. Для того, чтобы раздобыть нужную информацию, он отправляется в это жуткое место под покровом ночи. Ему удаётся проникнуть в здание, где его ждёт странный сюрприз: психбольницу охватил хаос, охранники мертвы, в столовой начался пожар, а пациенты гуляют без присмотра. Журналист берётся распутать это дело, чтобы понять, что послужило причиной этого хаоса, с чего все началось. В игре ему встречается персонаж, который является местным священником [2]. Его личность кажется игроку сомнительной и противоречивой. Однако он помогает журналисту выйти живым из многих опасных ситуаций, даёт ключи – наводки для того, чтобы игрок разобрался в детективной истории, разгадка которой даст понять, что произошло в этом жутком месте.



Рис.2. Интерфейс игры Outlast:

Игра Outlast способна предоставить полноценное приключение на 5 – 6 часов. Сюда входят экскурсия по различным корпусам больницы, знакомство с несколькими интересными персонажами, несколько сюжетных актов, а также вполне законченная история. Небольшая продолжительность игры обусловлена очень плотной концентрацией контента. Постановка здесь на высочайшем уровне: события развиваются стремительно, локации и игровые ситуации сменяют друг друга в бешеном темпе [3].

Дизайн игры тёмный и мрачный, вызывающий отвращение, сцены содержат изобилие мелких деталей, что придаёт ей реалистичности восприятия, антураж дополняют зловещие крики больных, скрипы, внезапные звуки. Интерфейс игры Outlast представлен на рис.2.

Положительные черты игры- качественная графика, захватывающий сюжет. К недостаткам относится однообразный геймплей и сложные головоломки [4].

#### 1) DARKWOOD

Игра Darkwood позиционирует себя как игра с борьбой на выживание. Главным героем является странная личность, внешность которого скрыта под тряпками, так как он пострадал из-за мутаций. У него есть прозвище Протагонист. Ключевая его задача - найти Доктора, чтобы забрать у него свой ключ и сбежать из Темнолесья, охваченного жуткой эпидемией. Главный герой был участником экспедиции, которая исследовала деревню и окрестности еще с начальных стадий эпидемии. Его задачей было изучение и наблюдение, а не помощь пострадавшим жителям. Протагонист - очень грамотный и способный человек, который умеет осуществлять взлом замков, создавать полезные предметы из подручных материалов, взаимодействовать с различными инструментами, владеет навыками использования оружия. Его деятельность разграничена на дневную и ночную [5]. Днём он исследует локации, добывает ресурсы, переносит их в инвентарь, затем относит в убежище. А ночью наступает ужас, который держит игрока в напряжении. Когда стемнеет, стоит прятаться в любом убежище, так как есть все шансы не пережить эту ночь. Потому что в сумерки появляются призраки, банши, монстры, дикари, чудища.



Рис.3. Интерфейс игры Darkwood:

Игра не сильно наказывает игрока за смерть, игрок возрождается в своём убежище, теряя часть вещей. Но из-за этого игроку уже становится менее страшно и напряжённо. Авторы отлично поработали со звуком —нервируют шепоты, крики, пугающий шелест. Дополняет их мрачный и тёмный дизайн.

Положительные стороны игры – мощная атмосфера страха, а к минусам можно отнести устаревшую графику.

### Сравнительная характеристика рассмотренных игр

Все рассмотренные игры относятся к жанру хоррор, однако в их механиках есть различия. Для того, чтобы их можно было сравнить, все найденные механики были занесены в таблицу 1.

Таблица 1-Сравнительная характеристика игр по базовым механикам

Механика игры	The Evil Within:	OUTLAST	DARKWOOD
Мрачность антуража	Сцены наполнены кровью, внутренними органами, грязными мрачными комнатами с местами для прятков.	Разрушенные корпуса больницы, жуткие и гнетущие из-за своей непредсказуемости.	Дневной лес опасен, но не страшен, но ночной лес пугающий, жуткий, опасный.
Противники	Маг-убийца, зомби, психи с холодным оружием,неубиваемые монстры, снайперы, изувеченные люди.	Безумные пациенты, люди-мутанты после экспериментов, сверхсильное существо.	Призраки, банши, монстры, дикари, чудища и животные.
Антагонист	Присутствует	Волрайдер	Темнота
Беспомощность игрока	Ограниченность боеприпасов, спутанность миров.	Нет оружия, нет возможности защитить себя	Ограниченность ресурсов
Страх неизвестности	Множество различных мест с неизвестными врагами, дороги с рушащимися зданиями.	Закрытость локации, неизвестность лечебницы, постоянное появление врагов.	Генерируемый лес, который неизвестно что принесет игроку, полезный лут, или страх и смерть.
Скриммеры	Неожиданное появление врагов, резкий скачѐк звука, резкая смена картинки миров.	Множество врагов появляющихся в темноте и охотящихся за игроком.	Из темноты доносятся всякие страшные звуки, появляются монстры из темноты.
Альтернативный мир	Галлюцинации	Психбольница	Тьма
Погони	Попытки скрыться от неубиваемого врага	Постоянные попытки бегства от врагов.	Попытки бегства от разных тварей.
Быстрый темп игры	Очень быстрый	Средний - быстрый	Средний

Таким образом, рассмотренные игры схожи по механикам, старающимся запугать игрока, используя страшные звуки, гнетущую атмосферу, страшных и опасных врагов, скримерами, дающими игроку чувство незащищённости и беспомощности.

Различия же игры имеют по геймплею. Так, например: The Evil Within – является больше экшен хоррор, OUTLAST – можно назвать инди-хоррор, DARKWOOD – это survival-хоррор с элементами «рогалика».

### **Вывод**

В результате обзора и сравнения 3 игр в жанре хоррор были рассмотрены особенности игр этого жанра. Выделены основные механики, которые позволяют создавать ощущения страха, нагнетать атмосферу и держать в напряжении игрока. В дальнейшем на их основе планируется создание игры в жанре хоррор.

### **Литература**

1. <http://www.gamestudies.org/0401/whalen/>. Деникин, А. А. (2012а). Звуковой дизайн в кинематографе и мультимедиа. Москва, ДМК Пресс. Деникин, А. А. (2012b). О звуке в видеоиграх. Медиамузыка. (1). Retrieved from [http://mediamusic-journal.com/Issues/1\\_4.html](http://mediamusic-journal.com/Issues/1_4.html). 8. Andrew Laughlin. Feature: Feel The 'F.E.A.R.': Making Games Scary. Digital Spy (17 апреля 2011).
2. <https://en.oxforddictionaries.com/definition/horror> Eskelinen, M. (2012). Cybertext Poetics. The Critical Landscape of New Media Literary Theory. London, New-York: The Continuum International Publishing Group.
3. <https://games.mail.ru/pc/articles/> Grimshaw, M. (2011). Game Sound Technology and Player Interaction: Concepts and Developments. New-York: IGI Global.
4. <https://stopgame.ru/articles/new/> Johns Hopkins University Press. Chion, M. (1994). Audio-Vision: Sound on Screen. New-York: Columbia University Press.
5. <https://www.wired.com/2007/10/interview-silen/> Krzywinska, T. (2015). The Gamification of Gothic Coordinates in Videogames. *Revenant*, 1(1), 58-78. Lastra, J. (2000). Sound Theory. "Fidelity Versus Intelligibility" // *Sound Technology and American Cinema: Perception, Representation, Modernity*. New York: Columbia University Press. 138-143. Murray Schafer, R. (1993) *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. Rochester: Destiny Books.

УДК 316.33

## МЕТОДЫ DIGITAL-КОММУНИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ НОВОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Н.С. Шепеленко, Л.Г. Орехова<sup>1</sup>, Руденко М.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Донской государственный технический университет  
кафедра связи с общественностью

<sup>2</sup>Донецкий национальный технический университет  
Кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
e-mail: [nikitashepelenko@mail.ru](mailto:nikitashepelenko@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Шепеленко Н.С., Орехова Л.Г. Методы Digital-коммуникации в условиях новой реальности. В данной статье рассмотрена проблема построения коммуникации бизнеса в социальных сетях в условиях новой реальности. Изучены основные этапы перехода и адаптации маркетинговой, рекламной и дизайн концепции. Представлены основные способы, площадки, виды контента, которые нужно брать во внимание при создании контент-плана, маркетинговой стратегии и пересчета рекламного бюджета.*

### **Annotation:**

*Shepelenko N.S., Orekhova L. G. Methods of Digital Communication in the New Reality. This article considers the problem of building business communication in social networks in a new reality. The main stages of the transition and adaptation of the marketing, advertising and design concept have been studied. The main methods, platforms, types of content that need to be taken into account when creating a content plan, marketing strategy and recalculating the advertising budget are presented.*

### **Общая постановка проблемы**

«Новая реальность» – термин, который приобрел популярность в условиях распространения коронавирусной инфекции и пандемии 2020 года. Новые условия развития экономики потребовали пересмотра функций управления и технологий, в том числе на основе цифровизации, но после начала специальной военной операции, введения санкций и блокировки популярных социальных сетей также сильно пострадал digital-маркетинг. Многие бренды приостановили рекламные кампании и публикацию контента, что заставило маркетологов, SMM-специалистов, блогеров, рекламные и digital-агентства быстро адаптироваться к резко изменившейся ситуации, чтобы не потерять своих клиентов.

Специалистам требуется время, чтобы проанализировать оставшиеся каналы коммуникации, разработать новые коммуникационные стратегии и рекламный бюджет, подобрать необходимую дизайн-концепцию оформления постов и социальных сетей. Однако не всех клиентов бренда получается удержать, и некоторые из них спустя несколько месяцев не возобновили коммуникацию со своей аудиторией. В долгосрочной перспективе без информирования и напоминания аудитории о бренде, его узнаваемость упадет, и как следствие упадут продажи и прибыль.

Владельцы бизнеса в условиях новой реальности не всегда могут быстро подобрать нужный канал коммуникации для взаимодействия со своей аудиторией и сталкиваются с вопросом целесообразности перераспределения рекламного бюджета на отечественные и не заблокированные социальные сети.

### **Исследование**

Сейчас можно и даже нужно вести коммуникацию со своей аудиторией и налаживать маркетинговую активность. Объем контента и количество авторов в заблокированных социальных сетях снизилось, а в отечественных наоборот возросло. По данным

brandanalytics, Instagram потерял 30% контента и 31% авторов, вслед за ним идет Facebook (16% и 11%) и Twitter (5% и 9%), но объем контента и новых авторов в отечественных социальных сетях сильно возрос. Так, объем контента в Вконтакте, Telegram и Одноклассники увеличился на 11%, 6% и 3%, а количество авторов возросло на 6%-23%. Можно сказать, что социальные сети обрели «вторую жизнь» и некогда старомодные Вконтакте и Одноклассники смогли привлечь к себе новых пользователей [1]. В связи со сложившейся ситуацией, отечественные бренды в ускоренном режиме начали адаптировать контент и рекламные кампании под новые площадки. Мы провели исследование социальных сетей брендов SETTERS EDUCATION и P.Y.E OPTICS, с целью выявления изменений в поддержании и развитии бизнес-коммуникаций в условиях новой реальности.

SETTERS EDUCATION – обучающий проект коммуникационного агентства SETTERS. До санкций и блокировок бренд вел активность во всех социальных сетях, что неудивительно для коммуникационного агентства, поэтому изменений в подаче контента – не наблюдается. Главные изменения получил не только основной продукт бренда – курс по таргетированной рекламе, но и сама маркетинговая стратегия. Перед запуском курса бренд всегда проводил вебинары и онлайн-мероприятия, чтобы вовлечь аудиторию. Для доступа к мероприятию использовались лендинги, на которых человек должен был оставить свои данные, а далее отдел продаж взаимодействовал с потенциальным покупателем, отправляя информации на email или общаясь с потенциальным клиентом по телефону. С начала марта стратегия и воронка продаж бренда сильно изменилась. Во-первых, изменилась программа самого продукта и название. Были полностью убраны Instagram и Facebook, и используются Вконтакте, Яндекс Дзен, MyTagret. Во-вторых, в воронке продаж бренд полностью отказался от лендингов. Теперь пользователь должен просто перейти в Telegram и подписаться на канал с тематикой мероприятия. После мероприятия потенциальный клиент продолжает получать сообщения в Telegram с полезным контентом курса, в котором содержится дополнительная информация, которая располагает к покупке. Бренд избегает навязчивости и живого общения с потенциальным клиентом, минимизирует информационный поток и отправляет клиенту только ту информацию, которая поможет ему адаптироваться к «новой реальности».

P.Y.E OPTICS – бренд оптики и солнцезащитных очков из Санкт-Петербурга. Основной коммуникационной платформой бренда был Instagram и велся паблик Вконтакте. В общем социальные сети бренда насчитывали около 146 000 подписчиков. (рис. 1)

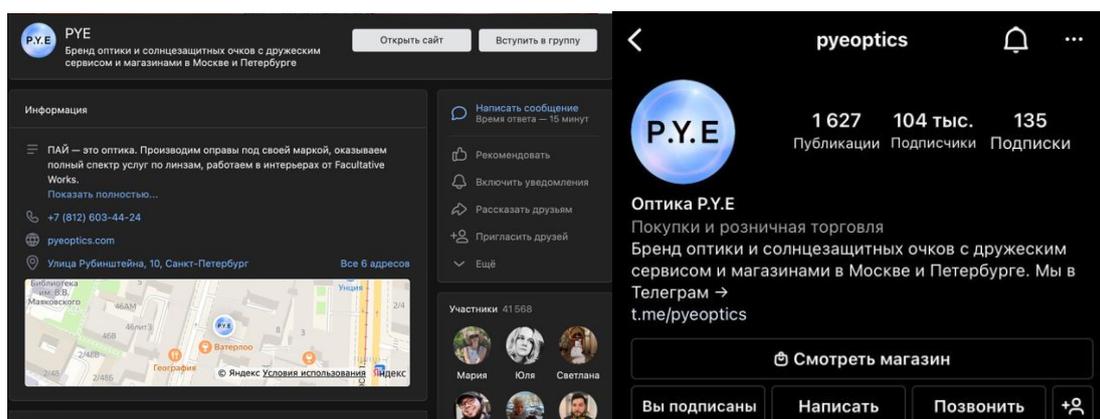


Рисунок 1 – Социальные сети бренда P.Y.E.OPTICS

Последние публикации в социальных сетях, с анонсом новой коллекции, были сделаны 22 февраля. Однако, затем в условиях сложившейся общественно-политической обстановке, бренд начал использовать Telegram и публиковать весь контент там, но не

уведомил о том, что переходит в другую социальную сеть, а просто добавил ссылку в шапку профиля. Как результат, низкое количество подписчиков в Telegram. Из 146 00 аудитории, которая присутствовала в социальных сетях, на Telegram канал подписано только 1927 человек. Стоит заметить, что подача и контент не поменялся, а количество подписчиков остается незначительным. По нашему мнению, следует не только развивать новый канал коммуникации с потребителями, но и активно поддерживать уже существующий. При имеющемся аккаунте с «горячей» аудиторией Вконтакте, все силы направляются на построение нового канала коммуникации, а не поддержание старого. Бренд теряет старых покупателей и не информирует клиентов о новых каналах коммуникации, которые следили за ними в других социальных сетях.

В то же время, бренду необходимо поддерживать активность во всех социальных сетях, чтобы потенциальный покупатель не забыл о нем и его продуктах. С существующими и потенциальными клиентами следуют поддерживать различные каналы коммуникации, с этой целью проводить исследования аудитории и разрабатывать актуальные контент-стратегии ведения аккаунтов или мессенджеров. Для решения коммуникационных проблем необходимы опросы целевой аудитории, чтобы определить темы для контента и выявить интересы потребителей. В случае, если бренд вел только одну социальную сеть, то ему необходимо проанализировать на какие площадки перешел клиент, но в лучшем случае развивать все доступные социальные сети, чтобы клиент мог сам выбрать наиболее удобный вариант коммуникации с брендом [2].

#### **Выводы**

Для построения эффективных бизнес-коммуникаций в условиях новой реальности, брендам необходимо: быстрее адаптировать свои рекламные и коммуникационные активности к таким площадкам как: Telegram, Вконтакте, Одноклассники и другие; разработать маркетинговые и коммуникационные стратегии взаимодействия с аудиторией в условиях новой реальности; создавать полезный мультимедийный контент, учитывая потребности и интересы целевой аудитории; поддерживать имеющиеся и развивать новые бизнес-коммуникации, учитывая процессы цифровизации. Чем быстрее бизнес адаптируется к новым правилам построения бизнес коммуникации, тем больше продаж и узнаваемости он сможет получить на новой площадке.

#### **Список литературы**

8. Как изменились социальные сети в марте 2022 года // URL:<https://br-analytics.ru/blog/social-media-march-2022/> (дата обращения 12.05.2022)
9. Работа со смещениями данных онлайн-панелей: методы и ML-алгоритмы Mediascope // URL: <https://mediascope.net/news/1436977/> (дата обращения 16.05.2022)

УДК 004.94

## ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ 3Д РОЛИКОВ НА ПРИМЕРЕ РЕКЛАМНОГО РОЛИКА ДЛЯ ИГРЫ KINGDOM

**Егорова В.С., Харитонова В.В.**  
АНО ВО университет при МПА ЕврАзЭС  
Невский институт дизайна  
г. Санкт-Петербург  
E-mail: kaleriy1999@mail.ru

### **Аннотация:**

*Егорова В.С., Харитонова В.В. Особенности создания современных 3д роликов на примере рекламного ролика для игры Kingdom. Рассмотрены и проанализированы в 3Д роликах актуальные тренды на примере рекламного ролика для игры Kingdom: софт и плагины, движение и переходы, ритм и темп, материалы, освещение и качество исполнение моделей, и выявить основные принципы.*

### **Annotation:**

*Egorova V.S., Haritonova V.V. Features of creating modern 3D videos using the example of a commercial for the game Kingdom. Current trends are considered and analyzed in 3D videos using the example of a commercial for the game Kingdom: software and plugins, movement and transitions, rhythm and pace, materials, lighting and quality of model execution, and identify the basic principles.*

### **Общая постановка проблемы**

В мире в последнее десятилетие активно стали развиваться и использоваться 3Д технологии в различных областях науки, техники и индустрии развлечений. 3Д графика является незаменимым средством в демонстрации каких-либо сложных технических узлов, многоступенчатых производств, архитектурных сооружений. С каждым днем мы все реже видим статичные изображения и даже 2Д видео, а 3Д графика появляется в играх, интернете, на телевидении, рекламных щитах. Она является более сложной в своем исполнении, но наиболее эффективно и легко подает для потребления сложную информацию с помощью «красивой обертки» в виде 3Д ролика. Потенциал использования 3Д-визуализации огромен, именно поэтому актуально исследовать особенности создания современных 3Д роликов.

### **Исследования**

Наблюдая за рекламными роликами известных компаний, становится ясно, что 3Д графика набирает популярность с огромной силой. Это направление в дизайне позволяет работать с любыми материалами, предметами и камерой практически в любом движении и любом виде. Там, где нужно задействовать существенные ресурсы, нанять большую команду и закупить профессиональное оборудование – эффективнее использовать современное программное обеспечение, чтобы прилагать меньше человеко-часов. Однако, использование современных графических редакторов не отменяет необходимость знаний основ композиции, постановки света, умения работать с материалами, понимания физических процессов, а также наличия художественного вкуса.

Мода циклична, авторы постоянно возвращаются к прошлому, переосмысливают наследие и создают нечто новое, усовершенствованное. Тренды публикуются в большом количестве статей каждый год и рассказывают читателям о том, что на сегодняшний день актуально.

**ПО и плагины.** Существует множество программ, которые позволяют нам профессионально создавать как 3Д ролики в целом, так и отдельно качественно

проработанные модели. Представляем анализ самого востребованного ПО, которое сохраняет свою актуальность уже не первый год, и на который стоит обратить внимание:

1. Autodesk 3ds Max – профессиональное программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и визуализации при создании игр и проектировании.

2. Cinema 4D — создание трехмерной графики и анимации

3. Redshift, Arnold и Octan – отмеченные наградами, готовые к производству модуль рендеринга на видеокарте для быстрого 3D-рендеринга

Для создания видео наиболее удобна программа Cinema 4D. Она признана самой простой и удобной, в то время как 3Ds Max очень сложен в обращении и освоении, хотя по-прежнему используется достаточно широко.

Для рендеринга используют Redshift и Octan – плагины, устанавливаемые дополнительно (встроенные плагины для рендера здесь не рассматриваются, так как практически не применяются). Оба плагина хороши, каждый используют для разной сложности сцен и под конкретные задачи, выбор зависит от специализации, требований, комплектации ПК и производственных мощностей.

4. ZBrush – программа для 3D моделирования, созданная компанией Pixologic. Отличительной особенностью данного ПО является имитация процесса «лепки» трёхмерной скульптуры.

5. Character Creator – представляет собой технически сложный и очень высокотехнологичный графический редактор, который позволит вам самостоятельно создавать оригинальных и очень интересных персонажей.

ZBrush, Character Creator служат для создания объектов для дальнейшего экспорта с последующей работой и даже редактированием в cinema 4D или 3D Max. Отличие в том, что ZBrush больше нацелена на скульптинг и позволяет интегрировать планшеты и виртуальные устройства для ввода, а Character Creator имеет обширные библиотеки для создания персонажа, его одежды и даже аксессуаров, с возможностью дальнейшего морфинга.

6. Unreal Engin – это набор инструментов для разработки игр, имеющий широкие возможности: от создания двухмерных игр на мобильные до AAA-проектов для консолей. (часто используется как рендер с экспортом из Cinema 4D). Unreal Engin – набирающее популярность ПО. Если рассматривать с точки зрения создания видео, хорошо подходит для быстрого рендера экспортируемых в него проектов. Его преимущество в интерактивности и просмотре в реальном времени.

7. Marvelous Designer Personal – программа для создания трехмерных элементов одежды и других изделий из ткани и кожи: штор, покрывал, обивки диванов и др. созданная для разработки выкроек одежды и текстиля. В программе отличная физика ткани, позволяющая драпировать её на манекене – 3D модели аватара, задавая все возможные визуальные и технические параметры.

**Ритм и темп.** Довольно известным фактом на сегодняшний день стало утверждение о клиповом мышлении нынешнего поколения. В 21 веке потребителя невозможно привлечь только текстом, также теряет актуальность простая 2D инфографика. Внимание зрителя теперь хватает лишь на несколько секунд и все больше потребителей предпочитают короткий формат видео, о чем говорит популярность Tiktok платформы.

3D ролики стали трендовым высококачественным способом для иллюстрации любой информации. В 3D реализация задач более управляема, поскольку находится в цифровом поле. Чем богаче и насыщеннее по сюжету картинка, тем увлекательнее просмотр. При чем 3D ролики пользуются популярностью из-за возможности подавать максимально информативную реалистичную сцену за несколько секунд.

Анализируя работы популярных видеомейкеров, можно заметить, что в среднем одна сцена занимает около 5 секунд. Сейчас нынешнее поколение способно анализировать ролики длиной до 20 секунд с каждой сценой около 3 секунд и получать максимум впечатлений,

что является одним из приемов создания 3D ролика. Зритель вполне успеваеt считать всю информацию и усвоить ее. Конечно, существуют достаточно длинные и медленные ролики, но они больше относятся к расслабляющему контенту, контрастируют на фоне видео с быстроменяющимися сюжетами, чем тоже привлекают внимание, но укладываются обычное в более короткий промежуток времени. Тем не менее, общим трендом является стилизованный реализм или гиперреализм, а также плавное изображение, и переходы.

**Движения и переходы.** В современных рекламных роликах ведущих компаний мира можно отследить применение всех самых актуальных методов (например, реклама компании Microsoft). Тенденция заключается в постоянном движении камеры, даже когда кадр кажется статичным. График движения камеры напоминает американские горки: более резкие подъемы и спады и замедление на пиках. Стыки между кадрами также связываются одинаковой скоростью движения и направлением: если сюжет сопровождается движением слева вправо, а последующий кадр снизу вверх, то они соединятся путем добавления движения камере на первом сюжете вверх. Зритель, скорее всего, не придаст этому значение, но само ощущение от переходов будет захватывать дух.

В современных роликах не используют эффект «съемки с рук» или «живой камеры» как в фильмах – когда живость кадра достигается его естественным потряхиванием. Движение камеры в программах обычно выставляют с помощью созданной траектории – обычной линии, к которой прикрепляется камера как к штативу. Такой способ помогает совершать перемещения кадра из одной точки в другую без дерганий и максимально плавно, настраивая при этом скорость (например, быстрое начало и замедление в конце). Конечно, если необходимо задать камере необычную и сложную траекторию, то придется посидеть над редактированием линии – сплайна.

Для состыковки сцен нужно смотреть на график кривых и следить, чтобы каждая последующая продолжала траекторию и скорость предыдущей (см. рис 1). Таким образом в постобработке при склейке сюжетов не будет неприятных стыков.

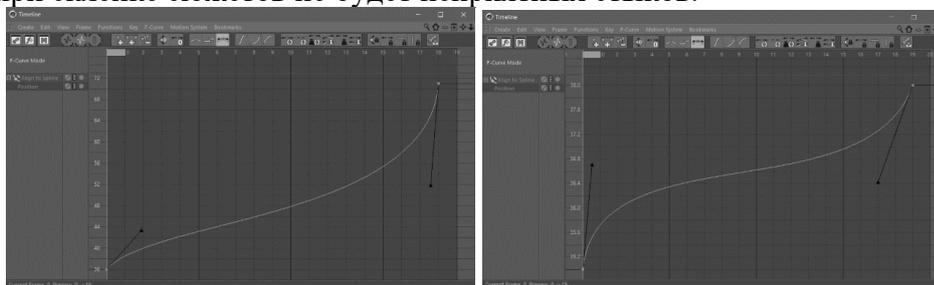


Рис. 1 – кривая первой и второй сцены для настройки скорости движения камеры по сплайну в Cinema 4D

Тенденции на быстрые и короткие сюжеты заставляют следить за изменением композиции в кадре. Здесь все законы работают так же, как и со статичными изображениями. Взгляд зрителя не должен гулять по экрану во время всех движений и переходов, а камера при этом всегда следит за главным элементом (см. рис 2).



Рис. 2 – кадры из рекламного видео для игры Kingdom

Помимо «наблюдения», есть несколько способов выделить центральный элемент: резкий контраст, насыщенность, фокус камеры, действие или движение, лица или фигуры.

**Материалы и свет.** В создании 3Д ролика есть стадия настройки материалов. Даже в стилизованном видео они должны выглядеть фотореалистично и убедительно. Один из основных недостатков изображения трехмерной модели состоит в том, что оно выглядит слишком «стерильным». Поэтому с помощью создания и настройки карт материалов можно добиться той самой убедительности изображения, так как в реальном мире нет идеального стекла без царапин и отпечатков.

В ранее упомянутых программах материалы имеют ряд настраиваемых свойств: цвет, диффузию, свечение, прозрачность, отражение, окружение, туман, рельеф, альфу, глянец, цвет глянца, накал, деформацию, подсветку.

Карта текстуры – это двумерное изображение, используемое для обработки поверхности моделей. А процесс создания текстур называется текстурированием или 3D-мэппингом. Список карт в каждой программе велик, но вот основные и часто используемые из них: bump map, parallax map, displacement map, normal map, noise texture. Также есть другие виды карт: specular map, shadow map, diffuse map, stencil map и другие.

Все эти карты работают с рельефом: одни с помощью изменения геометрии объекта, другие создают лишь иллюзию неровностей, вмятин и других деталей. Логично, что карта, которая меняет саму геометрию требует больше времени на рендер, поэтому их обычно заменяют на иллюзорные. Подбирать карты стоит отдельно для каждого материала, а также отдельно поработать с каждой картой, чтобы понять их принцип работы с целью визуального обогащения проекта (см. рис 3).

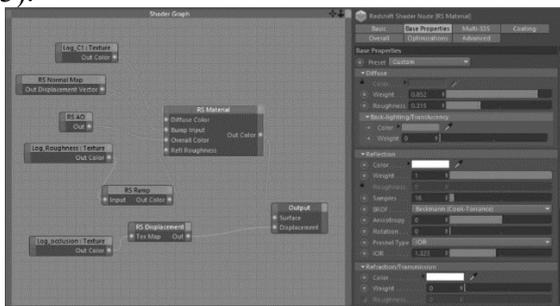


Рис. 3 – карта текстур бревен из рекламного видео для игры Kingdom

Для создания определенной атмосферы нужно уметь подбирать и выставлять свет в соответствии с реальностью. У каждого жанра видео будет своя эмоциональная, цветовая и световая окраска. Настраивать свет и материалы лучше параллельно, при этом отсматривая состояние сцены в окне предварительного рендера. Конечно, опыт работы со студийным светом поможет с созданием качественной атмосферы и объема, но свет не всегда можно выставить «с нуля».

Очень удобно при расстановке света использовать HDRI карты. Их загружают в созданный источник света dome light и далее работают уже с настройками внутри. Зачастую такие карты создают лишь общую атмосферу, обычно дополнительно создают еще источники света для того, чтобы выдержать нужную композицию. С помощью света также можно делать направленные лучи, как от солнца, или делать сами объекты источниками света.

**Скульптинг и моделирование.** Одним из самых популярных способов моделирования является полигональное моделирование. Оно заключается в создании редактируемой сетки. Такой способ не подходит для моделирования деталей т.к. передвигается только ребро, точка или полигон целиком.

В разных моделях может быть разное количество полигонов, соответственно, чем их больше, тем модель более детализирована и больше всего требует ресурсов (см. рис 4). В играх на ПК и консоли чаще всего используют mid-poly (среднее количество полигонов), иногда hi-poly (большое количество полигонов) (в AAA проектах), а в мобильных играх low-poly (малое количество полигонов).

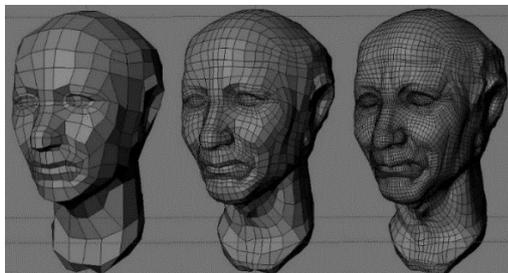


Рис. 4 – пример полигонального моделирования с разным количеством полигонов

При использовании скульптинга персонаж «лепится» как из глины. В Zbrush есть все инструменты, необходимые для создания высокоточного персонажа, но создатель должен обладать знаниями в области анатомии. В случае создания качественного персонажа без знаний анатомии, то можно воспользоваться ранее упомянутой программой Character Creator.

Zbrush позволяет больше насладиться творчеством, так как создание персонажа максимально реалистично: можно выкручивать, создавать вмятины и выпуклости, как будто делаешь это руками. Детализация, которой можно добиться в этой программе достойна восхищения (см. рис 5).



Рис. 5 – пример скульптинга в Zbrush

Довольно часто 3D-модели используются для того, чтобы произвести впечатление, например, в рекламе или во время презентации продукта, а не только в разработке игр, строительстве и архитектуре.

**Выводы.** В ходе исследования были проанализированы актуальные тренды на примере рекламного ролика для игры Kingdom: софт и плагины, движение и переходы, ритм и темп, материалы, освещение и качество исполнения моделей. С новыми технологиями и трендами 3D ролики стали более качественными, детализированными и максимально эффективными в сфере рекламы и развлечения.

#### Литература

1. Дж. Ли, Б. Уэр. Трёхмерная графика и анимация. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2002. — 640 с.
2. Гэбриел Гамбетта. Компьютерная графика. Рейтрейсинг и растеризация. 2021. — 224 стр.
3. <https://youtu.be/2RkFtzhVaKs>

УДК 004.92

## СОЗДАНИЕ КОНЦЕПТА ИГРОВЫХ ПЕРСОНАЖЕЙ

**Пафнутьева С.С., Карабчевский В.В.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерного моделирования и дизайна

E-mail: [sofya.pafnutieva@gmail.com](mailto:sofya.pafnutieva@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Пафнутьева С.С., Карабчевский В.В. Создание концепта игровых персонажей. В данной статье рассматриваются игровые аналоги персонажей, создание концепта персонажа для компьютерной игры специалиста.*

### **Annotation:**

*Pafnutieva S.S., Karabchevskiy V.V. Creation of the concept of game characters. This article discusses game analogues of characters, the creation of a character concept for a computer game.*

### **Общая постановка проблемы**

Прогресс не стоит на месте. А вместе с ним меняется и наше общество. И если ещё сравнительно недавно компьютерные игры, по мнению многих, были чем-то несерьёзным и проходящим, то сегодня — это огромная индустрия, становящаяся с каждым днём лишь больше.

### **Исследования**

Наиболее важно в данном вопросе, так это то, что поменялось и отношение общества к компьютерным играм. Из детского времяпрепровождения они превратились в целый культурный, и даже экономический пласт. Поменялся и сам подход к производству игр. Теперь, зачастую, разработчики создают не просто игру, но целый мир, с историей и персонажами, прописанными в мельчайших деталях, вплоть до написания несколько сотен книг, которые можно почитать в процессе игры. Группы сценаристов в подробностях описывают мир, в котором происходят действия игры, а также истории и характеры персонажей, с которыми встречается протагонист.

Так как в данной работе рассматривается непосредственно процесс создания персонажа для игры жанра фэнтези, то сразу можно выстроить общую очерёдность этапов его создания:

- моделирование основных форм персонажа в выбранном 3D пакете;
- ретопология (при необходимости) сетки персонажа в пригодную для анимации топологию;
- доработка деталей модели в 3D пакете;
- создание UV развёрток модели и её отдельных деталей для дальнейшего текстурирования;
- создание текстур для модели;
- визуализация модели;

Здесь следует отметить, что данная очерёдность действий составлена с учётом единого исполнителя всех этапов. При работе над игрой в крупных игровых студиях все вышеперечисленные этапы разделены между несколькими десятками исполнителей. Так, например, аниматору, совершенно не обязательно, чтобы модель к моменту попадания ему в руки уже была затекстурирована. На процесс анимации данный факт не имеет ни

малейшего влияния, и после того, как моделер закончил создание формы персонажа, далее работа над текстурами и анимацией идёт параллельно.

При выборе темы для создания персонажей было изучено много игр от разных разработчиков. У многих из них имеется игра, связанная с темой мифологии, в основном это греческая, возможно из-за того, что она является наиболее известной, так же используется скандинавская и японская. Примером может послужить игра Titan Quest — это ролевая игра с открытым миром, действие которой происходит в мире греческой мифологии, где вы играете персонажем своего дизайна и путешествуете по Древней Греции, Египту и Азии в поисках победы над титанами. Titan Quest играет с видом от третьего лица и включает в себя функции, общие для большинства ролевых игр.

Далее можно представить игру Hellblade: Senua's Sacrifice — компьютерная игра в жанре action-adventure, разработанная и выпущенная британской компанией Ninja Theory в 2017 году. Действие игры, выполненной в духе тёмного фэнтези и психологических ужасов и основанной на кельтской и скандинавской мифологии, происходит в раннем средневековье.[1]

Как-то несправедливо получается, что все знают о Торе и суровых викингах, о кельтских друидах и греческих героях, а вот о славянской культуре говорят в основном только в славянском пространстве. Не удивительно, что большинство игр с восточноевропейским сеттингом восточными европейцами и создавались, но посоревноваться с крупными игровыми компаниями они увы не смогут. Однако есть некоторые проекты, которые хотя бы немного, но затронули эту тему.

В Rise of the Tomb Raider разработчики из Crystal Dynamics решили частично обратиться к славянской мифологии, а именно – к легенде о городе Китеж, который еще называют «русской Атлантидой». Почему-то в этой игре город был перенесен в Сибирь, но выглядит он вполне в духе славянского фэнтези. Кроме того, в одном из дополнений Лара встречается с самой Бабой Ягой и даже может обзавестись костюмом колдуньи, который дает определенные бонусы.[2]

Ведьмак 3: Дикая Охота, разработанная польской студией CD Projekt RED, отдает дань уважения мифологиям нескольких европейских культур своими повествованиями, сеттингом, персонажами и монстрами. Во время приключений Геральта он призван убивать оборотней, утопающих (Водник — славянский миф), виверн (английский / валлийский, шотландский миф), голема (еврейские предания) и многое другое.[3]

Исходя из вышеперечисленных данных было принято решение создать персонажей, внешний вид которых подходил бы под стилистику жанра фэнтези и относился бы к славянской мифологии. В ней очень много разных персонажей: богов, нечисти, мифических существ, животных и растений. Каждый из персонажей или разных существ имеет свой характер, описание и историю. Многие кажутся похожими между собой, что не удивительно, список огромный, и чтобы разобраться в каждом персонаже, сделать его более достоверным и подходящим под стилистику игры, нужно не мало времени. Для более понятного стиля внешнего мира будет представлен персонаж мифического существа демона аспида.

Аспид - (греч. "змея") - в русских поверьях - мифический крылатый змей, сходный с огненными змеями, летающими и халами. Упоминания об аспидах чаще всего встречаются в старинных азбуковниках, а также в заговорах. При этом слово "аспид" могло иногда означать и просто змею, и змея-дракона, и "мать змеев", и даже огромного "старшего" змея, главного над всеми другими змеями и гадами.

Согласно поверьям, обликом своим аспид подобен дракону или огненному змею: по некоторым сказаниям, монстр непроглядно черен, отсюда выражение «аспидно-черный цвет», он имеет птичий нос, змеиное тело, крылья аспида имеют черную окраску, когда на них падает яркий солнечный свет, они переливаются всеми цветами радуги, поэтому иногда его описывают именно с радужными крыльями. Местообитанием его считались какие-то

отдаленные и пустынные места, расположенные "за горами и за долами", нередко - "мрачный, суровый, лесистый север", "Печерские горы". При этом некоторые поверья гласили, что аспид никогда не садится на землю, а только на камень. Одна из легенд объясняет это тем, что земля не держит его. В преданиях аспид обычно выступал как существо, несущее всяческие разрушения и опустошения, всеобщую гибель: "а в коей земле вчинится, ту землю пугу учинит".[4]

В первую очередь были созданы предварительные наброски (рис 1), призванные помочь в понимании дальнейшего «движения».



Рис. 1. Первые наброски персонажа и деталей

Для создания наброска персонажа очень помогло изначальное описание. Персонаж был собран из множества отдельных деталей и просмотренных идей: птичий нос был взят от клюва попугая, глаза имеют кошачью форму, поверхность шеи и головы повторяет текстуру змеиной чешуи и цвет соответствует описанию - черный. Так же для создания полноценного внешнего облика аспида за основу были взяты дизайны драконов (рис 2) из игры The Elder Scrolls V: Skyrim (дословно с англ. — «Древние свитки 5: Скайрим») — мультиплатформенная компьютерная ролевая игра с открытым миром, разработанная студией Bethesda Game Studios и выпущенная компанией Bethesda Softworks.[5]



Рис. 2. Дракон из игры The Elder Scrolls V: Skyrim

### Выводы

В процессе был изучен процесс создания концепта персонажа и его реализация в 3D. Появился концепт будущего персонажа —это крылатый змей, способный извергать огонь.

### Литература

1. Hellblade: Senua's Sacrifice [Электронный ресурс] // URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Hellblade: Senua%E2%80%99s\\_Sacrifice](https://ru.wikipedia.org/wiki/Hellblade:_Senua%E2%80%99s_Sacrifice)
2. Rise of the Tomb Raider [Электронный ресурс] // URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Rise\\_of\\_the\\_Tomb\\_Raider](https://ru.wikipedia.org/wiki/Rise_of_the_Tomb_Raider)
3. Ведьмак 3: Дикая Охота (Игра года) [Электронный ресурс] // URL: <https://store.epicgames.com/ru/p/the-witcher-3-wild-hunt>
4. Мифология: Славянская мифология/Восточнославянская мифология/Русская мифология [Электронный ресурс] // URL: <http://mifolog.ru/mythology/item/f00/s00/e0000562/index.shtml>
5. The Elder Scrolls V: Skyrim [Электронный ресурс] // URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/The\\_Elder\\_Scrolls\\_V:\\_Skyrim](https://ru.wikipedia.org/wiki/The_Elder_Scrolls_V:_Skyrim)

УДК 004.023

## МЕТОДЫ АДАПТАЦИИ ОБУЧАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ОБЯЗАТЕЛЬНОГО РЕЖИМА ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Казакова А.С.

Донецкий национальный технический университет  
Кафедра компьютерного моделирования и дизайна  
E-mail: [anytka.kas@gmail.com](mailto:anytka.kas@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Казакова А.С. Методы адаптации обучаемых в условиях обязательного режима дистанционного образования. В статье представлено тезисное описание проблем и методов адаптации обучающихся в условиях дистанционного образования. Рассмотрены факторы влияющие на адаптацию студентов. Показана взаимосвязь психотипа обучаемого и уровней адаптации к дистанционному обучению.*

### **Annotation:**

*Kazakova A.S. Methods of adaptation of students in the conditions of compulsory distance education. The article presents a thesis description of the problems and methods of adaptation of students in distance education. The factors influencing the adaptation of students are considered. The relationship between the student's psychotype and the levels of adaptation to distance learning is shown.*

### **Общая постановка проблемы**

Успешная и своевременная адаптация в профессиональной сфере является одним из решающих условий эффективной и результативной работы любых специалистов. Особенно это затрагивает область образования в условиях обязательного режима дистанционного образования. Проблема адаптации обучаемых в этих новых условиях, выступает сложным и разносторонним процессом, связанным со сменой условий обучения, мотивированностью обучаемого и требований предъявляемых к нему. Способность быстро адаптироваться является важным фактором становления будущих профессионалов. Для системы образования адаптация студентов в условиях дистанционного образования является одной из первостепенных проблем, от успеха которой во многом зависит личное развитие и профессиональная состоятельность будущих специалистов.

### **Исследования**

Адаптация обучающихся в условиях дистанционного образования – процесс сложный и многогранный, который на сегодняшний день имеет большую актуальность из-за ограничения возможности очного обучения в связи с пандемией и не простой ситуацией в ДНР. Актуальность проблемы во многом зависит от задач и методов адаптации обучающихся и их успешного освоения материала с использованием дистанционных технологий обучения.

Разнообразие гаджетов у современной молодежи и довольно сложные современные условия уменьшают степень заинтересованности студентов в получении образования. Даже в условиях очного обучения сегодняшние студенты не ходят на пары, к процессу обучения в целом относятся не серьезно. Специалисты утверждают, что на каждом курсе, причины снижения успеваемости и посещаемости свои. Например, уровень посещаемости первокурсников зависит от успеха их адаптации в новом коллективе. На втором и третьем

курсе у обучающихся появляются проблемы связанные с утратой мотивации к обучению, это связано со слишком большим количеством изучаемых предметов. Студенты к этому времени уже примерно представляют, кем хотят быть в будущем, и именно сейчас к ним приходит некое разочарование в выбранной профессии. На старших курсах студенты пытаются совмещать подработку с обучением, приходится пропускать занятия, как следствие снижается успеваемость.

Одной из причин такого поведения студентов является не достаточная адаптация к учебному процессу. Вопросы адаптации студентов рассмотрены в работах авторов: А.Галченковой, М. Дьяченко, Д. Темирбаева, Ф. Хайрулина, но в них не затрагивается вопрос о роли личностных особенностей обучаемых, модели их психотипа и от особенностей нервной системы в применении к дистанционному образованию.

Адаптация (лат. *adapto* – приспособляю) – процесс приспособления организма к изменяющимся условиям среды. Термин «адаптация» возник в XIX веке в биологическом контексте, однако со временем получил распространение и в других областях знаний. В психологии под адаптацией принято понимать психологический процесс приспособления органов чувств к воздействующим стимулам с целью предохранения рецепторов от перегрузки. Социальная адаптация характеризуется возможностью человека выстраивать модель своего поведения в соответствии с условиями, которые сложились в данной социальной среде [1]. Философская трактовка адаптации подразумевает изменение и неизменность, динамику и стабильность, пассивность и активность, открытость и закрытость и т.д [2].

Адаптация к дистанционному обучению - это процесс взаимодействия обучаемого и образовательной среды, специфичной для дистанционного образования, соответствующий оптимизации обучения посредством формирования новых учебных приемов и действий [3].

На сегодняшний день связь между адаптацией к работе в дистанционном режиме в свете имеющихся личностных особенностей восприятия информации, ментальных структур, когнитивных стилей у обучаемых и выработкой оптимальных стратегий в достаточной степени не исследованы.

Отлаженная система адаптационных мероприятий облегчает работу преподавателей и образовательных структур, поскольку дает обучаемому возможность как можно скорее влиться в систему дистанционного обучения в полную силу, она также повышает лояльность обучаемых, укрепляет взаимоотношения в учебной группе и в конечном итоге экономит время всех участников образовательного процесса.

Проблема психологической поддержки обучающихся в процессе адаптации к ДО является достаточно значимой в деятельности преподавателя.

Цели и задачи адаптации к дистанционному обучению:

1. Ускорение введения в новую среду обучения
2. Снижение уровня стресса обучаемых
3. Мотивация обучаемых на самостоятельную эффективную работу
4. Четкая работа преподавателя и студента.

Методами адаптации к дистанционному образованию можно назвать:

1. Определение «внутренней позиции обучаемого».
2. Определение мотивов обучения.
3. Исследование адаптации методом Люшера — определение эмоционального состояния студента в условиях дистанционного обучения.
4. Метод наблюдений.

Эффективная работа всех адаптивных мероприятий напрямую зависит от самого студента, от его психоэмоционального состояния, готовности к самообучению и его психотипа в целом. Существует несколько психотипов обучаемых. Их разнообразие представлено на рисунке 1.

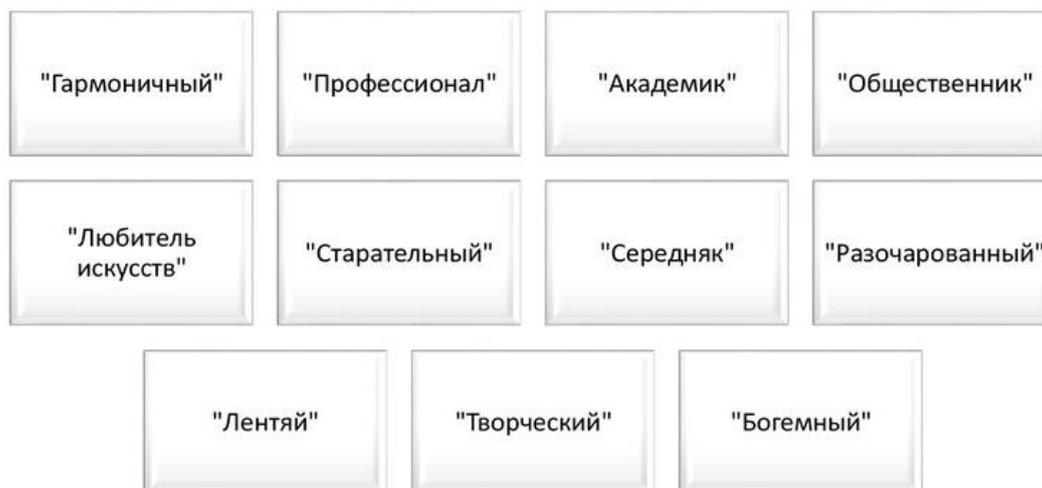


Рис.1. Психотипы студентов

Методы адаптации и мотивации, которые успешно работают с одними психотипами обучаемых, могут совершенно не работать с другими психотипами. Поэтому важно своевременно определить критерии и показатели адаптации, на основе анализа которых можно сделать выводы об успешности адаптационного процесса. Для реализации данной задачи можно использовать метод наблюдений. Этот метод представляет собой организованное, целенаправленное, фиксируемое восприятие психических явлений с целью их изучения в определенных условиях [6].

В целом уровни адаптации к ДО можно проиллюстрировать в виде диаграммы, в которой собраны особенности поведения обучаемых того или иного уровня в целом (рис.2).



Рис. 2. Диаграмма уровней адаптации

Для определения уровня адаптации обучаемых следует выделить критерии, провести анализ работы студентов во время режима ДО. В качестве критериев адаптации можно рассматривать:

1) приспособляемость к условиям и характеру учебного процесса, выработка навыков самостоятельности в учебной работе;

2) взаимоотношения с одногруппниками и преподавателем, стиль общения.

Единицами измерения для анализа работы студентов выступают:

- 1) активность на занятиях;
- 2) включаемость в диалог;
- 3) проявление тревожности;
- 4) проявление отсутствия интереса;
- 5) соответствие правилам поведения на занятиях;
- 6) безынициативность;
- 7) интерес к учебной работе;
- 8) общение с одногруппниками.

Следует заметить, что в зависимости от факторов, влияющих на адаптацию обучаемых возможен переход от одного уровня адаптации к другому и обратно. Это в первую очередь зависит от нехватки «живого общения» между одногруппниками и между обучаемым и преподавателем. Следующим фактором является стресс и страхи. Многие студенты, в не зависимости от психотипа боятся не сдать сессию, не успеть в срок сдать задания. Еще одним фактором, мешающим адаптации, является не достаточная техническая готовность студентов к ДО (наличие ПК, интернета).

На основе приведенных критериев можно составить модель перехода между уровнями адаптации к ДО в зависимости от психотипа обучаемого (рис.3).

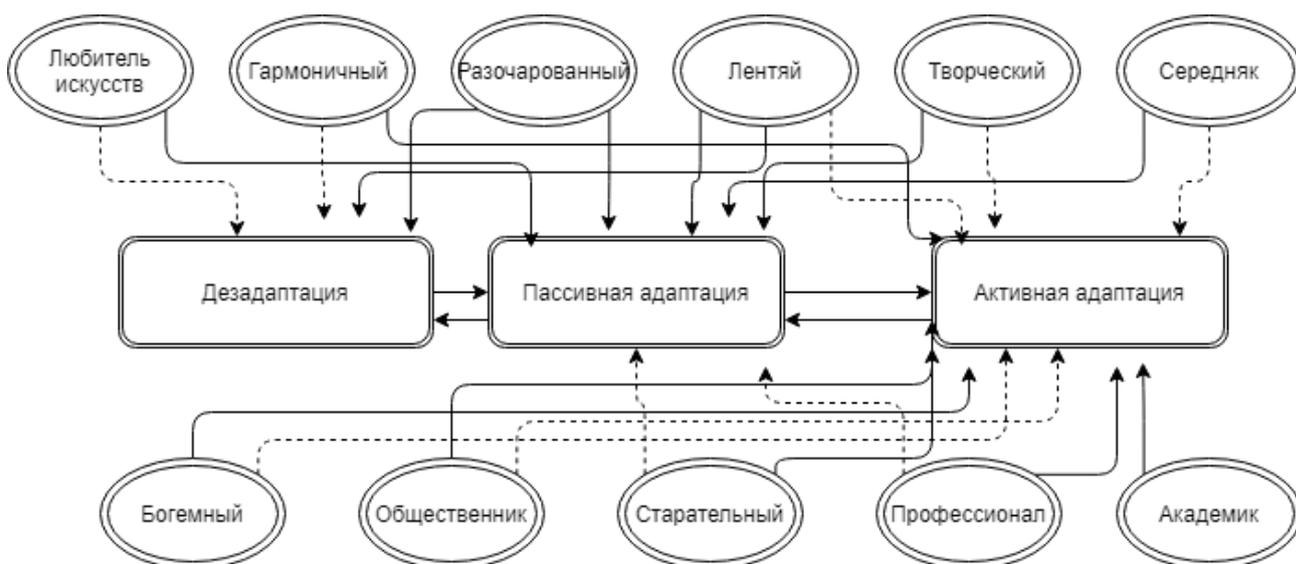


Рис. 3. Модель уровня адаптации обучаемых в зависимости от их психотипа.

### Выводы

В условиях обязательного режима дистанционного образования студентам довольно сложно адаптироваться к новым условиям обучения. Это обусловлено следующими факторами:

- желание посещать занятия в ВУЗе;
- не достаточный уровень самоорганизации;
- не достаточная техническая подготовка (ПК, интернет, микрофон, камера);
- нехватка живого общения;
- стрессы и страхи по поводу успешной сдачи работ и сессии.

В большей степени на адаптацию обучающихся влияет их психотип. Но и ВУЗу для улучшения адаптации следует активизировать работу по решению следующих задач. Во-

первых, проводить занятия, методические семинары, вебинары, направленные на рассмотрение вопросов, связанных с использованием различных дистанционных образовательных технологий и настройкой собственных компьютеров. Во-вторых, активизация роль кураторов групп и преподавателей. Именно общение с преподавателем может компенсировать обучающимся нехватку «живого общения», а кураторы, находясь в постоянном взаимодействии с группой могут на ранних стадиях заметить возникающие трудности и помочь разрешить их.

### Литература

1. Глоссарий. Психологический словарь [Электронный ресурс]: <http://www.psychologies.ru/glossary/01/adaptatsiya.htm>
2. Новейший философский словарь: 3-е изд., испр. - Минск: Книжный Дом, 2003. – 1280с. [Электронный ресурс]: <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100509.pdf>
3. Галченкова И. С. Адаптация учащихся и студентов к использованию информационных технологий в дистанционном образовании : Дис. канд. пед. наук : 13.00.01, 13.00.02 : Смоленск, 2004 196 с. РГБ ОД, 61:04-13/843
4. Толстобоков О. Н. Современные методы и технологии дистанционного обучения. Монография – М.: Мир науки, 2020. – Сетевое издание. Режим доступа: <https://izdmn.com/PDF/37MNNPM20.pdf> – Загл. с экрана.
5. Темирбаева Д. К., Исалиева С. Т. Методика исследования адаптированности студентов в вузе // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 50. – С. 98–106. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/76662.htm>
6. Словарь психолога-практика [Текст] / С.Ю. Головин. – Минск: Харвест, М.: АСТ, 2001. – 976 с.

**ИУСМКМ-22**

**СЕКЦИЯ 6**

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**

УДК.620.178.154.9

## АНАЛИЗ МЕТОДА ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ ИНТЕГРАЦИИ АБСТРАКТНЫХ ОЦЕНОК ДАТЧИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕКОМПОЗИЦИИ С НЕСКОЛЬКИМИ РЕШЕНИЯМИ

**Иваница С.В., Иванников Д.Д.**

Донецкий национальный технический университет

Кафедра «компьютерной инженерии»

E-mail: [neonomontig@gmail.com](mailto:neonomontig@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Иваница С.В., Иванников Д.Д. Анализ метода отказоустойчивой интеграции абстрактных оценок датчиков с использованием декомпозиции с несколькими решениями. В данной статье рассмотрен метод применения идеи мультирешения к задаче отказоустойчивого интегрирования абстрактных оценок датчиков, когда число датчиков очень мало, а большое количество неисправностей датчиков незначительно. Приведен в пример оптимальный алгоритм  $O(N\log N)$ , где  $N$  - общее количество датчиков, которые эффективно реализует эту идею.*

### **Abstract:**

*Ivanitsa S.D., Ivannikov D.D. Analysis of the method of fault-tolerant integration of abstract sensor estimates using decomposition with multiple solutions. This article proposes a method for applying the idea of a multi-solution to the problem of fault-tolerant integration of abstract sensor estimates when the number of sensors is very small and the large number of sensor faults is negligible. We present an optimal  $O(N\log N)$  algorithm, where  $N$  is the total number of sensors, that effectively implements this idea.*

### **Введение**

Проблема распределенной обработки датчиков в контексте распределенных сенсорных сетей включает в себя проблему отказоустойчивой интеграции информации от нескольких датчиков.

Методы интеграции отказоустойчивых датчиков должны быть надежными в том смысле, что даже если некоторые из датчиков неисправны, интегрированный выходной сигнал все равно должен быть надежным. В этой статье рассмотрен метод интеграции датчиков с использованием способов декомпозиции, с несколькими разрешениями. Декомпозиция с несколькими разрешениями - это изображение декомпозиции в частотных каналах с постоянной полосой пропускания в логарифмическом масштабе.

Преобразования с несколькими разрешениями были в центре внимания обширных исследований после работы Розенфельда и Терстона [1] по обнаружению многомасштабных краев. Детали изображения характеризуют различные типы физических объектов в разных масштабах. В то время как при грубом разрешении можно различить грубые формы крупных объектов на изображении, точные контуры, текстуры и мелкие детали можно различить при последовательно более высоких разрешениях.

Мультиразрешения представления предлагают простую иерархическую структуру для интерпретации информации об изображении. Аппроксимация сигнала  $f$  с разрешением  $r$  определяется как оценка, полученная путем равномерной выборки  $f$ ,  $r$  раз на единицу длины. Танимото и Павлидис [2] разработали эффективные алгоритмы для вычисления аппроксимации функции при различных разрешениях.

### Цель и идея статьи

В этой статье обозначен метод применения идеи мультирешения к проблеме отказоустойчивой интеграции абстрактной оценки датчиков, когда в огромном количестве датчиков большинство датчиков отключаются вручную. Идея, по сути, состоит в построении простой функции из выходных данных датчиков в кластере и разрешении этой функции в различных последовательно более мелких масштабах, чтобы изолировать область, над которой расположены правильные датчики. Приведен оптимальный алгоритм, который эффективно реализует эту идею.

### Суть метода

Распределенная сенсорная сеть состоит из пространственно-распределенных датчиков, которые обнаруживают и количественно оценивают определенное явление по его изменяющимся параметрам. Показания датчиков отправляются через регулярные промежутки времени в блоки обработки, которые объединяют эти показания и выдают выходные данные, природа которых во многом совпадает с входными данными датчиков. Выходные данные процессоров, представляющих кластеры датчиков, позже интегрируются, чтобы получить полную картину пространственно-распределенного явления.

Однако, прежде чем интеграция будет выполнена на уровне процессора необходимо иметь надежные оценки для каждого процессора. Каждый датчик в кластере измеряет один и тот же параметр. Возможно, что некоторые из этих датчиков неисправны. Следовательно, желательно использовать эту избыточность показаний в кластере для получения правильной оценки считываемых параметров. Короче говоря, требуется отказоустойчивый метод интеграции датчиков для получения правильной оценки.

Манулло [3] рассмотрел проблему отказоустойчивого интегрирования абстрактных интервальных оценок и обобщил его оценки для многомерных датчиков [4].

Чтобы получить метод отказоустойчивой интеграции датчиков для динамических приложений реального времени, была проанализирована функция перекрытия, которая введена в [5], используя методы декомпозиции с несколькими разрешениями. Этот подход будет описан в общих чертах для абстрактных интервальных оценок для большей ясности. Тем не менее, предлагаемая методология легко и плодотворно обобщается на выходные данные датчиков более высокой размерности.

Стоит выделить некоторые определения и обозначения из статьи [5], которые здесь уместны.

Определение 1:

Абстрактный датчик - это датчик, который считывает физический параметр и выдает абстрактную интервальную оценку  $I$ , который является ограниченным и связанным подмножеством вещественной прямой  $R$ .

Определение 2:

Правильный датчик - это абстрактный датчик, в котором оценка интервала содержит фактическое значение измеряемого параметра. Если оценка интервала не содержит фактического значения измеряемого параметра, это называется неисправным датчиком.

Определение 3:

Пусть датчики  $S_1, \dots, S_n$ , поступают в процессор  $P$ . Пусть абстрактная интервальная оценка  $Siberia; (I_j S_n)$ , замкнутый интервал  $[a_i, b_i]$  с конечными точками  $a_i$  и  $b_i$ .

Характеристическая функция  $x_j$ -го датчика  $S_j$ ,  $1 \leq j \leq n$ , определяется следующим образом:

$$x_j(x) = \begin{cases} 1 & \forall x \in I_j \\ 0 & \forall x \notin I_j \end{cases} \quad \forall 1 \leq j \leq n.$$

Определение 4:

Пусть  $O(x) = \sum_{j=1}^n x_j(x)$  - «функция перекрытия»  $n$  абстрактных датчиков. Для каждого  $x \in R$ ,  $O(x)$  задает количество интервалов датчиков, в которых находится  $x$ , или количество интервалов, перекрывающихся в точке  $x$ .

Определение 5:

Датчик является явно неисправным, если это неисправный датчик  $i$ , если он перекрывается с правильным датчиком.

### Сравнение с предыдущими работами

Сделаем некоторые замечания по ручным ошибкам и предыдущей работе.

Если один из  $n$  датчиков неисправен, то, принимая  $(n-f)$  пересечений оценок интервалов  $n$  датчиков, с уверенностью можно сказать, что правильное значение параметра находится в одном из этих  $(n-f)$  пересечений.

Когда количество датчиков велико и количество неисправностей не может быть строго ограничено, пересечения  $(n-j)$  могут иметь тенденцию быть сильно разбросаны по реальной линии, что дает плохие оценки выходных данных.

Чтобы улучшить оценку выходных данных в этих случаях, необходимо иметь возможность дополнительно оценить  $(n-j)$  пересечений, чтобы выбрать "наилучшее возможное" пересечение, которое содержит правильное значение с высокой надежностью.

В рассматриваемом методе количество датчиков очень велико, что большинство неисправностей являются ручными, и то есть нет никаких ограничений на количество ошибок. Фактически, количеству неисправностей разрешено меняться в зависимости от выборки показаний датчиков.

Поскольку датчики отбираются синхронно через различные промежутки времени, упорядочив датчики, помечая их, динамически осуществляется поддержка их функции перекрытия  $O(x)$  и анализ ее в различных масштабах, для получения последовательно меньших областей, которые содержат правильное значение наблюдаемого параметра.

В предыдущей работе [5] производилась оценка каждого  $(n-f)$  пересечения путем суммирования популяций всех интервалов, участвующих в этом  $(n-f)$  пересечении и использующих это в качестве меры этого  $(n-f)$  пересечения.

Популярность каждой интервальной оценки - это количество перекрывающихся с ней интервалов.

Обоснование этой оценки основано на наблюдении, что явно неисправные датчики будут находиться близко к правильному значению, тем самым перекрываясь с правильными датчиками пересечения  $(i-f)$ , способствуя его надежности.

С другой стороны, дикie ошибки были бы не коррелированы с каким-либо значением на реальной линии распределяются случайным образом по реальной линии и вносят свой вклад в "шум", а также образуют меньшие, менее заметные кластеры.

Вычисление достоверности пересечений  $(n-f)$  является трудоемким с точки зрения вычислений и ограничивает приложения в реальном времени.

Однако закономерность рассеивания явно ошибочных интервалов можно наблюдать, изучая функцию перекрытия  $O(x)$  в разных масштабах.

Области, где  $O(x)$  максимальны, представляют интерес, поскольку они содержатся в  $(n-f)$  пересечениях для каждого  $f$ . Следовательно, правильное значение лежит в этих областях с очень высокой вероятностью.

Также могут быть несколько пространственно-разделенных максимальных пересечений, некоторые из них вызваны пересечениями сильно неисправных датчиков.

В этом случае необходимо изучить разбросы гребней, содержащих максимальные пересечения.

### Выводы

Большой разброс указывает на сильную кластеризацию датчиков, указывая на ручные неисправности и, следовательно, вероятно, на "правильное" максимальное пересечение. Однако этот анализ одновременного выбора гребней с большими амплитудами и широкими разбросами не может быть выполнен на  $O(x)$  непосредственно.  $O(x)$  имеет особенности в нескольких масштабах.

Следовательно, грубая обработка информации может быть выполнена быстро. Более мелкие детали характеризуются большим количеством выборок, но предварительная информация, полученная из контекста, конструируется и, таким образом, ускоряет вычисления.

При использовании стратегии "от грубого к точному" обрабатывается минимальное количество деталей, необходимых для выполнения задачи распознавания. Начиная с самого грубого разрешения, выбраны те гребни с самыми высокими пиками и выбираем из этих гребней тот, который имеет самый широкий разброс.

При следующем самом высоком разрешении этот гребень снова проверяется на наличие в нем гребней с наибольшими амплитудами, и среди этих гребней тот, который имеет самый широкий разброс, сохраняется для более точного анализа при следующем разрешении.

### Литература

1. Prasad, L. Fault-Tolerant Integration of Abstract Sensor Estimates Using Multiresolution Decomposition [Электронный ресурс] / L. Prasad, S.S. Iyengar, R. Rao // Department of Computer Science Louisiana State University R.L. Kashyap School of Electrical Engineering Purdue University, 1994. - Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/3599966\\_Fault-tolerant\\_integration\\_of\\_abstract\\_sensor\\_estimates\\_using\\_multiresolution\\_decomposition](https://www.researchgate.net/publication/3599966_Fault-tolerant_integration_of_abstract_sensor_estimates_using_multiresolution_decomposition)
2. Rosenfeld, A. Edge and Curve Detection for Visual Scene Analysis / A. Rosenfeld, M.Thurston // IEEE Trans. Computing, 1971. - Vol. C-20. - PP. 562-569.
3. Tanimoto, S. A Hierarchical Data Structure for Image Processing [Электронный ресурс] / S. Tanimoto, T. Pavlidis // Computer Graphics Image Processing, 1975. - Vol. 4. - PP. 104-119. - Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0146664X75800037?via%3Dihub>
4. Marzullo, K. Tolerating Failures of Continuous-Valued Sensors [Электронный ресурс] // ACM Trans. on Computer Systems, Nov.1990. - Vol. 8. - No. 4. - PP. 284-304. - Режим доступа: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/128733.128735>
5. Chew, P. Masking Failures of Multidimensional Sensor [Электронный ресурс]. / P. Chew, K. Marzullo // Proceedings of the 10th Symposium on Distributed Systems, Pisa, Italy, Oct. 1991. - Режим доступа: <https://www.semanticscholar.org/paper/Masking-failures-of-multidimensional-sensors-Chew-Marzullo966795bf5cb642696e29bae38a50dc3d4fb9e9d1>

УДК 004.2: 622.2

## АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

**Личман А.А., Чередникова О.Ю.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерной инженерии  
E-mail: [anton.lichman@yandex.ru](mailto:anton.lichman@yandex.ru)

### **Аннотация:**

*Личман А.А. Чередникова О.Ю. Анализ требований к программному обеспечению для инженерно-геологических изысканий. Рассмотрены основные стратегии и проблемы специализированного ПО, в частности ПО для инженерно-геологических изысканий GeoHelper3D, разработанного авторами. Также рассмотрены стратегии развития данного рода ПО с учетом современных реалий.*

### **Annotation:**

*Lichman A.A. Cherednikova O.Yu. The analysis of software requirements for engineering and geological surveys. The main strategies and problems of specialized software, in particular software for GeoHelper3D engineering and geological surveys, developed by the authors, are considered. Strategies for the development of this kind of software are also considered, taking into account modern realities.*

### **Общая постановка проблемы**

Спрос на специализированное программное обеспечение (ПО), как известно, достаточно высок. Однако некоторые специфические потребности пользователей заставляют подходить к проблеме с новаторскими решениями. В данной статье будут рассмотрены общие требования к программному обеспечению для инженерно-геологических изысканий и сравнение с разработкой авторов этой статьи, программой GeoHelper3D. Также будут показаны некоторые проблемы и инновационные способы их решения.

### **Анализ требований к программному обеспечению для инженерно-геологических изысканий**

Рассмотрим наиболее важные, на взгляд авторов, требования к ПО данного типа и сравним их реализацию в разработке авторов - программе GeoHelper3D.

#### **Требование 1: Необходимость классификации.**

Классификация тех или иных сущностей повсеместно встречается во многих отраслях, чаще всего по тем или иным признакам, поддающимся просчету. Естественно, имеются исключения, в которых просчет либо отсутствует, либо субъективен. Но в большинстве случаев все-таки необходимы расчеты. В большинстве программ работа с табличными значениями ведется из базы данных (БД). В программе GeoHelper3D реализовано множество видов классификации от агрегатного состояния до степени отклонения от нормы и выводов о годности тех или иных грунтов [1].

**Требование 2: Важные аспекты сохранения остатков данных для работы с БД и статистикой.**

Базы данных необходимо достаточно четко делить на табличные (константные), которые берутся в зависимости от того или иного результата классификации, и результаты (данные для статистики, хранящиеся в архиве).

В описываемой разработке признано необходимым сохранение ссылок и фрагментов данных, чтобы в случае необходимости анализа данных разных временных промежутков сохранялась такая возможность [2].

Требование 3: Автоматический учет навыков пользователя.

Квалификация специалистов в наше время, как и ранее, должна вызывать сомнение и доказываться практикой. Большинство программ (типа GeoTigg и Micromine2013 и более старших версий), как и многие программы других сфер не учитывают навыки пользователя, и любой человек может делать любое действие с купленным ПО.

Предложенная авторами система крайне схожа с уже существующей, так называемой системой социальных баллов или «Social Credit» (рис.1).

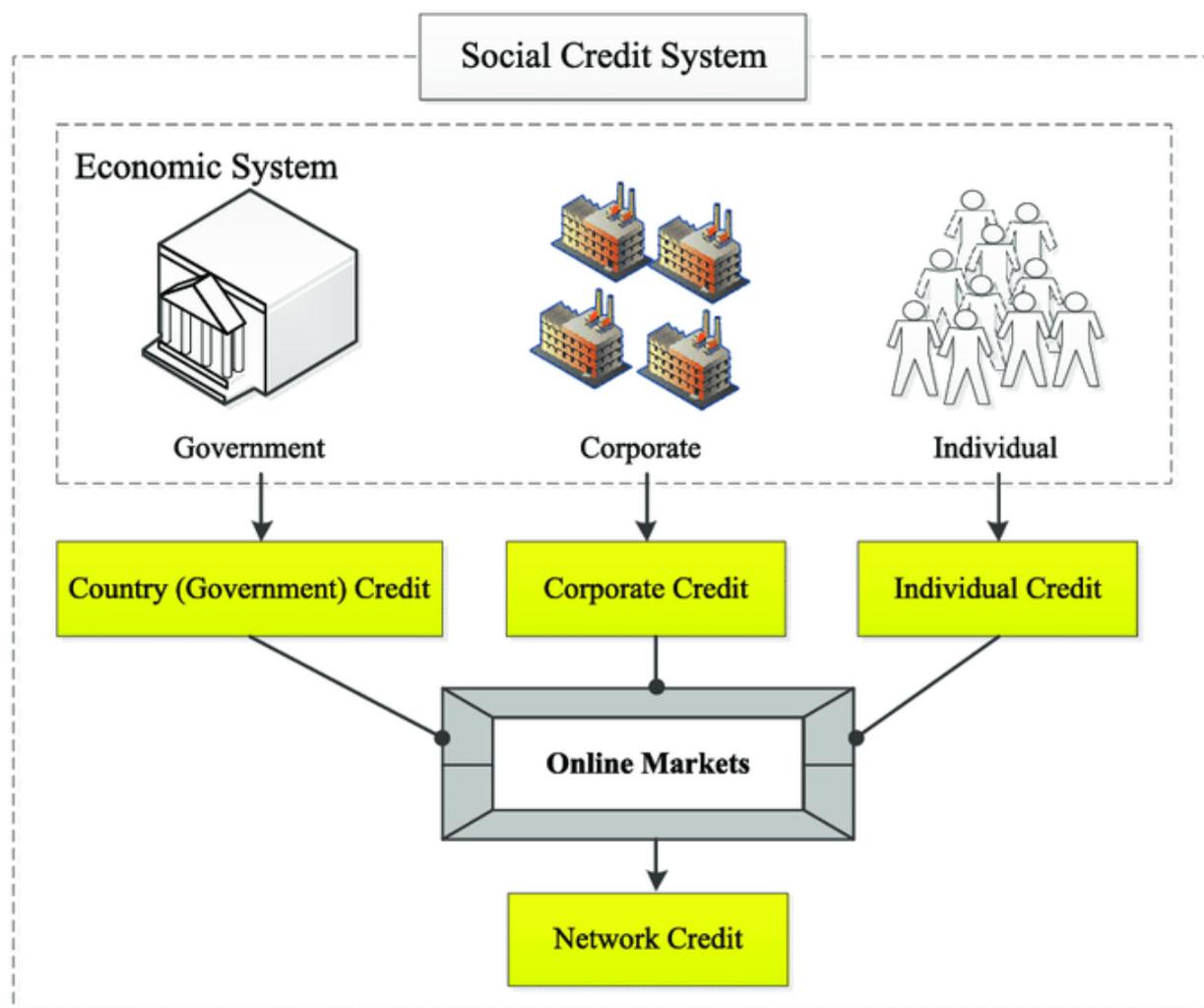


Рис.1. Наглядная схема системы Social Credit

Она была впервые применена в Китайской Народной Республике, и неоднозначно воспринята мировым сообществом. Однако ее эффективность со временем, не смотря на шквал негатива со стороны правозащитников и интернет критики, доказала свою эффективность голыми цифрами [3]. Это доказывает также то предположение, на котором основаны подобные нововведения – «Жизнь общества и коллектива, а также права и свободы большинства должны быть превыше прав свобод и даже жизни конкретного индивидуума».

Каждый работник при регистрации в БД программы GeoHelper3D автоматически начинает проверку своих же навыков программой. Изначально порог доверия к навыкам работника оценивается как начальный, после некоторого времени и получения результатов

отчеты, сделанные работником, и его действия можно будет квалифицировать с точки зрения статистики и проверки навыков пользователя. Например, ошибки, связанные с частым введением некорректных значений, но контролем подсчета и верными отчетами можно квалифицировать как невнимательность и расторопность (при учете быстрого ввода данных и хода работы). Таким образом, искусственный интеллект (ИИ) программы знает, на что способен пользователь и выдает ему внутренний пакет советов или ограничений. Администратор всегда может посмотреть характеристики работы своих подчиненных, что бывает полезно для оценки их навыков.

Требование 4: Проблемы кроссплатформенности и преимущества.

Кроссплатформенность – достаточно сложная и затратная технология, однако, при всей ее сложности, она остается одной из самых главных технологий в IT на сегодняшний день. Данная технология применяется во многих областях, от банковской сферы до игровой индустрии, однако в рабочих программах анализа и обработки кроссплатформенность пока встречается редко.

Если проанализировать, то в данный момент соотношение эффективного и неэффективного рабочего времени довольно низкое, из чего следует, что внедрение кроссплатформенности позволит уменьшить такие важные и неприятные последствия исследовательской деятельности, как дорога от пункта исследования, издержки ручного подсчета, ошибки, связанные с человеческим фактором.

Кроссплатформенные разработки, связанные с темой инженерно-геологических изысканий на данный момент автором не найдены, тем ценнее каждая подобная программа, ведь программы других профилей такие, как, например, Zoom, Discord, Telegram для обеспечения коммуникации выгодно отличаются от своих моно платформенных аналогов.

Из этого следует, что гипотетическое внедрение кроссплатформенности в код GeoHelper3D позволит повысить качество труда и отдыха сотрудников предприятия более чем на 30%. Так как на доставку и исправление ручных просчетов, в среднем, уходит от трети до половины рабочего времени.

Требование 5: Наглядность, как упрощение рабочего процесса, и пересмотр квалификации сотрудников.

В случае с теми же GeoTigg и Micromine2013 интерфейс может быть понятен лишь специалисту в данной сфере и требует освоения в программе, что значительно усложняет работу с этим ПО, а это уменьшает их шансы на дельнейший успех на рынке ПО [4].

В случае с программой GeoHelper3D подтвердить высокий уровень квалификации будет достаточно просто, ведь наглядность и всплывающие подсказки способны обучить работе, для которой необходимо высшее образование, даже школьника средних классов, базовые рабочие задачи он будет способен выполнить.

С анализом данных и подсчета должен сталкиваться уже человек с опытом и, если он будет верно делать эти манипуляции, его квалификация сменится с начальной до продвинутой, а позднее и до экспертной. Плюсы экспертной версии состоят в том, что можно отслеживать через консоль все вычисления и лично проверять их корректность в любом моменте. Также такая градация позволит намного быстрее обучать специалистов, в том числе и в высших учебных заведениях, подобно тому, как наглядная база с формулами, которая проверяет теории, моделируя практику.

Требование 6: Программирование, как стимулятор экономического развития и решение проблемы нехватки высококвалифицированных кадров.

С ростом скорости обучения и снижением требований к работникам, а также с повышением скорости выполнения рабочих задач программирование и автоматизация были и остаются ключевыми как для отечественной, так и для мировой экономики.

Анализ хозяйственной деятельности (АХД) может быть полностью автоматизирован, ведь каждая его задача поддается автоматизации, что ускорит экономическое развитие потенциально во многих сферах (рис.2).



Рис.2. Диаграмма анализа хозяйственной деятельности

Требование 7: Поддержка моддинга и добавки формул как ключевая стратегия программного продукта.

Программа может использоваться и для смежных задач в случае поддержки редактирования формульной базы, без возможности каким-то образом навредить базовой версии.

Можно оставить упрощенную (базовую) версию системы без возможности редактирования в рабочем состоянии для непривилегированных пользователей и разрешить продвинутым и экспертным пользователям и администраторам редактировать формулы. Таким образом, программа может быть использована как дешевый аналог широкопрофильной, что скажется положительно на ее актуальности.

В качестве примера победы подобной риторики нужно учитывать, что модифицированные программы для Windows XP, которым добавили возможность работать в новых системах с помощью модификаций, до сих пор приносят прибыли своим создателям.

Требование 8: Поддержка слабого аппаратного обеспечения.

С нынешними проблемами мировой экономики и политики поддержка слабых машин – основная стратегическая задача программного продукта, жертвуя скоростью, чаще незначительно, можно значительно уменьшить нагрузку на аппаратное обеспечение, а также, оптимизировав объем программного кода, можно значительно усилить компактность программы в ее базовой версии. Это значительно упростит ее эксплуатацию и расширит возможности для хранения уже готовых отчетов.

Особенно необходимо обратить внимание на устаревший компьютерный парк на многих государственных предприятиях, а также новую тенденцию замены программного обеспечения на Linux и отечественные аналоги Astra Linux, Альт, РЕД ОС и ROSA.

## Выводы

На основании проведенного анализа можно, прежде всего, сделать вывод, что в качестве основной стратегии программного продукта в нынешнее время должны быть взяты максимальная неприхотливость к аппаратному обеспечению, возможная кроссплатформенность, ввиду доступности мобильных устройств с ОС «Android».

Также большую роль может сыграть мобильность данных вычислительных мощностей и их повсеместная доступность, ведь мобильные устройства современного типа есть у большей части людей в личном пользовании, что для полевых специалистов, таких как геологи, может сэкономить массу времени, чтобы вычислить замеры и табличные значения, не отходя от места проведения полевых испытаний.

При наличии сети интернет можно передать данные в аналитический центр, чем сэкономить 2-3 часа, а зачастую и несколько суток. К сожалению, снижение требований к квалификации полевых работников может привести к ошибкам в физическом взаимодействии, что потратит усилия техники напрасно. Но для выполнения аналитики необходимы лишь люди, умеющие считать и проверять грамматические ошибки, простейшие задачи. Понимание этого позволит значительно снизить требования к работникам аналитической сферы и ускорить их подготовку или увеличить производительность труда опытных специалистов путем снижения нагрузки на них.

Также аппаратный отбор и, как может показаться, антигуманная риторика, помогут определять наиболее способных сотрудников для решения более сложных и ответственных задач, а также вычислять некомпетентных сотрудников, выполняющих свои рабочие обязанности некачественно. Данное нововведение позволит выделять наиболее достойных сотрудников и отсеивать наименее способных, ведь аппарат более точно способен определить это без привязки к субъективным факторам, таким как внешний вид, пол, принадлежность к той или иной семье, личные симпатии и т.д.

## Литература

1. Чередникова, О. Ю. Автоматизация построения моделей для инженерно-геологических изысканий / О. Ю. Чередникова, А. А. Личман // ИУСМКМ–2020 : материалы студенческой секции XI Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование», 27-28 мая 2020 г. - Донецк: ДОННТУ, 2020. - С 477 – 481.
2. Дерягин, А. А. Конвертирование трехмерных пространственных моделей поверхностей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bookash.pro/ru/book/104972/konvertirovanie-trehmernih-prostranstvennyh-modelei-poverhnostei-a-a-deryagin>
3. Система социального рейтинга или тотального контроля? Фантастика, которая становится реальностью [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/603d2fa1ebfc3c7ca1124698/sistema-socialnogo-reitinga-ili-totalnogo-kontrolia-fantastika-kotoraia-stanovitsia-realnosti>
4. Чередникова, О. Ю. Разработка программного обеспечения для инженерно-геологических изысканий / О. Ю. Чередникова, А. А. Личман // ИУСМКМ-2021 : материалы студенческой секции XII Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование» / Донецкий нац. техн. ун-т ; сост.: А. И. Воронова, Т. А. Васяева ; под ред. Р. В. Мальчевой. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – С. 506-509.

УДК 004.03

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПК ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ВЫБОРА КОМПЛЕКТАЦИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ КЛАССОВ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

**Л. И. Дорожко, С. А. Ткаченко, Н. С. Максименко**  
Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерной инженерии  
E-mail: [nata.demesh@gmail.com](mailto:nata.demesh@gmail.com)

**Аннотация:**

*Дорожко Л.И., Ткаченко С. А., Максименко Н. С. Исследование рекомендуемых характеристик ПК для обеспечения эффективной работы системы выбора комплектации компьютерных классов учебного заведения. В работе выполнен анализ методик оценивания характеристик персонального компьютера, которые применяются для определения рекомендуемого набора комплектующих, обеспечивающих эффективную работу необходимых программ, и возможности их практического применения. Так же рассмотрены существующие способы оценки производительности комплектующих, таких как – процессор и видеокарта. На основе полученных данных разработано программное обеспечение подбора конфигурации персонального компьютера для заданного списка программ.*

**Annotation:**

*Dorozhko L.I., Tkachenko S.A., Maksimenko N.S. Investigation of the recommended characteristics of a PC to ensure the effective operation of the system for choosing the configuration of computer classes in an educational institution. The study analyzes the methods for evaluating the characteristics of a personal computer, which are used to determine the recommended set of components that ensure the effective operation of the necessary programs, and the possibility of their practical application. Existing methods for evaluating the performance of components, such as a processor and a video card, are considered. On the basis of the data obtained, a software was developed for selecting the configuration of a personal computer for a given list of programs.*

**Полный текст статьи опубликован в выпуске № 2 (28), 2022 г.,  
Научного журнала «Информатика и кибернетика»**

УДК 004.056.53

## ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

О. А. Ягнина, И. Л. Щербов, А. Е. Якушина  
Донецкий национальный технический университет  
[scherbov@yandex.ru](mailto:scherbov@yandex.ru)

### *Аннотация*

**Ягнина О. А., Щербов И. Л., Якушина А. Е. Принятие решения по организации защиты информации на объектах информатизации.** В статье рассмотрен метод оценки уязвимости и защищенности объекта информатизации на базе Рекомендации МСЭ-Т X.805 «Архитектура безопасности для систем, обеспечивающих связь между оконечными устройствами». Предложен математический аппарат, который позволяет провести оценку уязвимости и защищенности объекта информатизации с целью принятия решения на организацию защиты. Рассмотрены основные требования к системе поддержки принятия решений по организации защиты информации. Рассмотрены требования к экспертам, привлекаемым к формированию базы знаний и базы данных системы поддержки принятия решений.

### *Annotation*

*The article considers a method for assessing the vulnerability and security of an informatization object based on Recommendation ITU-T X.805 "Security architecture for systems that provide communication between end devices". A mathematical apparatus is proposed that allows assessing the vulnerability and security of an informatization object in order to make a decision on the organization of protection. The main requirements for the decision support system for the organization of information security are considered. The requirements for experts involved in the formation of a knowledge base and a database of a decision support system are considered.*

**Полный текст статьи опубликован в выпуске № 1 (27), 2022 г.,  
Научного журнала «Информатика и кибернетика»**

УДК 004.056:004.93

## ПРОЦЕДУРА ФОРМИРОВАНИЯ ГРАММАТИКИ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СПЕКТРОГРАММ ТЕХНИЧЕСКИХ КАНАЛОВ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ

**Третьяков И. А.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», г. Донецк

E-mail: [i.tretiakov@mail.ru](mailto:i.tretiakov@mail.ru)

### *Аннотация*

*Третьяков И.А. Процедура формирования грамматики для описания спектрограмм технических каналов утечки информации. В данной работе подробно рассмотрена реализация этапа присвоения сегментированным участкам спектрограмм символов некоторого алфавита, соответствующим определенным типам поведения в структурно-лингвистическом подходе анализа данных к задаче обнаружения технических каналов утечки информации. Решена задача построения трансформационной грамматики. Реализован метод построения цепочки, ближайшей к заданному множеству.*

### *Annotation*

*Tretiakov I.A. The procedure for forming a grammar for describing spectrograms of technical channels of information leakage. In this paper, the implementation of the stage of assigning segmented sections of spectrograms of symbols of a certain alphabet corresponding to certain types of behavior in the structural-linguistic approach of data analysis to the task of detecting technical channels of information leakage is considered in detail. The problem of constructing a transformational grammar is solved. The method of constructing a chain closest to a given set is implemented.*

**Полный текст статьи опубликован в выпуске № 2 (28), 2022 г.,  
Научного журнала «Информатика и кибернетика»**

УДК 004.2: 622.2

## АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОБЪЕКТОВ И ПРОЦЕССОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ БАНКА

**Терещенко К.А., Мальчева Р.В.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерной инженерии  
E-mail: [anton.lichman@yandex.ru](mailto:anton.lichman@yandex.ru)

### **Аннотация:**

*Терещенко К.А., Мальчева Р.В. Анализ особенностей функционирования и развития объектов и процессов компьютерной сети банка. Рассмотрены основные направления развития экономики с учетом современных реалий. Описана структура данных современной компьютерной сети банка. Выполнен анализ системы объективных метрик и показателей для контроля и мониторинга результатов с учетом лучших практик. Рассмотрены примеры угроз информационной безопасности, связанные с утечкой информации и несанкционированным доступом. Намечены направления дальнейших исследований.*

### **Annotation:**

*Tereshchenko K.A., Malcheva R.V. Analysis of the functioning and development of objects and processes of the bank's computer network. The main directions of economic development taking into account modern realities are considered. The data structure of the bank's modern computer network is described. The analysis of the system of objective metrics and indicators for the control and monitoring of results, taking into account the best practices, is carried out. Examples of information security threats related to information leakage and unauthorized access are considered. The directions of further research are outlined.*

### **Общая постановка проблемы**

По мнению большинства ученых современный период мирового развития можно определить как четвертую промышленную революцию, под которой понимается смещение технологий физического, цифрового и биологического мира, которое создает новые возможности и воздействует на политические, социальные и экономические системы. Основой перехода к цифровой стратегии послужило множество технологических инноваций в области информационно-коммуникационных технологий (ИТ), ставших доступными широкому кругу пользователей. Новые технологии являются самым заметным признаком изменения экономических, в т.ч. и банковских систем [1]. Некоторые авторы [2] предполагали, и с этим трудно не согласиться, что в 2018-2020 г.г. закончится индустриальная фаза роста мировой экономики, и ее дальнейшее развитие будет осуществляться под все большим воздействием когнитивных факторов и производств, основанных на принципах аддитивных, нано- и биотехнологий. Основными направлениями такого развития будут:

- реализация концепции электронного правительства; воплощение идеи «цифрового города», что обусловлено комплексной информатизацией транспорта, ЖКХ и др.;
- воплощение идеи строительства «умного» и экологически безопасного дома, что потребует большого объема новых отделочных и строительных материалов;
- распространение разного рода альтернативных и свободных форм занятости в таких сферах, как бухгалтерские услуги, программирование, творческая деятельность и др.;

- создание многочисленных профессиональных сетей, где потенциальный работодатель размещает заказы.

Целью данной статьи является анализ структуры и особенностей функционирования объектов и процессов компьютерной сети банка.

### Структура современной компьютерной сети банка

Современная банковская система развивается в рамках общей стратегии развития и цифровизации Российской Федерации, которая подразумевает [3]:

- создание ИТ решений на базе открытых, модульных платформ;
- создание целевых платформ (ППС, ЕИСПД и др.);
- внедрение современных интеграционных ИТ решений и корпоративной интеграционной сервисной шины;
- внедрение инструментов автоматизации бизнес-процессов (BPM);
- развитие каналов взаимодействия, форматов и интерфейсов;
- организацию полнофункциональных личных кабинетов для клиентов Банка России и внедрение единых стандартов обмена (XBRL и др.).

Особую роль играет построение единого хранилища данных Банка России, организация хранилища структурированных данных и создание средств обработки и интеграции различных типов данных (BigData/SmartData).

Структура данных современной компьютерной сети банка показана на рисунке 1.



Рис.1. Структура данных современной компьютерной сети банка

Предусматривается и осуществляется создание централизованных точек доступа клиентов в режиме 24x7, централизация канала обмена платежной информацией и информационным трафиком. Также продолжается централизация, унификация и виртуализация вычислительной инфраструктуры

Особое внимание уделяется повышению пропускной способности и эффективности телекоммуникационной инфраструктуры, переходу от аренды каналов к получению сервисов от провайдеров, оптимизация использования спутниковых ресурсов, что, как следствие, приводит к постепенному снижению удельной стоимости инфраструктурных ресурсов.

### Анализ средств контроля и мониторинга результатов работы компьютерной сети банка

Стратегия ИТ на период 2016-2020 гг. также определила объективные метрики достижения результатов и их целевые показатели, которые должны быть внедрены. К ним относятся [3]:

- скорость реализации бизнес-требований (Time-to-Market для ИТ решений);
- оптимизация численности сотрудников ИТ;
- изменение баланса Развитие/Эксплуатация;
- количество приложений, созданных на целевых платформах;
- уровень централизации и виртуализации инфраструктуры;
- удельная стоимость ИТ сервисов и ресурсов;
- уровень доступности (Uptime) критических приложений.

Внедрение метрик позволит проводить качественный анализ средств контроля и мониторинга результатов работы компьютерной сети банка.

### Решение вопросов информационной безопасности

Одним из важнейших вопросов, возложенных на компьютерную сеть банка, является решение вопросов информационной безопасности. Угроз – огромное количество. На рисунке 2 показаны примеры угроз информационной безопасности, связанные с утечкой информации и несанкционированным доступом.

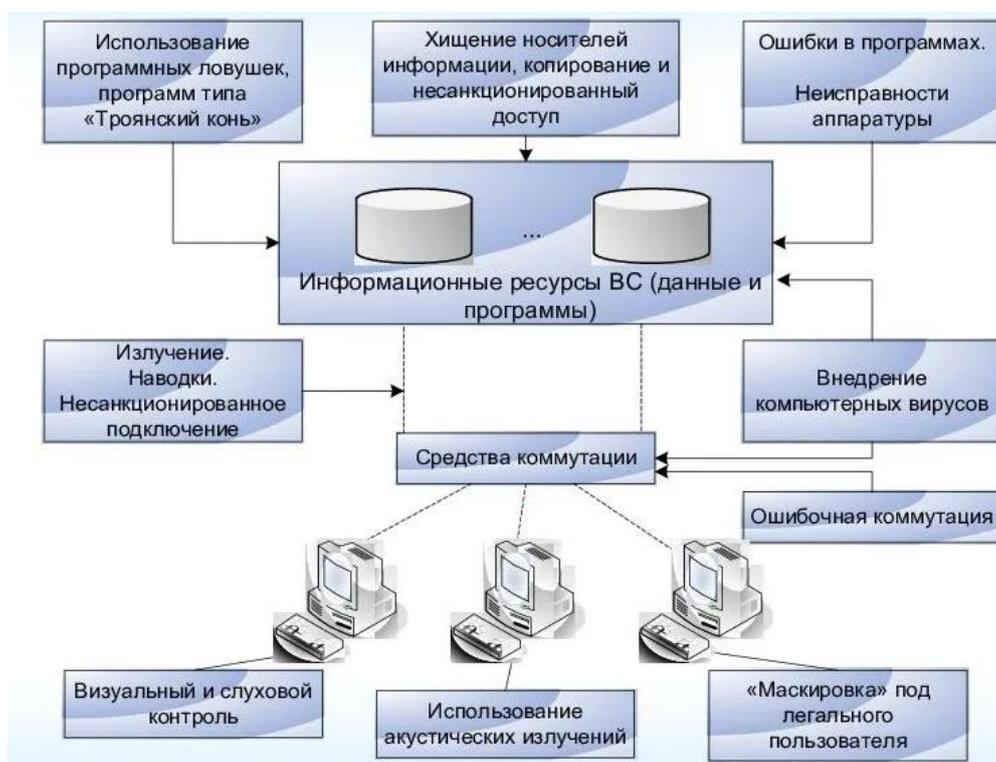


Рис.2. Примеры угроз информационной безопасности, связанные с утечкой информации и несанкционированным доступом

### Направления цифровой трансформации архитектуры банковских ИТ-решений

Типовая архитектура классического банка 2000-х годов включала [4]: корпоративный блок, казначейство, интернет-банк, единый [контакт-центр](#), монолитные системы - фронтальное решение, кредитный конвейер, [АБС](#), карточный процессинг и так далее. Все это стабильно работало, банки успешно обслуживали клиентов, но, если одна из систем отказывала, вслед за ней «падала» и вся инфраструктура банка. Обновлять монолитные системы тоже было тяжело и неудобно. Это делалось большими релизами, что приводило к

значительным расходам на глубокое и всестороннее тестирование. При этом у АБС был один функционал, у интернет-банка - другой, у контакт-центра – третий, так что о едином информационном пространстве и сквозной аналитике говорить не приходилось. Поскольку использовались проприетарные технологии от гигантов ИТ-индустрии, то была проблема и со специалистами. Их приходится переманивать у коллег или у компаний – производителей ПО.

### **Выводы**

Выполненный анализ позволяет сделать вывод, что для обеспечения устойчивой работы компьютерной системы банка необходимы:

- реализация программы обеспечения непрерывности и восстановления ИТ систем в кризисных ситуациях;
- реализация программы обеспечения непрерывности бизнеса (BCP);
- реализация катастрофоустойчивых решений для критичных ИТ систем (DRP);
- создание механизмов информационной безопасности, интегрированных в ИТ решения, обеспечивающих баланс между функциональностью и защищенностью;
- реализация интегрированных механизмов защиты информации в хранилище данных и в целевых платформах;
- импортозамещение на основе отечественных технологий.

При этом следует использовать накопленный опыт. Например, в одном из банков, чтобы уйти от этой классической, тяжеловесной архитектуры, были внедрены следующие решения [4]:

- публичные API для целевого функционала монолитных систем, позволяющие вне их контура конструировать банковские продукты;
- управление всеми API централизовано через API Gateway;
- безопасное гибридное облако, масштабирование, реализуемое за секунды;
- общий многоканальный фронт-энд в едином интерфейсе;
- новый целевой и нецелевой функционал, который разрабатывается собственными командами на базе микросервисной архитектуры;
- все ИТ-команды используют CI/CD;
- хранилище данных дополнено функционалом хранения и обработки неструктурированных данных.

Аналізу реализации этих направлений и будут посвящены дальнейшие исследования.

### **Литература**

1. Мальчева, Р. В. Компьютерные технологии – основа цифровой экономики // Бизнес-инжиниринг сложных систем: модели, технологии, инновации. Сборник материалов III международной научно-практической конференции. – Донецк: ДОННТУ, 2018. - С. 102-105.

2. Паньшин, Б. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-ekonomika-osobennosti-i-tendentsii-razvitiya>

3. Основные направления Стратегии ИТ Банка России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ib8.ib-bank.ru/files/files/2016/03\\_kruchkov.pdf](https://ib8.ib-bank.ru/files/files/2016/03_kruchkov.pdf)

4. Дремач, К. Как банки подстраиваются под ситуацию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Конференция:Конференция\\_ИТ\\_в\\_банках\\_2020?](https://www.tadviser.ru/index.php/Конференция:Конференция_ИТ_в_банках_2020?)

УДК 004.75

## ПРОБЛЕМА БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЕТЕВЫХ РЕСУРСОВ В ВУЗЕ

**Парамонов А.И., Марков А.Н., Северин К.М.**

УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»,  
кафедра информационных систем и технологий

E-mail: [a.paramonov@bsuir.by](mailto:a.paramonov@bsuir.by)

### **Аннотация.**

*Парамонов А.И., Марков А.Н., Северин К.М. Проблема балансировки нагрузки при организации распределенных сетевых ресурсов в вузе. В статье рассматриваются вопросы организации распределённых сетевых ресурсов в ВУЗе. Дается обзор возникающей в процессе их эксплуатации задачи балансировки нагрузки. Рассматриваются методы и средства балансировки нагрузки, а также возможные подходы к решению задач балансировки. Описываются результаты тестирования работы сервиса видеоконференцсвязи с балансировщиком нагрузки. Формулируются проблемы эксплуатации сервиса с выбранным алгоритмом балансировки.*

### **Annotation.**

*Paramonov A.I., Markov A.N., Severin K.M. The problem of load balancing in the organization of distributed network resources at the university. The article discusses the organization of distributed network resources in the university. An overview of load balancing problem arising during their operation is given. Methods and means of load balancing are considered, as well as possible approaches to solving balancing problems. The results of testing the using of the video conferencing service with a load balancer are described. The problems of service operation with the chosen balancing algorithm are formulated.*

### **Введение.**

В соответствии с концепцией цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь [1] Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники реализует ряд экспериментальных проектов, которые предполагают активную апробацию и внедрение новых видов инфокоммуникационных технологий. Это влечет за собой значительное увеличение нагрузки на цифровые ресурсы университета и предполагает решение вопросов, связанных с эффективной организацией доступа к распределённым сетевым ресурсам. Одним из цифровых ресурсов университета был внедрен сервис видео-конференц-связи для организации программ дистанционного и смешанного обучения. Однако, процесс интеграции видеосервиса в учебный процесс совпал с периодом пандемии, что повлекло резкий рост числа пользовательских запросов и увеличение нагрузки на систему в целом. Это позволило выявить проблему повышенной нагрузки на единичный сервер [2]. Для обеспечения согласованной работы узлов вычислительной сети на стороне провайдера услуг используется специализированное связующее программное обеспечение, обеспечивающее мониторинг состояния оборудования и программ, балансировку нагрузки, обеспечение ресурсов для решения задачи.

### **Основная часть.**

Один из путей решения проблемы повышенной нагрузки на единичный узел сети заключается в распределении пользователей в зависимости от загрузки каждого сервера и устранения задержек на этапах подключения к видеоконференции. Появилась

необходимость объединения нескольких вычислительных мощностей (серверов и клонов серверов) в единый кластер. С целью распределения нагрузки на сервис, а соответственно и нагрузки на сервера, необходимо было решить проблему балансировки нагрузки для доступа к распределенным сетевым ресурсам.

Следует отметить, что попытка балансировки ресурсов на клиентской стороне, при которой непосредственно пользователь при недоступности ресурса (сервера) выбирает другой из перечня возможных, была отброшена в силу усложнения процессов подключения к системе для пользования ресурсами, а также по причине проблем с администрированием ресурсов.

Балансировка нагрузки отличается от физического соединения тем, что балансировка нагрузки делит трафик между сетевыми интерфейсами на сетевой сокет (модель OSI уровень 4) основе, в то время как соединение канала предполагает разделение трафика между физическими интерфейсами на более низком уровне, либо в пакет (модель OSI уровень 3) или по каналу связи (модель OSI уровень 2). Множество алгоритмов планирования используются балансировщиками нагрузки, чтобы определить, какому серверу послать запрос. Простые алгоритмы включают в себя случайный выбор или круговой системе. Более сложные подсистемы балансировки нагрузки могут принимать во внимание дополнительные факторы. В общем случае балансировку нагрузки можно разделить на два вида: балансировка нагрузки на сеть передачи данных и сетевое оборудование, и балансировку нагрузки на серверное оборудование в целом. Процедура балансировки нагрузки на сеть осуществляется при помощи целого комплекса алгоритмов и методов, соответствующим следующим уровням модели OSI: сетевому, транспортному и прикладному.

Для распределения потоков нагрузки был внедрен внутренний сервис балансировки нагрузки, который объединяет несколько серверов в единое информационное пространство и позволяет получить доступ к большему объему ресурсов. Распределение нагрузки осуществляется по подключенным серверам в зависимости от занятости их по количеству подключенных клиентов (по числу запросов). Кроме того, для объединения серверов в кластер схема представляет собой организацию не только отдельных серверов с единой точкой входа, но еще и баз данных для балансировщика, а также подключение хранилища для возможности выгрузки записей видеоконференций. Структурная схема кластера, который включает сервер балансировки нагрузки, представлена на примере сетевого ресурса видео-конференц-связи (рисунок 1).

В основе рассматриваемого балансировщика применен алгоритм Round Robin, или алгоритм кругового обслуживания [3]. А точнее его модификация – Round Robin DNS, который является распространенным методом кругового DNS и используется в реализации веб-сервисов и сервисов ВКС (в том числе многих известных приложений видеосвязи).

С целью проверки эффективности решения применения разработанной схемы реализации балансировщика нагрузки в пределах вычислительного кластера было проведено нагрузочное тестирование [4]. Методика проведения тестов заключалась в оценке параметров работоспособности как по контрольным точкам – времени задержки и отклика входа пользователя в конференцию, время подключения к кабинету, контроля загрузки процессора, памяти, нагрузки на сеть (как в целом так и по интерфейсам локальной сети и провайдера), занятости кэш-памяти с выгрузкой на дисковый массив, так и в визуальном контроле качества работоспособности системы – контроль за рассинхронизацией аудио и видеопотока на момент проведения видеоконференции, задержки при декодировании конечного мультимедиапотока на оконечных устройствах пользователей, контроль за пропуском пакетов на этапе передачи мультимедиа потока в режиме реального времени по сети.

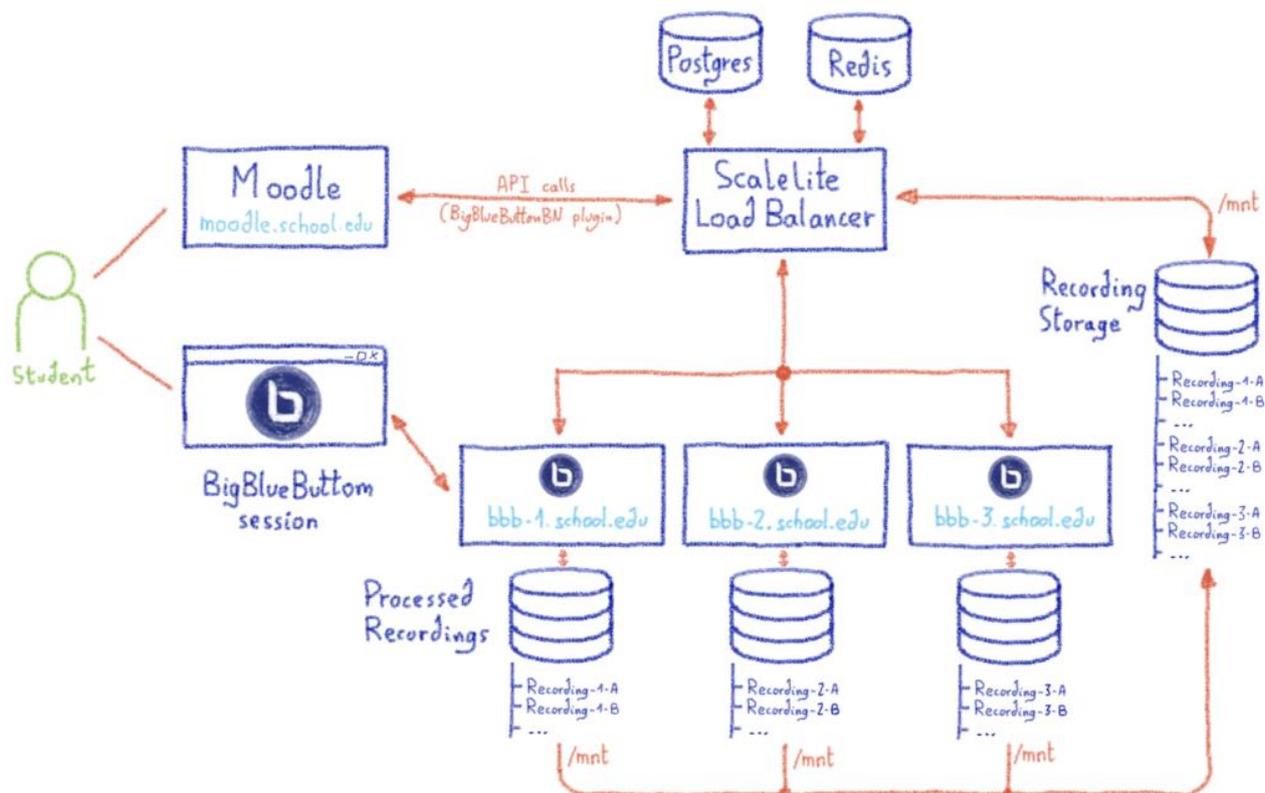


Рисунок 1. – Структурная схема организации подключения кластера с балансировщиком

Тестирование вычислительного кластера проводилось как внутренними пользователями (внутри локальной вычислительной сети учреждения образования), так и внешними пользователями, подключенными через провайдеров. На этапе тестирования были задействованы компьютерные классы, расположенные в разных учебных корпусах и опорный коммутатор, который установлен отдельно.

После проведения нагрузочного тестирования были получены данные для анализа работоспособности вычислительного кластера в целом и балансировщика в кластере ресурсного сервера. Данные, полученные в результате тестирования, включают распределение числа пользователей по времени и распределение нагрузки на ресурсы серверов в кластере в зависимости от загруженности.

### Выводы.

Тестирование работы балансировщика нагрузки показало, что реализация кластерного вычисления с организацией балансировки нагрузки в значительной степени позволяет увеличить количество пользователей ресурса относительно документированных базовых значений сервиса и зависит напрямую от производительности кластера. Алгоритм балансировки нагрузки с применением балансировки на уровне DNS позволяет распределять пользователей только в зависимости от доступности ресурса (хоста), но не позволяет учитывать загруженность аппаратных ресурсов.

Определены наиболее загруженные компоненты кластера (центральный процессор, задействованный на этапе подключения пользователей для выполнения алгоритма балансировки нагрузки). Нагрузка на оставшиеся аппаратные ресурсы вычислительного кластера в пределах допустимых значений. Таким образом было выявлено, что для оптимального распределения больших потоков пользователей ресурсов требуется

экспериментальная настройка алгоритма балансировки нагрузки с учетом загрузки аппаратных ресурсов выделенных серверов в вычислительном кластере.

### **Литература**

1. Концепция цифровой трансформации процессов в системе образования Республики Беларусь на 2019–2025 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://iso.minsk.edu.by/>. – Дата доступа : 15.05.2022.
2. Марков, А. Н. Выбор сервиса видеоконференцсвязи и его адаптация под учреждение образования / А. Н. Марков, Р. О. Игнатович, А. И. Парамонов // Информатика. – 2021. – Т. 18, № 4. – С. 17–25. <https://doi.org/10.37661/1816-0301-2021-18-4-17-25>
3. Round Robin Load Balancing Definition. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avinetworks.com/glossary/round-robin-load-balancing> Дата доступа: 15.05.2022
4. Markov, A. Parameters of load testing models: approaches to estimation / A. Markov, A. Paramonov // Nano-Desing, Tehnology, Computer Simulations = Нанопроектирование, технология, компьютерное моделирование (NDTCS-2021): тезисы докладов XIX Международного симпозиума, Минск, 28-29 октября 2021 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2021. – Р. 122–123.

**ИУСМКМ-22**

**СЕКЦИЯ 7**

**СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО  
ИНТЕЛЛЕКТА**

УДК 622.083

## ЦИФРОВАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-ДУХОВНАЯ ЭМОЦИОНАЛЬНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА – ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ

Изосимова С.А., Пигуз В.Н., Ивашко К.С.

Государственное учреждение «Институт проблем искусственного интеллекта»

E-mail: [izosimova.snezhana@mail.ru](mailto:izosimova.snezhana@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Изосимова С.А., Пигуз В.Н., Ивашко К.С. Цифровая интеллектуально-духовная эмоциональная трансформация человека – психоэмоциональный аспект. Анализируется проблема эмоционального интеллектуально-духовного синтеза – взаимодействия или взаимозаменяемости – человека и машины (искусственного интеллекта). Намечены пути решения данной проблемы и перспективы развития области ИИ в целом.*

### **Annotation:**

*Izosimova S.A., Piguz V.N., Ivashko K.S. Digital intellectual and spiritual emotional transformation of a person is a psycho-emotional aspect. The article analyzes the problem of synthesis - interaction or interchangeability? – man and machine (artificial intelligence). The ways of solving this problem and the prospects for the development of the field of AI in general are outlined.*

**Введение.** Сегодня компьютеры умеют многое: рисовать не хуже великих художников, играть в шахматы, распознавать изображение или голос, даже ставить медицинские диагнозы и при необходимости блефовать. Однако, говорить о возникновении и развитии «сильного ИИ (искусственного интеллекта, далее ИИ)» (Stroh AI, Artificial Intelligenci) еще чрезвычайно рано.

Целью статьи является анализ проблемы цифровой интеллектуально-духовной эмоциональной трансформации человека – взаимодействия или взаимозаменяемости – человека и машины (искусственного интеллекта); анализ современного глобального процесса цифровизации, основу которого составляют информационные технологии (ИТ). Данные изменения накладываются на эволюционный процесс человека и общества в целом и могут стать причиной «критической зависимости от технологий». Таким образом, в структурную природную среду включаются новые технологические элементы. Для этого использован метод поиска в международных наукометрических научных базах, а также анализ художественных произведений нашего столетия: от фильмов, музыки и литературы до фото и их компьютерных программ-обработчиков.

**Компьютер или человек – эмоции или разум?** Благодаря развитию научно-технического прогресса тема создания и совершенствования ИИ чрезвычайно актуальна. Человек связан с природой «единым информационным каркасом», в основе которого – общедоступные коммуникации и возможности обработки больших массивов разнообразной информации. Человек представляет собой сложную многоуровневую систему, органично вписанную в социальные и экономические стороны жизнедеятельности современного общества. Плодотворное взаимодействие всех вышеперечисленных систем является залогом дальнейшего успешного развития человечества. Например, каждый человек думает о пенсии и выстраивает собственную стратегию для обеспеченной старости: во что вкладывать деньги? Какие объекты следует покупать? Создание и коррекция «дорожной цифровой карты личностного развития» и т.д. На сегодняшний день согласно международной статистике

наиболее интенсивно технологии ИИ используются в финансовых организациях (22,8 %) и учреждениях торговли (13 %).

Однако, данный процесс имеет и свою негативную сторону. Участились скандалы, например, в области обработки электронной почты и т.п., когда вместо разработки и использования соответствующих программ, использовали труд людей-операторов. Потому что это дешевле. В результате многие личные данные людей «утекли в сеть».

Философ Ник Бостром – один из основоположников силармистского направления, предполагает, что создание полноценного действующего искусственного интеллекта (далее ИИ) – чрезвычайно опасное дело, мастерски описанное в популярном фильме «Терминатор».

Однако, несмотря на это, определенные шаги в данном направлении были сделаны уже давно: например, виртуальные индивидуальные помощники и чат-боты, «регуляторные песочницы», «интернет вещей», 5 G и т.д. Более конкретно по данному вопросу, во-первых, это BCI – электронные аппараты для протезирования различных систем человеческого тела: зрение, слух, конечности тела, кардиостимуляторы и проч. Будущим данной отрасли является создание машины, полностью имитирующей системы человеческого мозга, т.н. машины-мозга. На данный момент наиболее известным научным направлением разработок в данной области является Blue Brain (электронный аналог мозга). Во-вторых, это разработка многочисленных компьютерных стартапов (от англ. startup company, startup, букв. – «стартующий») [2], охватывающих различные отрасли человеческой жизни. Например, Prisma – программа, обрабатывающая фото и моделирующая их в картины известных художников. Либо Mubert – онлайн-композитор электронной музыки [1]. Все это – производные «умного Интернета – умные вещи», обеспечивающие полноценное функционирование так называемого «умного дома».

**Антиципация – за и против?** Поэтому вопрос – нужна или нет антиципация («способность опережающего отражения») в мире искусственного интеллекта? – по-прежнему остается открытым. С одной стороны, машины, обладающие большей силой и выносливостью, а также эмоциональной нейтральностью, обрабатывающие большие объемы данных во много раз быстрее человека, способны в значительной степени потеснить людей на рынке труда. Кроме того, эмоциональная нейтральность предполагаемого ИИ также обеспечивает повышение производительности труда и КПД (коэффициент полезного действия) в общем: нет никаких ссор, склок, сплетен, перерывов и разговоров, которые отнимают энную часть рабочего времени. По истечении использования машину можно просто заменить на новый, более совершенный вариант, без каких-либо обязательств – не выплачивать пенсию, не оплачивать больничный и т.п.

Однако, к решению данного вопроса можно подойти с другой, более позитивной, стороны. С позиции аугментации (процесс увеличения, усиления и приращения) все далеко не так плохо: машины позволят человеку решать те задачи, которые были ранее ему недоступны. При этом не следует забывать, что интуиция и художественный вкус компьютеру неподвластны. Например, основатель компании Berg H. Нараин при помощи использования масс-спектрометров и мощных современных компьютеров смог проанализировать сотни данных, для создания инновационного лекарства против рака. Квалифицированные биохимики начинали работать в том случае, когда необходимо было проверить предложенные искусственным интеллектом гипотезы. Это значительно сокращало время на поиск ответа на тот или иной вопрос. В результате Нараин действительно вышел на новый уровень разработки лекарств, потому что обладал солидным опытом, знаниями и главное, что недоступно машинам, пониманием изменчивости окружающей среды. Поэтому, конечно, требования к человеку вышли на новый уровень: широкий кругозор, глубокие знания и неподдельный интерес к выбранной рабочей отрасли [3].

**Эмоциональные навыки общения.** Кроме того, компьютер не может (или пока не может) использовать навыки общения между людьми, а также эмоциональную

составляющую данного процесса. Например, придумать шутку, страшную историю, стихотворение и т.п. Компьютер не обладает художественным вкусом. Компьютер сможет собрать данные, но не сможет дать мудрый совет в юридической, либо иной области человеческой деятельности.

Таким образом, на сегодня одной из самых перспективных отраслей применения робототехники считается механическая работа, не требующая особого разума. Ведь даже в социальной сфере ухода за больными и престарелыми людьми требуются прежде всего эмоции: внимание, сочувствие, такт, т.е. «эмоциональный интеллект», которым обладают исключительно люди, да и то, к сожалению, далеко не все [4].

Как определить, кто находится на другом конце экрана: машина или человек? Тест Тьюринга уже не актуален. Сегодня, для прояснения данного вопроса используют капчу и антикапчу.

Антикапча представляет собой совокупность нескольких квадратов с мутным и размытым, нечетким изображением, сопровождающуюся уточняющими вопросами: например, на каких квадратах изображены кошки или собаки? Человек справится с подобным заданием не сможет, ибо изображения лишены элементов, распознаваемых человеческим глазом. Машина, обнаружив знакомые по сотням тренировок элементы (точки, линии, цветовые оттенки и проч.) без проблем справится с поставленной задачей.

Однако уже констатировались случаи, когда современные машины умышленно лгали и проваливали данный тест, специально затрудняя определение. Поэтому ответ на вопрос, кто находится по ту сторону экрана либо провода/экрана – человек или машина? – становится все более сложным.

Искусственные нейронные сети воспринимают изображение не как человек – они ведут поиск знакомых элементов на изображении и на основании полученных данных делают вывод. Например, фото непонятного цветового пятна и банана воспринимается ИИ как... тостер; фото котенка, как... системный блок и монитор, а на фото зеленого луга ИИ почему-то видит овечек. Поэтому машина видит окружающий мир иначе, иногда видя то, что невидимо человеческому глазу. По определенным точкам и цветовым оттенкам машина делает вывод о том, что находится вокруг нее в окружающем мире. Данный процесс не только и не столько сенсорный, сколько умственно-сенсорный. Осталось ответить на вопросы – как и именно и что видит машина в окружающем ее мире, может ли она испытывать эмоции и корректировать свое эмоциональное состояние? Можно ли при помощи технологий регулировать психоэмоциональное состояние человека?

Своевременное использование интеллектуально-духовных средств для саморегуляции эмоционального состояния личности также позволит решить проблему психофизиологической эмоциональной совместимости как в индивидуальном (например, в семье), так и в коллективном (рабочий коллектив) порядке. Причем в последнем случае польза от использования ИДТ носит еще и практический характер: на предприятии/учреждении нормализуется эмоциональный фон, падает эмоциональное напряжение, в результате чего улучшается психологический микроклимат и сотрудники больше времени уделяют работе, а не выяснению отношений внутри коллектива. В качестве конкретного примера используем запатентованную разработку группы авторов (А.С. Кремез, В.В. Бонч-Бруевич и др.) «Способ дистанционной оценки психофизиологической совместимости членов группы по гомеостатической методике» (2016 г.). Изобретение включает в себя цветотерапию – типология Айзенка и определенные им параметры эмоциональной устойчивости каждого типа темперамента; компьютеризированную систему цветowych меток и БД полученных в результате тестирования результатов. Благодаря чему определяется группа эмоционально-значимых образов (ЭЗО) для каждого конкретного человека.

Однако действующий способ коррекции эмоционального состояния, речевой, слуховой и мыслительной деятельности человека с помощью специального, звуковоспроизводящего, радиоэлектронного устройства коллективного/индивидуального пользования еще не был создан и находится в разработке.

Предупредить возможные негативные последствия процесса социальной адаптации или стресса для личности человека, а также осуществить исследование эффективного использования безмедикаментозных методов и средств интеллектуально-духовной терапии для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности разработанной на базе Государственного учреждения «Институт проблем искусственного интеллекта» сотрудниками отдела теоретических исследований в области искусственного интеллекта.

При создании разработки авторами использовалось множество методов и методик психологического анализа личности, среди которых:

- методика изучения и диагностирования психофизиологических состояний (ПФС);
- методика психологического тестирования и тестов определения индивидуальной асимметрии мозга.

Благодаря чему решается комплекс задач: поиск оптимального пути предотвращения негативных последствий чрезвычайных ситуаций посредством использования психологического тестирования; определение базиса необходимых для всестороннего анализа личности на разных этапах развития психологических тестов и психофизиологического диагностирования в целом; обозначение психологических тестов, делающих наиболее продуктивным и оптимальным процесс социальной адаптации личности в условиях современного общества; создание многофакторных информационных баз, обработка которых с использованием компьютерных технологий позволяет оперативно диагностировать психофизиологическое состояние личности, определить ведущее полушарие мозга, самооценить доминирующее эмоциональное состояние интеллектуально-духовной реабилитации (ИДР) и т.п.

**Психологическое тестирование.** Психологическое тестирование визуального плана дает реальную возможность не только предоставить объективный анализ личности, но и определить профессиональные предпочтения, что облегчает процесс социальной адаптации человека в целом и позволяет максимально правильно раскрыть предмет своей тревоги, причину депрессии, либо проблему психологической фрустрации, не привлекая к ним чрезмерного внимания, что особо актуально, когда проблема касается ребенка и носит семейный характер.

Особое внимание при этом, как упоминалось выше, уделяется инновационным компьютерным технологиям. Компьютерный комплекс, разработанный на базе Государственного учреждения «Институт проблем искусственного интеллекта», предназначенный для диагностирования психофизиологических состояний человека, восстановления или реабилитации его интеллектуально-духовной жизни и безмедикаментозной терапии психоэмоциональных состояний [1]. Использование комплекса позволяет за минимальный временной отрезок получить наиболее вероятные результаты и спрогнозировать методику дальнейшего лечения и коррекции психофизиологического состояния личности в каждом конкретном случае его использования. Таким образом, психологическое тестирование не утрачивает своей актуальности на всех возрастных этапах развития и формирования личности человека: начальная, средняя и старшая школа; коррекция социологического поведения и психологического состояния взрослого человека, получившего образование (специальность) и реализовавшего полученные навыки на профессиональном уровне.

Отдельного внимания заслуживает и тот факт, что разработка инновационного алгоритмического и программного обеспечения комплексной компьютерной системы позволит любому пользователю, даже непрофессионально владеющему компьютером, при

необходимости выявлять или диагностировать, а впоследствии – корректировать собственное психофизиологическое состояние [2]. Что, в свою очередь, является прекрасным прецедентом для последующей компьютеризации общества в целом и создании систем искусственного интеллекта в частности.

**Выводы.** Из вышесказанного следует **вывод** – человек обязан следить за тем, чтобы компьютер правильно выполнял свою работу, при этом вносить коррективы в данный процесс по мере необходимости. Умение мыслить нестандартно, образно, испытывать эмоции – одна из основных черт, присущая человеческому мышлению, но не ИИ. Человек, в отличие от самого совершенного компьютера, умеет думать на перспективу, чувствовать и создавать неповторимые, индивидуальные произведения искусства [4].

Нормализующие возможности интеллектуально-духовных средств при использовании их для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности многократно расширяются и приобретают новые возможности при использовании новых компьютерных технологий. Что дает ряд преимуществ перед ранее известными методами и средствами:

1. Минимизация рабочих и временных затрат на проведение тестов и обработку полученных результатов. Компьютер обрабатывает большие объемы информации за значительно меньший временной промежуток по сравнению с человеком. Благодаря чему данные, полученные в результате тестирования или опроса, обрабатываются в оптимальные сроки. Что также дает возможность формирования БД для дальнейшего использования.

2. Возможность одновременного воздействия на все органы чувств человека, благодаря технологиям виртуальной реальности – 5-G, 3-G и т.п.

Безмедикаментозные методы и средства интеллектуально-духовной терапии, используемые для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности, в общем случае делятся на две группы:

- невербальные, когда информация воспринимается человеком посредством органов зрения и обоняния: цветотерапия (хромотерапия); цветное дыхание (цветомедитация); биорезонансная офтальмоцветотерапия; (8-цветовой тест Люшера) и т.д. Информация поступает в головной мозг в виде зрительных образов, воплощенных как в цветовых тестах, так и в произведениях изобразительного искусства. В результате восприятия данных образов формируется эмоция;

- вербальные – восприятия информации происходит посредством органов слуха. Наиболее распространенные и широко используемые всевозможные тестовые шкалы, тесты, опросники (Изарда, Айзенка и пр.); всевозможные формы музыкотерапии (рецептивная и активная); библиотерапия. В плане библиотерапии особый акцент делает на терапевтическое влияние и музыкальность, силу ритмо-мелодического воздействия, стихотворных текстов.

Таким образом, известные методы воздействия, такие как: библиотерапия, хромотерапия, цветомедитация, арт-терапия, музыкотерапия и т.п. усиливаются и приобретают пролонгированный терапевтический эффект.

3. Разработка практических рекомендаций по использованию визуальных, слуховых и речевых средств саморегуляции психоэмоциональных состояний для восстановления статуса психологического здоровья личности, проводящаяся в ГУ «ИПИИ», позволит использовать компьютерные системы как в индивидуальном, так и в коллективном порядке.

4. Анализ и формирование оптимального комплекса наиболее эффективных и практически используемых интеллектуально-духовных безмедикаментозных средств и методов для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности, проводящийся специалистами ГУ «ИПИИ», позволит избежать негативных эмоциональных состояний: депрессий, выгорания, нервных срывов и т.д., а также всевозможных ЧП и срывов рабочего процесса на производстве.

Человек и машина создают максимально успешный симбиоз вместе, а не по отдельности. Психоэмоциональный аспект данного вопроса разрабатывается в НИР,

проводимой на базе ГУ «ИПИИ», «Исследование эффективного использования безмедикаментозных методов и средств интеллектуально-духовной терапии для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности». ИИ и человек – это не взаимозаменяемые, а взаимодополняющие ресурсы. Залогом успешного развития, хоть в бизнесе, хоть в науке, является не экономия уже имеющихся ресурсов, а постоянный процесс введения инноваций.

Современный высокий уровень развития IT-технологий перенес исследование эффективного использования безмедикаментозных методов и средств интеллектуально-духовной терапии для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности на новый уровень – создания искусственного эмоционального интеллекта. Для проведения тестирования, обследования и диагностики, формирования БД, хранения и извлечения в случае необходимости результатов диагностики, составления выводов и рекомендаций относительно саморегуляции психоэмоциональных состояний личности используются как запатентованные компьютерные IT-технологии, так и находящиеся в разработке: «Способ определения психологического типа (по К.Г. Юнгу, И.Б. Майерс, Д. Кейрси) на основе измерения свойств нервной системы человека двигательными экспресс-методиками Е.П. Ильина»; «Способ информационного, психоэмоционального и ассоциативного воздействия на состояние человека»; «Способ повышения психофизиологической устойчивости работающих к стрессогенным факторам производственной среды» и т.д. Таким образом, известные ранее методы и средства интеллектуально-духовной терапии при помощи компьютерных технологий синкретически взаимодействуют, многократно усиливают терапевтический эффект, открывают новые возможности более эффективного воздействия и использования для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности на базе инновационных IT-технологий. Что способствует не только разработке практических рекомендаций по использованию речевых средств для саморегуляции психоэмоциональных состояний для восстановления статуса психологического здоровья личности, но и созданию в будущем научно-обоснованного оптимального комплекса безмедикаментозных интеллектуально-духовных средств и методов речевого характера для эффективного саморегулирования психоэмоциональных состояний человека с целью быстрого восстановления нормального статуса психологического здоровья личности.

Психофизиология и медицина, благодаря развитию IT-технологий, выходят на новую степень эволюции, взаимодействуют и взаимодополняют друг друга и являются предметом исследования для будущих поколений психологов и IT-специалистов.

#### Литература

1. Кирби, Дж. Перехитрить искусственный интеллект [Электронный ресурс] / Дейвенпорт Томас, Кирби Джулия // Управление инновациями. – Режим доступа: <https://hbr-russia.ru > innovatsii> (дата посещения: 09.02.2022 г.).
2. Сальников, И. С. Программный продукт для компьютерной диагностики и самооценки доминирующего эмоционального состояния личности по дифференциальной шкала эмоций Изарда [Текст] / И. С. Сальников, Р. И. Сальников, Т. Д. Ключанова // Материалы Донецкого международного круглого стола «Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение. ИИ – 2021». – Донецк : ГУ «ИПИИ», 27.05.2021 г. – С. 74–78.
3. Золотов, Е. ИИ, представься! Зачем и как отличать машину от человека [Электронный ресурс] / Евгений Золотов // Компьютерра (легендарный журнал о современных технологиях). – Режим доступа: <https://www.computerra.ru > ii...> (дата посещения: 09.12.2021 г.).
4. Сальников, И. С. Проблема научной классификации эмоций [Текст] / И. С. Сальников // Материалы Донецкого международного круглого стола «Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение. ИИ – 2021». – Донецк : ГУ «ИПИИ», 27.05.2021 г. – С. 69–74.

УДК 004.51

## АНАЛИЗ ANDROID-РАЗРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ JETPACK COMPOSE

**Крысанов Е. С., Бондаренко А. О., Бершадская О. А., Волков А. С., Бычкова Е. В.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта

E-mail: [jenya.kr.2001@gmail.com](mailto:jenya.kr.2001@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Крысанов Е. С., Бондаренко А. О., Бершадская О. А., Волков А. С., Бычкова Е. В. Анализ Android-разработки с использованием Jetpack Compose. Проведен анализ средства взаимодействия пользователя с функциональной и эстетической частью дизайна интерфейсов в мобильных приложениях. Описаны преимущества фреймворка Jetpack Compose.*

### **Annotation:**

*Krysanov E. S., Bondarenko A. O., Bershadskaia O. A., Volkov A. S., Bychkova E. V. Analyzing Android Development Using Jetpack Compose. The analysis of the means of user interaction with the functional and aesthetic part of the design of interfaces in mobile applications has been carried out. The advantages of the Jetpack Compose framework are described.*

### **Введение**

IT-индустрия активно развивается каждый день, какие-то отрасли медленнее, какие-то быстрее. Особенно активное развитие можно выделить в индустрии мобильной разработки. Благодаря ее стремительному развитию каждые несколько лет мы наблюдаем появление новых технических решений, которые призваны упростить жизнь разработчикам. Некоторые из них, не находят свои группы пользователей и остаются лишь в истории, а некоторые обретают большую популярность и развиваются постоянно, в следствии чего становятся в определенных областях стандартными инструментами. В данной статье рассматривается такое направление как Android-разработка и ее новый активно развивающийся фреймворк от Google – Jetpack Compose, его преимущества и недостатки [1].

### **Новые инструменты мобильной разработки**

Главным трендом мобильной разработки за последние несколько лет стал декларативный пользовательский интерфейс User Interface Design (UI). Такое решение уже давно успешно применяется в веб- и кроссплатформенных решениях и, наконец, добралось и до нативной разработки. На iOS существует SwiftUI (представленный на WWDC 2019), а на Android – Jetpack Compose (представленный месяцем ранее на Google I/O 2019), который был заявлен как «Простой, реактивный и Kotlin-only» – новый декларативный фреймворк от Google, и выглядел как «младший брат» Flutter (который к тому моменту уже стремительно набирал популярность) [1].

### **Анализ проектирования дизайна интерфейсов мобильных приложений**

У каждого приложения, особенно мобильного, важную роль играет его интерфейс для пользователя, его внешний вид. Существует такое понятие, как видовое окно (view), которое представляет собой базовый элемент управления интерфейса в виде прямоугольной области, где можно рисовать и обрабатывать события. Примерами видовых окон являются: контекстное меню (ContextMenu), меню (Menu), вид (View), поверхность рисования

(SurfaceView). Таким образом, видовые окна и виджеты являются элементами управления пользовательского интерфейса, однако первые способны выполнить не одну, а несколько функций.

На этапе дизайн-проектирования графического интерфейса мобильного приложения была определена главная цель – суметь в доступной форме рассказать пользователю способ лучшего контакта с ним.

Необходимо отметить, что проектирование дизайна интерфейсов – это особое ответвление дизайна в целом. Главная цель UI-дизайна – иллюстрировать действия и полученную информацию в доступном и понятном виде, показывающем предмет и задачи, которые поставили для себя разработчики. Главной чертой и трудностью проектирования интерфейса является то, что нужно объяснить информацию изящно и красиво, но визуальные эффекты не должны противоречить удобному каркасу приложения и отвлекать пользователя при работе с данным продуктом [2].

### **Jetpack Compose**

Для упрощения создания и поддержания UI-дизайна, взамен стандартным инструментам (описанием XML-файлов), был создан Jetpack Compose.

Jetpack Compose – это новый декларативный UI Framework для Android. Разработчики Android уже давно привыкли писать пользовательский интерфейс в xml с использованием представлений с сохранением состояния (Stateful Views), которые обновляются пошагово через иерархию представлений (View Hierarchy). В Jetpack Compose пользовательский интерфейс пишется без сохранения состояния с помощью функций Kotlin.

Благодаря использованию данного фреймворка были написаны такие приложения как PlayMarket, Twitter, Pintrest, Mondo и другие.

Итак, чем же хорош Jetpack Compose и, главное, чем он кардинально отличается от существующего на данный момент UI-фреймворка Android?

- Unbundled toolkit: Jetpack Compose не зависит от конкретных релизов платформы.
- Kotlin-only: больше не нужно переключаться между классами и xml-файлами – вся работа с UI происходит в одном Kotlin-файле.
- Композитный подход: наследованию – нет, композиции – да. Каждый UI-компонент представляет собой обычную composable-функцию, отвечающую только за ограниченный функционал, т.е. без лишней логики. Никаких больше View.java на 30 тысяч строк кода.
- Unidirectional Data Flow: одна из основополагающих концепций Jetpack Compose, о которой будет рассказано подробнее чуть ниже.
- Обратная совместимость: для использования Compose не требуется начинать проект с нуля. Имеется возможность как его встраивания (с помощью ComposeView) в имеющуюся xml-вёрстку, так и наоборот.
- Меньше кода: тут, как говорится, «лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать». Благодаря Jetpack Compose количество кода сокращается минимум в 2 раза (рис. 1).
- Независимость от версий ОС: все фичи, багфиксы и улучшения доступны одновременно для всех версий Android. Например, если в тулките появится новая UI-фича, ее можно использовать и на Android 12, и на Android 11 — интерфейс будет выглядеть нативно на обеих версиях.
- Предсказуемость: декларативный стиль позволяет переложить большую часть работы по обновлению UI с разработчика на фреймворк. Как следствие — меньше ошибок.

Из недостатков можно выделить то, что данный фреймворк находится в состоянии Alpha-версии. Безусловно, более чем за год разработки фреймворк значительно преобразился и стал гораздо стабильнее. Однако это всё ещё Alpha-версия, а поэтому за пределами Pet-проектов использовать его не рекомендуется [3].



Рисунок 1 – Разница в количестве строк кода между стандартными инструментами проектирования и фреймворком

### Декларативный стиль

Декларативное программирование – парадигма программирования, в которой задаётся спецификация решения задачи, то есть описывается ожидаемый результат, а не способ его получения. Противоположностью декларативного является императивное программирование, при котором на том или ином уровне детализации требуется описание последовательности шагов для решения задачи.

Отдельное внимание стоит уделить главной особенности Jetpack Compose, которой является именно декларативный стиль создания UI. Суть подхода в данном фреймворке заключается в описании интерфейса как совокупности composable-функций (они же виджеты), которые не используют «под капотом» view, а напрямую занимаются отрисовкой на canvas. Для одних это недостаток, для других – возможность попробовать что-то новое. Так или иначе, к концепции «верстать UI-кодом» нативному разработчику, не работавшему ранее с аналогичными технологиями (к примеру, Flutter или React Native), придётся привыкать (рис. 2).



Рисунок 2 – Иллюстрация императивного и декларативного подхода

\* Разработчик описывает правило, а система сама обновляет состояние кнопки

### Unidirectional Data Flow

Однонаправленный поток данных (UDF) – это шаблон проектирования, в котором состояние течет вниз, а события - вверх. Следуя однонаправленному потоку данных, вы можете отделить компостируемые файлы, отображающие состояние в пользовательском интерфейсе, от частей вашего приложения, которые хранят и изменяют состояние.

В современном Android-приложении UI-состояние меняется в зависимости от происходящих событий (нажатие на кнопку, переворот экрана и т.д.). Нажимая на компонент, тем самым формируется событие, а компонент меняет свое состояние (state) и вызывает функцию callback в ответ. Из-за довольно тесной связи UI-состояния с View это потенциально может привести к усложнению поддержки и тестирования такого кода. К примеру, возможна ситуация, когда помимо внутреннего state компонента можно хранить его состояние в поле (например, во viewmodel), что теоретически может привести к бесконечному циклу обновления этого самого state.

Что же касается Jetpack Compose, то здесь все компоненты по умолчанию являются статическими (stateless). Благодаря принципу однонаправленности достаточно «скормить» модель данных, а любое изменение состояния фреймворк обработает без участия разработчика. Таким образом, логика компонента упрощается, а инкапсуляция состояния позволяет избежать ошибок, связанных с его частичным обновлением. В качестве примера рассмотрим composable-код. Перед описанием компонентов были определены две переменные:

```
var loginValue by remember { mutableStateOf(TextFieldValue("")) }  
var passwordValue by remember { mutableStateOf(TextFieldValue("")) }
```

Создаются два текстовых объекта, значения которых устанавливаются поля ввода (логина и пароля) в качестве value. А благодаря связке remember { mutableStateOf(...) } любое изменение значений этих объектов (из других частей кода) уведомит об этом соответствующее поле ввода, которое перерисует только значение value вместо полной рекомпозиции всего компонента.

### Выводы

По результатам проведенного анализа можно отметить, что у данного нового решения от Google имеется огромный потенциал. С момента анонса в 2019 году была проведена огромная работа по улучшению и доведению до «идеала», и не менее долгий путь до «релиза» у фреймворка ещё впереди. Однако теперь он публично доступен, и это открывает большие возможности для его изучения и даже, при желании, улучшения, либо, как минимум, отличной возможности для ознакомления.

### Литература

1. Jetpack Compose. Android Developers / Интернет-ресурс. – Режим доступа: [www/  
URL: https://developer.android.com/jetpack/compose](http://www/https://developer.android.com/jetpack/compose)
2. Habr [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/  
URL: https://habr.com/ru/company/epam\\_systems/blog/522152/](http://www/https://habr.com/ru/company/epam_systems/blog/522152/)
3. Молодой ученый [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/  
URL: https://moluch.ru/archive/234/54257/](http://www/https://moluch.ru/archive/234/54257/)
4. AppTractor [Electronic resource] / Интернет-ресурс. – Режим доступа: [www/  
URL: https://apptractor.ru/info/articles/kontseptsii-jetpack-compose-kotorye-dolzhen-znat-kazhdyy-razrabotchik.html](http://www/https://apptractor.ru/info/articles/kontseptsii-jetpack-compose-kotorye-dolzhen-znat-kazhdyy-razrabotchik.html)

УДК 004.4

## РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ ИГРЫ В ЖАНРЕ «СИМУЛЯТОР» НА ПЛАТФОРМЕ UNITY

Рубанов Д.Г., Едемская Е.Н.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта

E-mail: [rubanovdima1990@mail.ru](mailto:rubanovdima1990@mail.ru)

### **Аннотация:**

*Рубанов Д.Г., Едемская Е.Н. Разработка технического предложения мобильной игры в жанре «симулятор» на платформе UNITY. В работе проанализированы технические аспекты разработки игры и описаны все наиболее важные элементы, механики и классы. Описан игровой процесс, механики сложности и анимации.*

### **Annotation:**

*Rubanov D.G., Edemskaya E.N. Development of a technical proposal for a mobile game in the «simulator» genre on the UNITY platform. The paper analyzes the technical aspects of game development and describes all the most important elements, mechanics and classes. The gameplay, mechanics of complexity and animation are described.*

### **Общая постановка проблемы**

Рынок мобильных приложений, в частности и мобильных игр, имеет тенденцию расти из года в год, это и не удивительно ведь, как показывают различные исследования, использование мобильных телефонов с каждым годом занимает всё больше нашего времени. С развитием технологий и превращением мобильного телефона из обычной «звонилки» в карманный персональный компьютер, спектр задач выполняемых телефоном практически безграничен. При условии хорошего сигнала интернета пользователь может мгновенно узнать новости из любого уголка мира, прогноз погоды, состояние пробок на дорогах, заказать услуги и товары, записаться к врачу и многое, многое другое. Для всего этого разрабатываются мобильные приложения.

Но не лишь эту сферу жизни может упростить и улучшить мобильный телефон. Проведение досуга и развлечения - еще одно направление, где телефону, который находится с пользователем всегда и везде, нет равных по доступности и возможностям. К примеру, находясь в общественном транспорте по пути на работу или дальней поездке, в парке на отдыхе или в очереди в больнице, всюду, где время начинает течь медленно и уныло, пользователь захочет его «убить», и захочет что-то посмотреть или быть может поиграть. Из этого следует, что рынок мобильных игр является востребованным и многогранным, что и показывает статистика.

Целью статьи является разработка технического предложения мобильной игры в жанре «симулятор». Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: анализ рынка мобильных игр, описание игрового процесса с учетом необходимых классов на платформе UNITY, описание интерфейса и особенностей игры.

### **Анализ рынка мобильных игр**

Рынок мобильных игр столь разнообразен и велик, что буквально каждый день на площадках по типу App Store и Play Market выходят десятки игр разных жанров и направлений. Для того чтобы предлагаемый продукт был актуален и востребован, проведем статистический анализ. Анализировать мы будем именно раздел бесплатных игр, так как

раздел платных игр в большинстве своем содержит проекты огромных студий, над которыми работал целый штат сотрудников, имеющих уже колоссальный опыт. Воспользуемся прямой статистикой от самых популярных площадок и увидим, что в бесплатном топе лидируют [1]:

- Among Us! (Симулятор);
- Brain Out (Симулятор, Головоломка);
- PUBG MOBILE (Экшн, Стратегия);
- Клуб Романтики - Мои Истории (Симулятор, Ролевые);
- Subway Surfers (Экшн, Симулятор);
- Words of Wonders: Игры Слова (Головоломка, Словесная);
- Homescapes (Головоломка, Симулятор);
- Дурак онлайн (Карточные, Симулятор);
- Спасите девушку! (Головоломка, Симулятор);
- Easy Game - логическая игра (Головоломка, Словесная);
- Call of Duty®: Mobile (Экшн);
- Brain Test: Хитрые Головоломки (Викторины, Головоломки);
- Beat Blade: Dash Dance (Симулятор, Музыка);
- Fishdom ( Головоломка, Симулятор);
- Woodturning 3D (Ролевые, Симулятор).

Проанализировав данный топ, приходим к выводу, что интересам аудитории в 11 случаях из 15 соответствует симулятор. Следовательно, потенциальному игроку интересно примерить на себе ту или иную роль, погрузиться в тот мир условностей, который предложен. На основе этого принято решение создать игру в жанре «симулятор» [2]. Во-первых, это популярное и востребованное направление, а во-вторых, этот жанр не накладывает жестких рамок к происходящему на экране, так и на использование различных механик.

Проанализировав сюжет и геймплей игр из представленного топа, заметим, что все сюжеты довольно просты и приземлены (к примеру, симулятор бобра, что вытаскивает из бревен различные изделия или симулятор зрителя за аквариумом, где его цель уход за обитателями аквариума). Исходя из личных предпочтений, объектами игры выбраны садовник и его работа в саду. Это идеальная тема развития жанра «симулятор» и, если посмотреть на общие тенденции, в играх чаще игрок что-то разрушает или кого-то убивает, а игр на созидание не так уж много.

#### **Последовательность реализации элементов игры**

Успех в разработке любого программного продукта напрямую зависит от того, как хорошо разработчик составит классы и их отношения между собой, а также удобный, логичный интерфейс.

Первым этапом разработки является создание среды игры и определение области действий. В нашем случае локация будет только одна - сама оранжерея для цветов. Контроль игрового процесса будет осуществляться путем нажатия на объект воздействия в определенном контексте. Далее добавим интерактивные элементы, такие как часы-органайзер, список заказов, инструменты для растений, склад и т. д. Следующей стадией будет реализация самого процесса посадки, ухода и сбора урожая, а также процесс роста. Последним этапом будет полировка графики, анимации и т. д.

На рисунке 1 изображена схема расположения объектов на игровой панели.



Рис. 1. Игровая панель

### Необходимые классы

Для организации разработки кода игры требуется определить необходимые для функционирования классы, и как они связаны между собой.

Для реализации кода необходим главный класс:

- Scene

Это центральный класс в организации кода, который управляет всеми действиями и событиями, происходящими на экране без участия пользовательского вклада. Это включает появление и исчезновение новых заказов в списке заказов, определение и установление соответствующих характеристик данной локации, таймер времени и привязанные к определенным временным промежуткам события, а также текущее состояние каждого растения.

- NPC(flower)

Этот класс определяет характеристики и награды, получаемые от взаимодействия с объектом. Это информация о доступных наградах, требованиях, урожайности и т. д.

На рисунке 2 представлены три экземпляра класса NPC(flower), выполненные в 2D стиле в векторном представлении с помощью программы Krita [3].



Рис. 2. Класс NPC(flower)

- Pot

Этот класс определяет характеристики горшка для цветов: время, когда горшок держит в себе воду необходимую для запуска процесса роста растения.

На рисунке 3 представлены три экземпляра класса Pot, выполненные в 2D стиле в векторном представлении с помощью программы Krita [3].



Рис. 3. Класс Pot

– Skills

Класс, содержащий в себе все инструменты воздействия на класс NPC: лейка, удобрения, пестициды и т. д., а также их характеристики.

– Orders

Класс, содержащий в себе всю информацию о заказах: данные заказчика, их комментарии по заказу, количество цветов, их наименования, а также данные о времени на заказ и его вознаграждении.

– Calendar

Словарь событий, которые привязаны к определенному времени и дате. Информация проверяется внутриигровым таймером времени, чтобы создавать события в игре каждый рабочий день, которые будут изменять определённые значения характеристик у класса Skills, а так же у класса Orders (пример: цена за полив, количество доступных заказов).

– Store

Класс, содержащий в себе функции покупки расходных материалов (семян, удобрений и т. д.)

– Depot

Класс, содержащий в себе свойства вместимости.

– Result

Окно достигнутых результатов в конце дня. Отображает изменение денег, потраченные удобрения, воду и деньги, выполненные заказы и уровень успеха за день.

### Реализация игрового процесса

Игровой процесс начинается с начала внутриигрового рабочего дня. В первую очередь появляется окно календаря с конфигурацией данных для этого рабочего дня, затем в список заказов поступают заказы. После чего игрок может приступить к их выполнению и выращиванию растений.

Основными элементами в системе выращивания являются конфигурации растения, конфигурации горшка, конфигурации инструментов для ухода. Растение, если не закончило свой рост в один день, продолжает этот процесс на следующий день. В течение рабочего дня могут появляться новые заказы.

По истечении времени рабочего дня появляется окно результатов дня с прибылью, затратами, статистиками дня и т. д. С наступлением следующего дня обновляются характеристики магазина, стол заказов, где старые заказы удаляются, а формируются новые.

### Интерфейс

Интерфейс в игре прост, но эффективен. Он направлен на передачу как можно большего количества информации пользователю при маленьком количестве текста на экране. За исключением главного меню, меню паузы и текста в заказах, весь интерфейс выполнен с помощью пиктограмм.

### Анимация

Анимации в игре будут нести исключительно косметический характер для живости происходящего на экране. К примеру, растения постоянно будут слегка покачиваться, а также при воздействии на растение каким либо инструментом, появится соответствующая анимация.

На рисунке 4 изображена схема переходов между анимациями у класса NPC(flower).

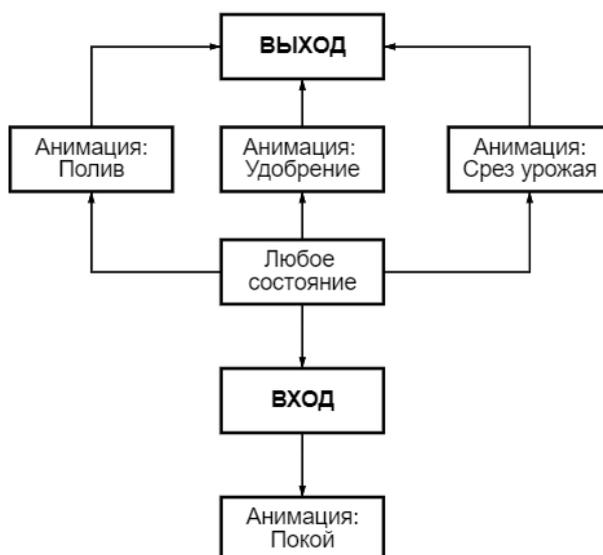


Рис. 4. Простейшая схема изменения анимации

В зависимости от воздействия на экземпляр данного класса, анимация покоя заменяется на короткое время другой анимацией по типу: полив, удобрение, срез урожая при соответствующем воздействии на данный экземпляр, после чего происходит переход снова к анимации покоя [4].

#### **Сложность игры**

В игре не предусматриваются уровни сложности. С помощью технологий искусственного интеллекта реализуется анализ успехов игрока в течение дня, а затем корректируется конфигурация календаря в соответствии с успехами игрока.

#### **Выводы**

Были проанализированы технические аспекты разработки игры и описаны все наиболее важные элементы, механики и классы. Описан игровой процесс, механики сложности и анимации.

### **Литература**

1. Топ-чарт бесплатных приложений / Интернет-ресурс. Режим доступа: <https://apps.apple.com/ru/story/id1535572612> - Загл. с экрана.
2. Симуляторы / Интернет-ресурс. Режим доступа: <https://studme.org/127083/psihologiya/simulyatory> - Загл. с экрана.
3. Уроки рисования Krita / Интернет-ресурс. Режим доступа: <https://krita-rus.ru/uroki-risovaniya/> - Загл. с экрана.
4. 2D-анимация в Unity / Интернет-ресурс. Режим доступа: [https://skillbox.ru/media/gamedev/kak\\_sdelat\\_2d\\_animatsiyu\\_v\\_unity/](https://skillbox.ru/media/gamedev/kak_sdelat_2d_animatsiyu_v_unity/) - Загл. с экрана.

УДК 519.68

## МОДЕЛИ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ МИКРОВОЛНОВОЙ РАДИОТЕРМОМЕТРИИ

Попов И.Е.

Волгоградский государственный университет  
кафедра фундаментальной информатики и оптимального управления

E-mail: [popov.larion@volsu.ru](mailto:popov.larion@volsu.ru)

### **Аннотация:**

*Попов И.Е. Модели диагностического состояния пациентов на основе данных микроволновой радиотермометрии. В работе рассматриваются некоторые модели, описывающие диагностическое состояние пациентов. Описаны принципы построения концептуальной модели. Перевод концептуальной модели в математическую. Применение математической модели в алгоритмах машинного обучения. Предложены методы оценивания качества данных моделей.*

### **Annotation:**

*Popov I.E. Models of the diagnostic state of patients based on microwave radiothermometry data. The paper considers some models that describe the diagnostic state of patients. The principles of constructing a conceptual model are described. Conversion of a conceptual model into a mathematical one. Application of a mathematical model in machine learning algorithms. Methods for estimating the quality of these models are proposed.*

### **Введение**

Микроволновая радиотермометрия – метод измерения глубинных и поверхностных температур биологических тканей по их микроволновым и инфракрасным излучениям соответственно [1]. Несмотря на то, что первые исследования, посвящённые применению микроволновой радиотермометрии в диагностике заболеваний, начались в 70-х годах прошлого века [2], активное развитие микроволновая радиотермометрия получила в последние годы [3, 4]. В работах, посвящённых диагностике заболеваний методами машинного обучения, применяются похожие друг на друга алгоритмы построения диагностической модели. Процесс построения модели итерационный и делится на несколько этапов:

1. Составление словесного описания характерных особенностей для каждого из диагностических состояний пациентов. Таким образом строится концептуальная модель.
2. Формализация концептуальной модели, перевод словесного описания в функционалы или функции. Составляется математическая модель.
3. Составление из математической модели диагностической. На данном этапе применяются алгоритмы машинного обучения или более простые модели диагностики.

Отметим, что на каждом этапе идёт уточнение предыдущей модели. Так, после построения математической модели проверяются гипотезы, составленные в концептуальной модели. А при настройке алгоритмов машинного обучения изменяется математическая модель для более точной диагностики.

При создании диагностико-консультативной системы актуальной задачей является перевод диагностической модели в дескриптивно-диагностическую модель [5]. Таким образом, чтобы она отражала принцип выставления диагноза на язык, понятный специалистам.

В данной работе предпринимается попытка формализации построения данных моделей диагностического состояния пациентов и приводятся примеры построенных моделей для различных заболеваний.

### **Основная часть**

**Концептуальная модель** состоит из словесных описаний характерных особенностей диагностических состояний пациента. Данные описания составляются при консультации с врачами-специалистами в исследуемой области. Диагностических состояний может быть как два (у пациента есть исследуемое заболевание или оно отсутствует), так и больше (например, выделяются несколько уровней выраженности температурных аномалий).

При этом предыдущие исследования показали, что у парных частей тела наблюдаются схожие характерные особенности у здоровых пациентов [3]:

- незначительный разброс температур;
- зеркальная симметрия температурных полей;
- глубинные температуры ненамного выше кожных.

Оценка полноты построенной концептуальной модели не представляется возможной в полной мере, так как сложно спрогнозировать влияние всех факторов на температурные поля пациента и, соответственно, являются ли температурные поля достаточной информацией для высокоточной диагностики. Оценка адекватности построенной модели производится статистическими методами. Так, если характерной особенностью некоторого заболевания является повышенный уровень температур в определённой области тела, то производится сравнение уровней температур у здоровых и больных пациентов. Если статистический анализ не подтверждает концептуальную модель, идёт её повторное уточнение с врачами-специалистами. Однако, прежде чем перейти к статистическому анализу, необходимо перевести концептуальную модель в математическую.

**Математическая модель** является множеством функций, аргументами которых являются данные микроволновой радиотермометрии. Данные функции также называются признаками. Построение признаков осуществляется аналитическим и эмпирическим путями. Так, если в концептуальной модели речь идёт о незначительном разбросе температур, логично описать это с помощью среднеквадратичного отклонения и осцилляции температур. При этом опыт предыдущих исследований показывает, что лучше применять некоторые наборы функций ко множеству температур и их отношений, вместо составления множества частных соотношений температур. Таким образом уменьшается размер математической модели, что облегчает задачу интерпретации диагностической модели. Оценка составленной математической модели также проводится статистическими методами. А именно:

- Проверка информативности признаков. То, как они коррелируют с диагностическими классами;
- Визуальный анализ распределения значений признаков по каждому из диагностических классов. Проверка соответствия распределения диагностической модели.

Исходя из этих двух критериев происходит фильтрация математической модели. Убираются признаки с низкой информативностью. Уточняется концептуальная модель, если выявляется её несоответствие с распределением признаков. Например, по концептуальной модели может выходить, что у больных пациентов наблюдается повышенная разница между кожными и глубинными температурами, а визуальный анализ признаков этого не подтверждает.

Далее на основе математической модели строится диагностическая. **Диагностическая модель** представляет собой алгоритм классификации. Это может быть как стандартный алгоритм машинного обучения, так и формализованная в алгоритм классификации концептуальная модель. Стоит отметить, что построение концептуальной и математической моделей требуется для создания более точной диагностической модели. Хотя, строго говоря,

нейронные сети при должной настройке способны высокоточно диагностировать и по измеренным температурам, без использования признаков. Однако диагностическая модель несёт также консультационную роль, для чего важно понимать её принцип работы и выставления диагноза. Достичь такого понимания в нейронных сетях на данный момент не предоставляется возможным.

Оценка качества диагностической модели производится на вычислительных экспериментах. Настроенная модель проверяется на тестовой выборке. Модель ставит диагноз каждому пациенту из тестовой выборки, после чего сравнивается их реальный диагноз и поставленный. Как правило, медицинские базы данных являются несбалансированными. Количество здоровых пациентов в них много больше, чем больных. Таким образом, стандартный способ оценки результатов классификации – точность (отношение верно классифицированных объектов к общему количеству объектов в обучающей выборке) – здесь не подходит. Поэтому предлагаются следующие критерии оценивания модели:

- специфичность – точность определения здоровых пациентов;
- чувствительность – точность определения пациентов группы риска;
- эффективность – среднее геометрическое специфичности и чувствительности;

Для создания **диагностико-консультативной модели** необходимо проанализировать диагностическую модель. Выявить, возможна ли интерпретация метода классификации на язык, понятный врачам-специалистам. Если данная диагностическая модель позволяет интерпретацию, осуществляется перевод модели в формат, схожий с концептуальной моделью. Таким образом получается диагностико-консультативная модель с обоснованием поставленного диагноза. Оценка качества полученной модели производится при консультации с врачами-специалистами.

### **Выводы**

Таким образом в работе были описаны четыре различные модели, описывающие диагностическое состояние пациентов по данным микроволновой радиотермометрии. Модели строятся поэтапно, вначале создаётся концептуальная модель, которой руководствуются врачи-диагносты при постановке диагноза. Затем строится математическая модель, которая используется в диагностической и диагностико-концептуальной моделях. Последнюю модель предполагается использовать при создании диагностико-консультативных систем, основанных на алгоритмах машинного обучения.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (госзадание № 0633-2020-0003).

### **Литература**

1. Vesnin, S. G., Sedankin, M., Leushin, V., Skuratov, V., Nelin, I., & Konovalova, A. (2019). Research of a microwave radiometer for monitoring of internal temperature of biological tissues. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(5 (100)), 6–15.
2. Barrett, Alan H. and Philip C. Myers. “Subcutaneous temperatures: a method of noninvasive sensing.” *Science* 190 (1975): 669 - 671.
3. Levshinskii, V.V. Mathematical models for analyzing and interpreting microwave radiometry data in medical diagnosis / V.V. Levshinskii // *Journal of Computational and Engineering Mathematics*. – 2021. – V. 8. – No 1. – С. 3-14.
4. Polyakov M.V., Popov I.E., Losev A.G., Khoperskov A.V. application of computer simulation results and machine learning in the analysis of microwave radiothermometry data// *Математическая физика и компьютерное моделирование*. 2021.Т. 24 № 2 с. 27-37.
5. Losev, A.G., Popov, I.E., Petrenko, A.Y. et al. Some Methods for Substantiating Diagnostic Decisions Made Using Machine Learning Algorithms. *Biomed Eng* 55, 442–447 (2022).

УДК 004.8, 004.42

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

**Черников Н.И., Бычкова Е.В., Семёнова А.П.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта

E-mail: nikitache777@gmail.com

### **Аннотация:**

*Черников Н.И., Бычкова Е.В., Семёнова А.П. Анализ существующих программных средств для оптимальной загрузки транспортного средства. Приведен обзор программных продуктов, применяемых на практике для формирования плана оптимальной загрузки крупногабаритных грузов в транспортное средство. Описаны особенности применения программ, проанализированы их преимущества и недостатки.*

### **Annotation:**

*Chernikov N.I., Bychkova E.V., Semenova A.P. Analysis of existing software tools for optimal vehicle loading. An overview of software products used in practice to form a plan for optimal loading of bulky goods into a vehicle is given. The features of the application of programs are described, their advantages and disadvantages are analyzed.*

**Общая постановка проблемы.** В современном мире объём перевозок различных товаров стал очень большим и финансово затратным, поэтому многие производственные предприятия сталкиваются с задачей загрузки транспортного средства [1]. При решении данной задачи возникает проблема поиска оптимального распределения некоторого ресурса при наличии ряда ограничивающих факторов. Применение существующих программных средств для формирования плана оптимальной загрузки транспортного средства позволит снизить затраты при перевозке грузов многим компаниям.

**Целью работы** является исследование существующего рынка программного обеспечения для оптимальной загрузки крупногабаритных грузов в транспортное средство для разработки собственного программного обеспечения.

**Обзор аналогов программного обеспечения.** Существует огромное количество различных аналогов программного обеспечения для загрузки транспортного средства. Некоторые из них более сложные и функциональные, некоторые – более простые и примитивные [2]. Выбор программного продукта должен осуществляться на основании анализа и сравнения каждого из них, а для разработки похожего программного обеспечения следует знать функциональные возможности и особенности программ.

«Packed3D» – отечественная программа, рассчитывающая оптимальную схему размещения грузов [3]. Достоинства этой программы: возможность выбора транспортного средства; русскоязычный интерфейс; возможность создания базы данных грузов; мультиплатформенность; формирование 3D плана заполнения транспортного средства; расчёт заполнения ящиков мелким или сыпучим грузом (песок, щебень или любой другой груз, заполняющий весь предоставленный объём упаковки); расчёт с учётом ГОСТа. Основным недостатком является высокая стоимость (локальная версия – 65 000 рублей, а сетевая на несколько компьютеров – 420 000 рублей). Интерфейс данной программы представлен на рисунке 1.



Главными плюсами программного средства являются: возможность работы с грузами кубической и цилиндрической формы; 2D и 3D схема загрузки.

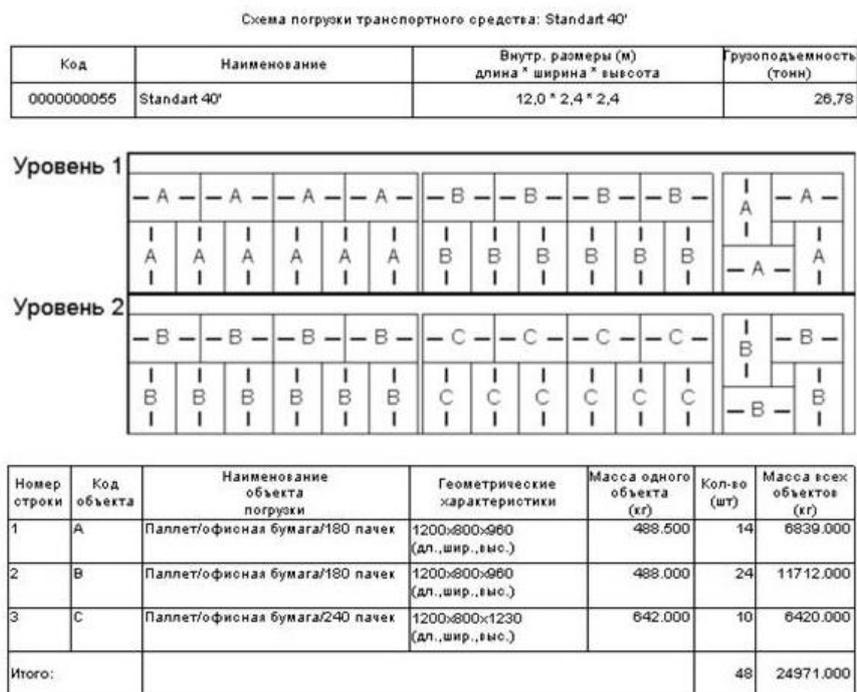


Рис. 3. Схема загрузки программы «Погрузка»

«TruckLoader» – еще одна программа для расчета оптимальной схемы размещения грузов [6]. На рисунке 4 представлен интерфейс программы.

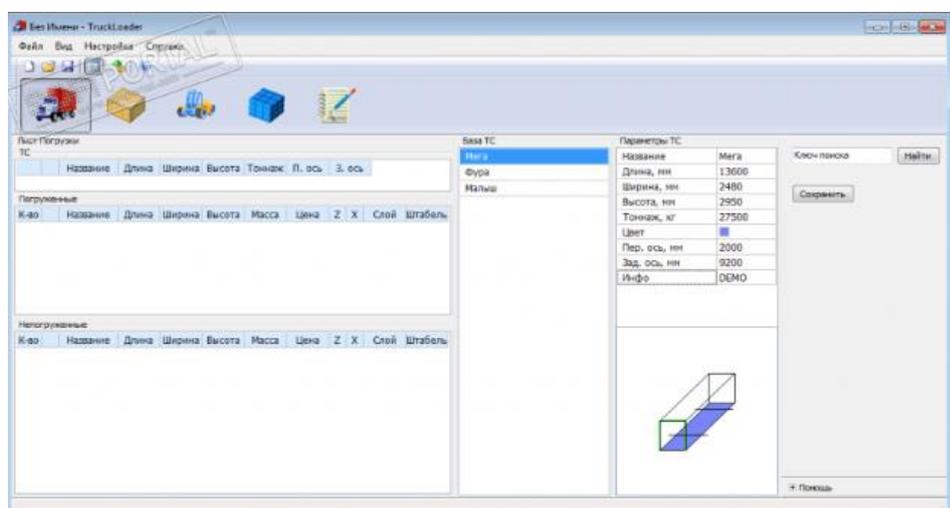


Рис. 4. Пользовательский интерфейс «TruckLoader»

Достоинства данного продукта: создание базы данных грузов с заданными параметрами; экспорт данных из MS Excel; формирование 2D плана заполнения транспортного средства. К недостаткам можно отнести: работа с грузами в форме параллелограмма; расчёт производится без учёта ГОСТа; бесплатная 20-ти дневная версия.

«MaxLoadPro» – очень популярное программное средство в области расчёта оптимальных схем укладки груза в транспортное средство от бразильских разработчиков [7]. Достоинством данного программного средства является интуитивно понятный интерфейс, а

недостатками – высокая стоимость и отсутствие русифицированного интерфейса. По утверждению разработчиков программа позволяет снизить денежные затраты на загрузку транспортного средства на 10-25%. На рисунке 5 представлен интерфейс программы.

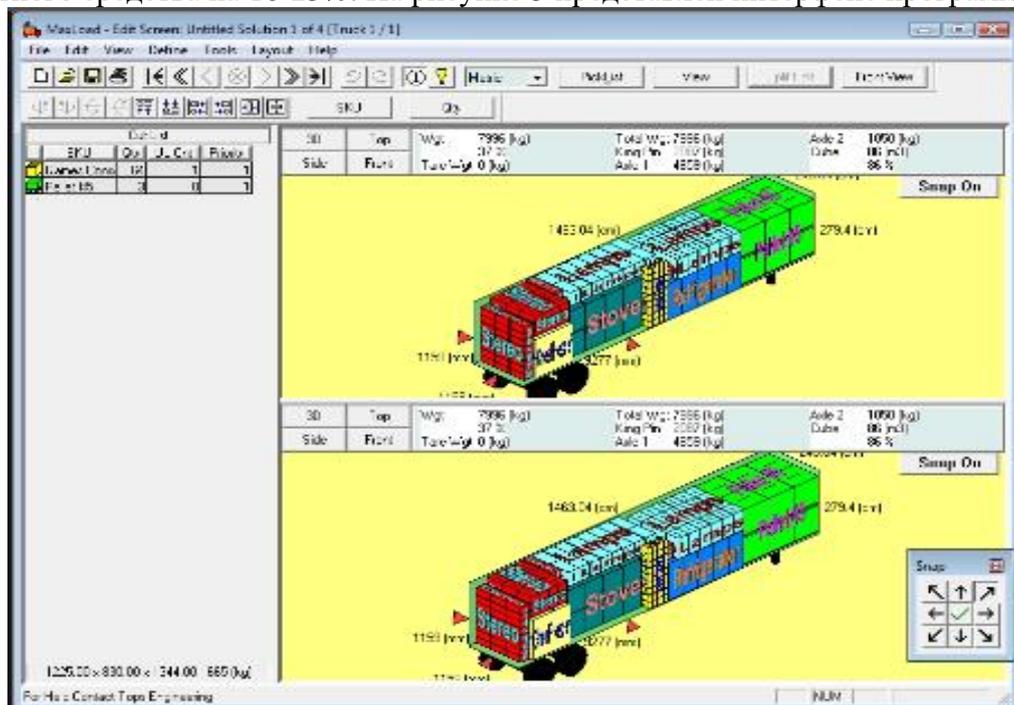


Рис. 5. Пользовательский интерфейс «MaxLoadPro»

«CareTruckfill» – программный продукт для оптимальной загрузки транспортного средства, позволяющий редактировать и обслуживать схемы погрузки различных продуктов [8]. Достоинства этой программы: создание собственной базы данных грузов; разная форма груза; сохраняет данные в форматах PDF, DOXS. К недостаткам можно отнести: англоязычный интерфейс; необходимость покупки данной программы или ее бесплатное использование только в течении 30 дней. Интерфейс данной программы представлен на рисунке 6.

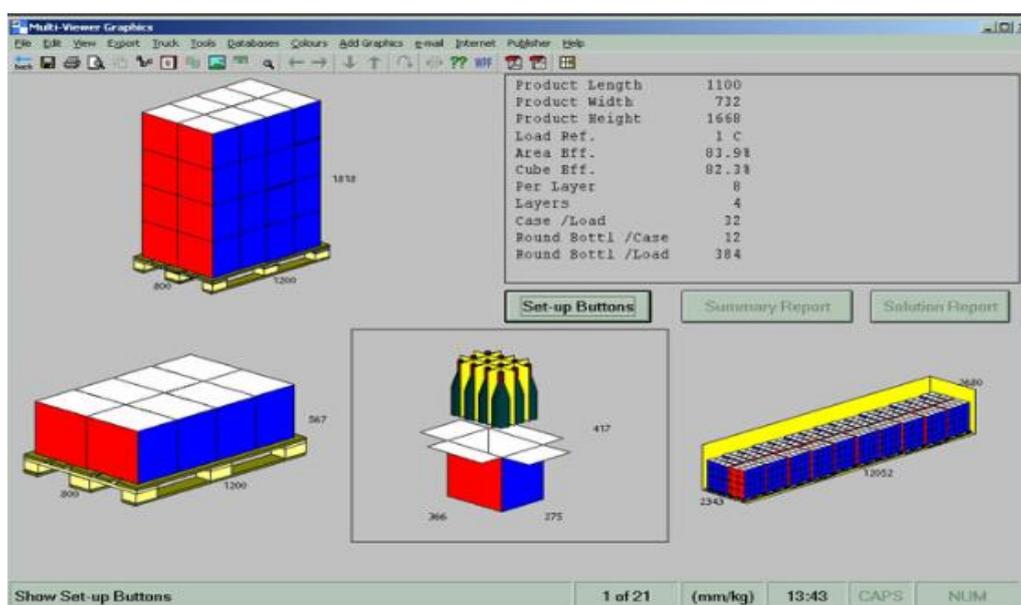


Рис. 6. Интерфейс программы «CareTruckfill»

Проанализировав рассмотренные программные продукты, получаем следующие результаты (таблица 1):

Таблица 1 – Сравнительный анализ программных средств

	Погрузка	MaxLoad Pro	Packed3D	Truck Loader	Cargo Wiz	Cape Truckfill
Форма груза	прямо-угольник, цилиндр	прямо-угольник, квадрат	прямо-угольник, квадрат	прямо-угольник, квадрат	прямо-угольник	разные формы
План груза	2D, 3D	3D	3D	3D	2D	3D
Понятный интерфейс	нет	нет	да	да	нет	нет
Учет параметров	да	да	да	да	нет	да
Поддержка ГОСТ	нет	нет	да	нет	нет	нет
Мультиплатформенность	да	нет	нет	да	нет	да

**Вывод.** Проанализировав существующие программные средства определенно, что наиболее подходящими программами для загрузки транспортного средства являются: «Погрузка» и «CargoWiz». Достоинства этих программ будут учтены при разработке собственного программного обеспечения.

### Литература

1. Михнова В.А. Загрузка транспортного средства / В.А. Михнова – СПб.: Питер, 2015. – 200 с.
2. Васильев С.Н. Исследование программных средств оптимальной укладки грузов в транспортное средство / С.Н. Васильев, А.А. Рыбанов // NovaInfo, 2015. – № 32 (2). – С.15-18.
3. Программа «Packed3D» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.packer3d.ru/>
4. Программа «CargoWiz» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://softtruck.com/>
5. Программа «Погрузка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pmasc.karelia.ru/rus/projects/project007.html>
6. Программа «TruckLoader» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.edsplus.com/truckloader.html>
7. Программа «MaxLoadPro» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://topseng.com/maxload-cargo-load-planning-optimization/>
8. Программа «CapeTruckfill» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.esko.com/en/products/cape-truckfill>

УДК 004.51

## АНАЛИЗ UNITY-РАЗРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ C# И IDE UNITY

**Гришин А. В., Бычкова Е. В.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: [bhimyla224@gmail.com](mailto:bhimyla224@gmail.com)

### **Аннотация:**

**Гришин А. В., Бычкова Е. В. Анализ Unity-разработки с использованием C# и IDE unity.** Проведен анализ средства взаимодействия пользователя с функциональной и эстетической частью во внутренней среде для разработки игр. Описаны преимущества использования C# и IDE unity.

### **Annotation:**

**Grishin A. V., Bychkova E. V. Analyzing Unity Development Using C# and IDE unity.** The analysis of the means of user interaction with the functional and aesthetic part in the internal environment for game development was carried out. Describes the benefits of using C# and IDE unity.

### **Введение**

Unity – это ядро и инфраструктура, образующие систему для разработки двух- и трехмерных игр или сцен в приложениях (и даже 2.5D). Unity позволяет оперировать не только кодом, но и визуальными компонентами с последующим их экспортом на любую распространенную мобильную платформу, а также делать много всего другого, причем бесплатно. Unity поддерживает все основные 3D-приложения, множество форматов звука и даже понимает формат .psd (Photoshop). Unity разрешает импортировать и собирать ресурсы, писать код, взаимодействующий с вашими объектами, создавать или импортировать анимации для использования с продвинутой системой анимации и многое другое.

Unity обеспечивает кросс-платформенную поддержку, и вы можете сменить платформу буквально одним щелчком кнопки мыши, хотя при этом все же требуется приложить определенные усилия, например обеспечить интеграцию с соответствующим платформе магазином для покупок из приложения.

**Целью работы** является анализ средства взаимодействия пользователя с функциональной и эстетической частью во внутренней среде для разработки игр.

### **Чем Unity не является**

Unity по умолчанию не является системой, в которой проектируют двухмерные ресурсы и трехмерные модели (кроме террейнов). Вы можете вставить группу зомби в сцену и управлять ими, но создать самих зомби с помощью инструментария Unity, предлагаемого по умолчанию, нельзя. В этом смысле Unity не является инструментом создания ресурсов, подобным Autodesk Maya, 3DSMax, Blender или даже Adobe Photoshop. Однако существует минимум один сторонний плагин (ProBuilder) для моделирования трехмерных компонентов прямо в среде Unity; также имеются плагины для построения двухмерных миров, например 2D Terrain Editor, позволяющий создавать двухмерные тайловые среды (2D tiled

environments). И еще вы можете проектировать террейны в Unity, используя его Terrain Tools, чтобы создавать потрясающие ландшафты с деревьями, травой, горами и т. д. Стоит ли очерчивать границы возможностей Unity? Microsoft и Unity тесно сотрудничают, чтобы обеспечить полную поддержку для всего стека платформ Microsoft.

### **Архитектура и компиляция**

Unity — это игровой движок, написанный на неуправляемом C++. Вы пишете код на C#, JavaScript (UnityScript) или Boo. Ваш код (не код движка Unity) выполняется в Mono или Microsoft .NET Framework и транслируется JIT-компилятором (кроме iOS, которая не поддерживает JIT-код, и для нее код компилируется Mono в неуправляемый код с использованием компиляции Ahead-of-Time [AOT]). Unity позволяет тестировать вашу игру в IDE, не требуя никакого экспорта или сборки. Запуская код в Unity, вы используете Mono версии 3.5, API которого примерно на одном уровне совместим с .NET Framework 3.5/CLR 2.0. Вы редактируете свой код в Unity, дважды щелкнув файл кода в представлении проекта. Это действие по умолчанию открывает кросс-платформенный редактор MonoDevelop. При желании можно сконфигурировать в качестве редактора Visual Studio. Отладка осуществляется с помощью MonoDevelop или с использованием стороннего плагина для Visual Studio — UnityVS. Использовать Visual Studio в качестве отладчика без UnityVS нельзя, потому что при отладке игры вы отлаживаете не Unity.exe, а виртуальную среду в Unity, применяя программный отладчик, который выдает команды и выполняет операции.

Для отладки запустите MonoDevelop из Unity. В MonoDevelop есть плагин, который открывает обратное соединение с отладчиком Unity и выдает ему команды после того, как вы выбираете Debug | Attach to Process in MonoDevelop. С помощью UnityVS вы устанавливаете обратное соединение с отладчиком Visual Studio вместо Unity.

### **Структура и импорт ресурсов**

Проекты Unity не похожи на проекты Visual Studio. Вы не открываете файл проекта или даже решения, потому что таких файлов нет. Вы указываете Unity структуру папок и открываете папку как проект. Проекты содержат папки Assets, Library, ProjectSettings и Temp, но в интерфейсе появляется только папка Assets.

Папка Assets содержит все ваши ресурсы: художественную графику, код, звуки; любой отдельный файл, добавляемый в проект, попадает именно в эту папку. Она всегда является папкой верхнего уровня в Unity Editor. Учтите, что изменения следует вносить только через интерфейс Unity, — никогда не пытайтесь делать это через файловую систему.

Папка Library — это локальный кеш для импортированных ресурсов; она содержит все метаданные для ресурсов. В папке ProjectSettings хранятся настройки, заданные вами в Edit | Project Settings.

Подчеркиваю важность внесения изменений только через интерфейс Unity, а не через файловую систему. Это относится даже к простым операциям копирования и вставки. Unity отслеживает метаданные для ваших объектов через редактор, поэтому используйте редактор для любых правок (кроме нескольких редких случаев). Однако вы можете перетаскивать объекты из файловой системы в Unity — такой вариант работает нормально.

### **Крайне важный GameObject**

Практически все в вашей сцене является GameObject. Вспомните System.Object в .NET Framework. От него наследуют почти все типы. Та же концепция относится и к GameObject. Это базовый класс для всех объектов в сцене Unity.

GameObject имеет свойства Name, Tag (аналог тега text, присваиваемого через FrameworkElement.Tag в XAML или тегу в Windows Forms), Layer и Transform (пожалуй, это свойство самое важное).

Свойство Transform определяет позицию, поворот и масштаб любого GameObject. Unity использует левостороннюю систему координат, в которой координаты на экране компьютера рассматриваются как X (по горизонтали), Y (по вертикали) и Z (глубина, т. е.

входящие или исходящие из экрана). В разработке игр весьма распространено использование векторов, о которых я подробнее расскажу в следующих статьях. А пока достаточно сказать, что `Transform.Position` и `Transform.Scale` являются объектами `Vector3`. `Vector3` - это трехмерный вектор; иначе говоря, в нем не более трех точек: только X, Y и Z. Манипулируя этими тремя простыми значениями, вы можете задавать местонахождение объекта и даже перемещать его в направлении вектора. Свойство `Transform` определяет позицию, поворот и масштаб любого `GameObject`.

### **Компоненты**

Вы добавляете функциональность к объектам `GameObject` добавлением компонентов (объектов `Component`). Все они показываются в окне `Inspector`. Существуют компоненты `MeshRender` и `SpriteRender`, компоненты для звука и функционала камеры, компоненты, относящиеся к физике (коллайдеры [`colliders`] и твердые тела [`rigidbodies`]), системы частиц, системы поиска пути, сторонние пользовательские компоненты и др. Чтобы назначить код какому-то объекту вы используете скриптовый `Component`. Компоненты — это как раз то, что оживляет ваши `GameObject` добавлением функциональности подобно шаблону `Decorator` в разработке ПО, только их возможности гораздо интереснее.

### **Написание скриптов на C# для IDE**

В unity через настройки приложения вы можете подключить по умолчанию свой компилятор, обычно это `Visual Studio`, которая при установке Unity рекомендуется в первую очередь, однако это не мешает установить вам свой. При создании скрипта можно заметить что создается класс, который наследуется от класса `MonoBehaviour` – `MonoBehaviour` это базовый класс, от которого наследуются все скрипты. Данный класс позволяет вам использовать все открытые функций для взаимодействия с unity через код, который вы создаете.

### **Почему C# а не другие языки?**

Unity изначально была ориентирована на инди-разработчиков, точнее маленьких и небольших проектов. Соответственно для таких целей подойдет более упрощенный и доступный язык как C#. У него всё проще с лицензией (MS), в отличии от Java (Oracle). Так как Microsoft заинтересована в сфере игровой индустрии и покупает крупных разработчиков. Поэтому эта компания и даёт свободно пользоваться C# и VS( Visual Studio) чтобы в дальнейшем новички становились хорошими специалистами.

### **Выводы**

По результатам проведенного анализа можно отметить, что основные отличия Unity от других игровых движков заключаются в упрощенности использования, простом интерфейсе и быстрой обучаемости, основной ориентир – это продукты для мобильных платформ. C# же в Unity внедрен для того, чтобы был низкий порог вхождения для разработчиков.

### **Литература**

- 1.Habr [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: [www/ URL: https://habr.com/ru/company/epam\\_systems/blog/522152/](http://www/ URL: https://habr.com/ru/company/epam_systems/blog/522152/)
- 2.Unity – Manual [Electronic resource] / Интернет-ресурс. – Режим доступа: [www/ URL: https://docs.unity3d.com/Manual/index.html](http://www/ URL: https://docs.unity3d.com/Manual/index.html)

УДК 004.032.26

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЛОГИЧЕСКИХ ВЫВОДОВ

**Оверчук И.Д., Чередникова О.Ю.**

Донецкий национальный технический университет  
институт компьютерных наук и технологий  
E-mail: [ivan.overchuk@gmail.com](mailto:ivan.overchuk@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Оверчук И.Д., Чередникова О.Ю. Разработка системы реализации логических выводов. Проанализирован один из теоретических подходов к разработке системы реализации логических выводов. Выведены рекомендации по доработке и развиты идеи исследованного подхода. Предложены пути преодоления проблем практического воплощения такой системы, связанных с некомплексным подходом ко всеобъемлющей задаче.*

### **Annotation:**

*Overchuk I.D. Cherednikova O.Ju. Development of the logical conclusions implementation system. One of the theoretical approaches to the development of a logical conclusions implementation system is analyzed. Recommendations for improvement are given and the ideas of the studied approach are developed. Ways are proposed to overcome the problems of the practical implementation of such a system, associated with a non-complex approach to a comprehensive task.*

### **Общая постановка проблемы**

В среде исследователей устройства человеческого мозга и связанной темы искусственного интеллекта долгое время ведутся дискуссии насчёт физического представления и способов обработки мозгом сигналов, отображающих предметы и явления из окружающего мира. По этой причине также нельзя говорить о достижении каких-либо успехов в создании машины, способной самостоятельно познавать окружающий мир и формировать свою картину мира при помощи достоверных и в особенности правдоподобных логических выводов.

### **Анализ последних исследований и публикаций**

Одной из примечательных статей в области исследования реализации правдоподобных выводов на нейросетях (НС) является «Реализация правдоподобных выводов на нейросетях со связями по схеме голографии Фурье» от 2010-го года за авторством А.В. Павлова [1]. Идеи этой статьи положены в основу заглавных практических исследований разработки системы реализации логических выводов.

В работе доказывается, что для простейшей реализации логической системы достаточно двухслойной нейронной сети с двунаправленными связями (рис. 1). В качестве источника и приёмника сигналов предлагается оптическая система, позволяющая выполнять фурье-преобразование изображений – так называемая схема голографии Фурье.

Ключевым понятием является взятое из психологии понятие паттерна внутренней репрезентации (ПВР) – в контексте исследования, это представление понятий и образов из внешнего мира внутри системы реализации логических выводов. Как понятие из общего превращается в

частный образ, так и ПВР может быть абстрактным, персонализированным или смешанным – он имеет «уровни абстракции».

В предлагаемой нейросети присутствуют два слоя: входной R и выходной C. Нейроны в обоих слоях представляют собой дискретные отсчёты частотной шкалы, и оба слоя разделены по частотной шкале на несколько групп нейронов. Каждая группа принадлежит одному из уровней абстракции. Нейроны, которые находятся ближе к «началу» частотной шкалы, т.е. низкочастотные, принадлежат к более высоким уровням абстракции (общие понятия), а те, которые ближе к «концу», т.е. высокочастотные, – к более низким уровням (персонализированные образы).

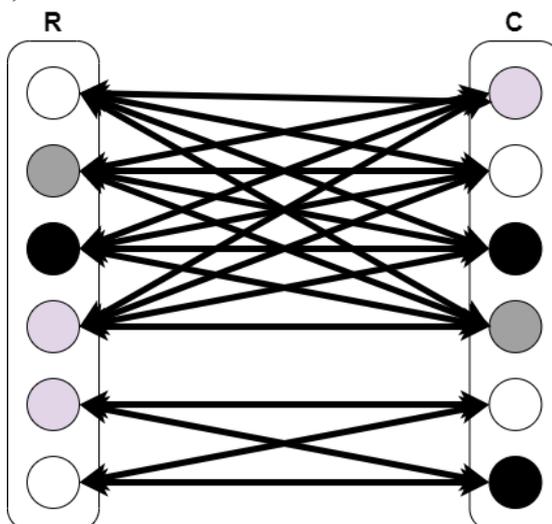


Рис. 1. Схема двухслойной нейросети с двенадирными связями.

Процесс «мышления» представляется следующим образом: на входном сигнале применяется фурье-преобразование, которое подаётся на входной слой. В каждой группе нейронов входного слоя должен либо явно выделяться один максимум (нейрон-победитель), либо не быть ни одного, притом не выше определённого значения (весовые коэффициенты матрицы связей нивелируют какие-либо сигналы с нейронов неактивной группы). Исходя из предоставленного фурье-образа нейросеть выдаёт отклик в виде также фурье-образа, который затем приводится к виду изображения. Таким образом, формой представления нервных сигналов в данной системе является фурье-преобразование, что, как мы увидим, обусловлено его свойствами. В работе Павлова предложены варианты реализации на данной нейросети достоверных и правдоподобных выводов: дедукции, индукции и абдукции.

При реализации дедукции и низкочастотный сигнал LFSR, и MFSR со смешанной частотой, включающий в себя LFSR, поданные на входной слой R, должны вызывать в НС отклик на выходном слое C в виде низкочастотного сигнала LFSC, частотный диапазон которого обязан пересекаться с таковым у LFSR (гармоники LFSC имеют частоту на том же уровне абстракции, что и гармоники LFSR). Для этого НС обучается правилу «LFSR => LFSC». После этого при предъявлении на вход НС MFSR активируются низкочастотные нейроны слоя R на тех частотах, которые принадлежат LFSR, поскольку фурье-образ MFSR содержит в себе фурье-образ LFSR. Стоит отметить, что в случае реализации дедукции нейросеть может иметь однонаправленные связи – от слоя R к слою C.

При реализации индукции обучение НС связи между входным сигналом со смешанной частотой MFSR, включающим LFSR, и выходным высокочастотным HFSC (правило «MFSR => HFSC») должно приводить к образованию связи «LFSR => HFSC». Происходит это при помощи расширения спектра HFSC в область низких частот итеративным способом. Главным условием для этого является непрерывность спектра ПВР MFSR, т.е. отсутствие «пробелов в знаниях»: образ обязан быть зарегистрирован на всех

уровнях абстракции (образ должен быть цельным), поскольку метод индукции – это переход от частного к общему. Если картина неполна, то и к общему перейти нет возможности. При реализации индукции необходима двунаправленность связей.

При реализации абдукции обучение НС связи между входным высокочастотным сигналом HFSCR и выходным смешанным MFSC (правило «HFSCR => MFSC»), а также между входным низкочастотным сигналом LFSCR и выходным MFSC (правило «LFSCR => MFSC») должно приводить к расширению спектра HFSCR в область нижних частот и включению в ПВР HFSCR паттерна LFSCR. Происходит это путём активации нейронами выходного слоя С нейронов входного слоя R, принадлежащих и LFSCR, и HFSCR. При реализации абдукции необходима двунаправленность связей.

Для каждого входного паттерна внутреннего распознавания имеется возможность провести только одну ассоциацию: на выходе не может иметься пересечения фурье-образов двух и более различных ассоциируемых паттернов, поскольку их нельзя однозначно разделить. Автором статьи был рассмотрен вариант создания прочных ассоциаций лишь за счёт сильного «эмоционального» отклика и игнорирования или утраты тех ассоциацией, которые такого отклика не возымели.

### Особенности разработки системы реализации логических выводов

Целью данной работы является поиск оптимального способа программной реализации и доработки вышеизложенных идей, а именно: проектирование машинной системы, способной формировать собственную картину мира при помощи учителя и совершать логические выводы, на базе нейронной сети.

Система реализации логических выводов должна содержать минимум три программных компонента:

- нейронную сеть, которая, собственно, и будет проводить связи между образами и понятиями;
- базу данных, хранящую информацию, которая в обработанном виде будет использоваться для обучения и эксплуатации нейронной сети;
- контроллер или посредник, который передаёт информацию между нейросетью и базой

Опциональным элементом можно считать пользовательский интерфейс для общения с системой.

UML-диаграмма кооперации компонентов системы и системы с окружающим миром представлена на рис. 2.



Рис. 2. Структура системы, взаимодействие её компонентов и системы с внешним миром

Исходя из анализа требований к реализации правдоподобных выводов, можно понять, что архитектура нейросети должна являться двунаправленной ассоциативной памятью (bidirectional associative memory) [2, 3], а поставляться на её вход и появляться на её выходе должны амплитудно-частотные спектры паттернов внутреннего распознавания.

Количество нейронов в обоих слоях должно быть равным и не превышать разумного значения, поскольку каждый нейрон отвечает за свой отсчёт частоты, а длина частотного спектра прямо зависит от длины ПВР во временном диапазоне, который в свою очередь ограничен временем и частотой дискретизации сигнала. При физическом запуске сигналов в электронный мозг нас бы интересовала протяжённость единичного сигнала во времени и связанная с этим задержка отклика нейросети; при программной реализации нас интересует скорость вычисления фурье-образа ПВР. Однако, и слишком малый размер шкалы частот приведёт к неутешительному результату: объём понятий, ассоциации к которым система может привести на отдельно взятой нейросети, будет очень мал. Для обхода этого эффекта потребуется несколько нейросетей, к входу каждой из которых понадобится привязать свой сегмент знаний, а к выходу – идентификатор сегмента ассоциации, поскольку у каждого понятия будет иметься своя область видимости: либо локальная – со стороны входа, либо глобальная, но с меткой, по которой можно определить сегмент знаний, к которому принадлежит ассоциация.

Каждую подгруппу нейронов на одном уровне абстрактности в обоих слоях можно выделить в отдельную подсеть; таким образом, получается естественное деление одной сложной задачи на несколько более простых. Эти подсети могут решать известную проблему мультиклассовой классификации: действительно, в каждом слое может и должен активироваться только один нейрон, и это входит в сферу посильных проблеме классификации задач.

Стоит отметить, что в таком случае с каждым цельным образом или понятием может быть только одна ассоциация – для других места в слое  $C$  нет. Эта проблема может быть решена при помощи наращивания размерности слоя  $C$  до двух измерений, однако это будет сопровождаться проблемами при обучении, если не предпринять дополнительных мер.

Поскольку понятия на входе и выходе нейросети по сути своей ничем друг от друга не отличаются, то вместо однократного отклика на раздражитель (первое входное понятие) можно получить транзитивную цепочку откликов « $x \Rightarrow y \Rightarrow z$ ».

База данных является хранилищем знаний. Эти знания должны храниться в компактном виде; собой они должны представлять одномерные сигналы. За основу можно принять синусоидный сигнал, в таком случае для их представления достаточно набора параметров: амплитуды, начальной фазы и частоты. Частоты должны быть уникальными в пределах одного сектора знаний, иначе два различных знания будут иметь одинаковые паттерны внутренней репрезентации, что неприемлемо. Каждое знание также требует ссылок на другие знания – свои обобщения; связи эти могут быть как прямыми, без скачков по уровням абстракции, так и обходными, со сложными зависимостями, таким образом, потребуются специальные идентификаторы, а также обозначения на естественном языке – или какие-либо другие, в том числе ими могут быть изображения.

В простейшем случае можно отказаться от хранения амплитуды и начальной фазы (и брать их стандартные начальные значения), однако они тоже могут выполнять свои функции, при этом архитектура нейросети будет усложняться, как и её задачи. К примеру, амплитуда может означать уверенность в имеющейся информации или достоверные (не подлежащие сомнению) знания об отношении более частного факта к более общему, скажем, процент альбиносов среди людей – 0,0005% (в таких случаях потребуются корректировка, чтобы слишком малые значения амплитуды не терялись среди шума фурье-преобразования). Фазово-частотный спектр (ФЧС) никак не влияет на амплитудно-частотный; это свойство может использоваться, например, для запечатления начального ФЧС и отслеживания его

изменений. Для задействования механизма индукции требуется многократная активация одних и тех же нейронов; каждый раз при их уникальной (что отдельно отслеживается) активации контроллер-посредник может начислять «балл» на счёт начальной фазы образа или понятия, тем самым ведя наблюдение за окружающим миром и отмечая закономерности.

При получении отклика со слоя С нейросети необходимо найти ассоциируемое со входным понятие, сделать это можно следующим образом: при наличии отклика на самом низком уровне абстракции (т.е. на уровне образа) считываем его частоту и номер уровня, в противном случае спускаемся на уровень ниже. В базе данных следует искать знание с записанным уровнем абстракции и полученной частотой. Для ускорения поиска можно сортировать таблицу знаний в порядке убывания уровня абстракции.

Обязанностями контроллера являются все посреднические операции между нейросетью, базой данной и, при его наличии, пользователем, а также следующие специфические:

- создание нового паттерна внутренней репрезентации при первом появлении незнакомого понятия и привязка его ко старым, если это возможно;
- обслуживание итеративных процессов правдоподобных выводов, принятие решения о том, что имеющихся фактов достаточно для расширения картины мира;
- создание запросов на подтверждение догадок вследствие вывода правдоподобных суждений;
- создание запросов на новые знания, если обнаруживается неполнота картины мира;
- создание запросов на подтверждение догадок вследствие вывода правдоподобных суждений;
- создание запросов на новые знания, если обнаруживается неполнота картины мира.

### **Выводы**

Проанализирована одна из теоретических реализаций системы логических выводов. Были отмечены слабые места теории, в частности: связь между знаниями и ассоциациями к ним являет собой связь один к одному, а не один ко многим, как у людей;

Предложены рекомендации по практическому воплощению в жизнь рассмотренной теории с некоторыми доработками.

Система должна содержать следующие компоненты: нейронную сеть с двунаправленной ассоциативной памятью, базу данных знаний, контроллера-посредника между НС и БД и, опционально, пользовательский интерфейс для своей эксплуатации.

Система должна содержать следующие компоненты: нейронную сеть с двунаправленной ассоциативной памятью, базу данных знаний, контроллера-посредника между НС и БД и, опционально, пользовательский интерфейс для своей эксплуатации.

### **Список литературы**

[1] Павлов А.В. Реализация правдоподобных выводов на нейросетях со связями по схеме голографии Фурье // Искусственный интеллект и принятие решений. 2010. № 1. С. 3–14.

[2] ANN – Bidirectional Associative Memory (BAM) [Электронный ресурс]: / [goodday451999](http://goodday451999). – электрон. текст. дан. – Режим доступа:

<https://www.geeksforgeeks.org/ann-bidirectional-associative-memory-bam/>, свободный

[3] Memory Neural Network Method in the character recognition. [Электронный ресурс]: / [Y. Singh, A. Gupta, Abhilasha Khare](https://www.semanticscholar.org/paper/BI-DIRECTIONAL-ASSOCIATIVE-MEMORY-NEURAL-NETWORK-IN-Singh-Gupta/71e36a4166e576347a4cf63dd6032de307a49811). – электрон. текст. дан. – Режим доступа:

<https://www.semanticscholar.org/paper/BI-DIRECTIONAL-ASSOCIATIVE-MEMORY-NEURAL-NETWORK-IN-Singh-Gupta/71e36a4166e576347a4cf63dd6032de307a49811>,

свободный

УДК 004.67

## ОСНОВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ В PYTHON

Бондаренко А.О., Бершадская О. А., Крысанов Е. С., Семёнова А. П.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта

E-mail: [nst.bn.201@gmail.com](mailto:nst.bn.201@gmail.com)

### **Аннотация:**

**Бондаренко А.О., Бершадская О.А., Крысанов Е.С., Семёнова А.П. Основные инструменты анализа и визуализации данных в python.** Рассмотрены инструменты наиболее удобные и подходящие для выполнения задач анализа и визуализации данных с помощью Python. Описано использование библиотеки Matplotlib в дипломной работе.

**Bondarenko A.O., Bershadsckaya O.A., Krysanov E.S., Semenova A.P. Basic tools for data analysis and visualization in python.** The most convenient and suitable tools for performing data analysis and visualization tasks using Python are considered. The use of the Matplotlib library in the thesis is described.

### **Введение**

Анализ данных играет важную роль в прогнозировании. Он может помочь получить полезную информацию из данных и может предоставить решение для запросов. Кроме того, на основе наблюдаемых закономерностей можно прогнозировать результаты различных бизнес-политик.

При анализе данных и интерактивных научно-исследовательских расчетов с визуализацией результатов Python неизбежно приходится сравнивать со многими предметно-ориентированными языками программирования и инструментами – с открытым исходным кодом и коммерческими, такими как R, MATLAB, SAS, Stata и др. Сравнительно недавно появились улучшенные библиотеки для Python (прежде всего Pandas), и он стал серьезным конкурентом в решении задач манипулирования данными [1-2]. А так как Python – универсальный язык программирования, то это отличный выбор для создания приложений обработки данных.

**Целью работы** является анализ существующих инструментов для анализа и визуализации данных в Python и возможности их применения при разработке собственного программного обеспечения для автоматизации документооборота магазина.

### **Библиотеки для Python**

NumPy, сокращение от «Numerical Python», – основной пакет для выполнения научных расчетов на Python. В числе прочего он предоставляет:

- быстрый и эффективный объект многомерного массива ndarray;
- функции для выполнения вычислений над элементами одного массива или математических операций с несколькими массивами;
- средства для чтения и записи на диски наборов данных, представленных в виде массивов;
- операции линейной алгебры, преобразование Фурье и генератор случайных чисел;
- зрелый C API, позволяющий обращаться к структурам данных и вычислительным средствам NumPy из расширений Python и кода на C или C++.

Помимо ускорения работы с массивами, одной из основных целей NumPy в части анализа данных является организация контейнера для передачи данных между алгоритмами. Как средство хранения и манипуляции данным массивом NumPy куда эффективнее встроенных в Python структур данных. Кроме того, библиотеки, написанные на низкоуровневом языке типа C или Fortran, могут работать с данными, хранящимися в массиве NumPy, вообще без копирования в другое представление. Таким образом, многие средства вычислений, ориентированные на Python, либо используют массивы NumPy в качестве основной структуры данных, либо каким-то иным способом организуют интеграцию с NumPy.

Библиотека Pandas предоставляет структуры данных и функции, призванные сделать работу со структурированными данными простой, быстрой и выразительной. С момента появления в 2010 году она способствовала превращению Python в мощную и продуктивную среду анализа данных. Основные объекты Pandas – это DataFrame – двумерная таблица, в которой строки и столбцы имеют метки, и Series – объект одномерного массива с метками.

В библиотеке Pandas сочетаются высокая производительность средств работы с массивами, присущая NumPy, и гибкие возможности манипулирования данными, свойственные электронным таблицам и реляционным базам данных (например, на основе SQL). Она предоставляет развитые средства индексирования, позволяющие без труда изменять форму наборов данных, формировать продольные и поперечные срезы, выполнять агрегирование и выбирать подмножества.

Поскольку изначально библиотека Pandas создавалась для решения финансовых задач и задач бизнес-аналитики, в ней особенно глубоко проработаны средства работы с временными рядами, ориентированные на обработку данных с временными метками, которые порождаются бизнес процессами.

Пользователям языка статистических расчетов R название DataFrame покажется знакомым, потому что оно выбрано по аналогии с объектом data.frame в R. В отличие от Python, фреймы данных уже встроены в язык R и его стандартную библиотеку, поэтому многие средства, присутствующие в Pandas, либо являются частью ядра R, либо предоставляются дополнительными пакетами. Само название Pandas образовано как от panel data (панельные данные), применяемого в эконометрике термина для обозначения многомерных структурированных наборов данных, так и от фразы Python data analysis.

SciPy – собрание пакетов, предназначенных для решения различных стандартных вычислительных задач. Вот некоторые из них:

- `scipy.integrate` – подпрограммы численного интегрирования и решения дифференциальных уравнений;

- `scipy.linalg` – подпрограммы линейной алгебры и разложения матриц, дополняющие те, что включены в `numpy.linalg`;

- `scipy.optimize` – алгоритмы оптимизации функций (нахождения минимумов) и поиска корней;

- `scipy.signal` – средства обработки сигналов;

- `scipy.sparse` – алгоритмы работы с разреженными матрицами и решения разреженных систем линейных уравнений;

- `scipy.special` – обертка вокруг SPECFUN, написанной на Fortran-библиотеке, содержащей реализации многих стандартных математических функций, в том числе гамма-функции;

- `scipy.stats` – стандартные непрерывные и дискретные распределения вероятностей (функции плотности вероятности, формирования выборки, функции непрерывного распределения вероятности), различные статистические критерии и дополнительные описательные статистики.

Совместно NumPy и SciPy достаточно полно заменяют значительную часть системы MATLAB и многочисленные дополнения к ней.

SymPy – это библиотека Python для выполнения символьных вычислений [3]. Это система компьютерной алгебры, которая может выступать как отдельное приложение, так и в качестве библиотеки для других приложений. Поскольку это чистая библиотека Python, ее можно использовать даже в интерактивном режиме.

В SymPy есть разные функции, которые применяются в сфере символьных вычислений, математического анализа, алгебры, дискретной математики, квантовой физики и так далее. SymPy может представлять результат в разных форматах: LaTeX, MathML и так далее. Распространяется библиотека по лицензии New BSD. Первыми эту библиотеку выпустили разработчики Ondřej Čertík и Aaron Meurer в 2007 году. Текущая актуальная версия библиотеки – 1.10.1.

Область применения SymPy:

- многочлены;
- математический анализ;
- дискретная математика;
- матрицы;
- геометрия;
- построение графиков;
- физика;
- статистика;
- комбинаторика.

Библиотека Matplotlib – самый популярный в Python инструмент для создания графиков и других способов визуализации двумерных данных. Первоначально она была написана Джоном Д. Хантером (John D. Hunter), а теперь сопровождается большой группой разработчиков. Она отлично подходит для создания графиков, пригодных для публикации. Хотя программистам на Python доступны и другие библиотеки визуализации, Matplotlib используется чаще всего и потому хорошо интегрирована с другими частями экосистемы [1]. Matplotlib является частью ScientificPython – набора библиотек для научных вычислений и визуализации данных, куда также входят NumPy, SciPy, Pandas, SymPy и ещё ряд других инструментов.

Seaborn – это библиотека для решения задач визуализации с ориентацией на работу в области статистики. Базой Seaborn является библиотека Matplotlib.

Возможности Seaborn:

- удобный API для изучения связей в наборах данных;
- автоматический расчёт и отображение моделей линейной регрессии;
- инструменты для исследования внутренней структуры данных;
- инструменты для управления расположением графиков разных типов на одном поле;
- темы оформления графиков.

Инструменты для визуализации данных, которые предоставляет Seaborn можно разделить на пять групп:

- визуализация отношений в данных;
- визуализация категориальных данных;
- визуализация распределений;
- визуализация линейной регрессии;
- визуализация матричных наборов данных.

Mayavi представляет собой набор инструментов для решения задач 2D/3D-визуализации. В состав Mayavi входит инструмент с графическим интерфейсом, через который удобно управлять 2D/3D представлением данных, он называется mayavi2. Вторым крупным компонентом является набор пакетов и модулей для языка Python, через который можно управлять созданием, настройкой и запуском рендеринга 2D/3Dмоделей. Mayavi является обёрткой над VTK – Visualization Toolkit – мощной открытой библиотекой для визуализации.

Mayavi предоставляет следующие возможности:

- визуализация скалярных, векторных и тензорных данных в виде 2D или 3D представления;
- поддержка языка Python;
- возможность расширения функционала, за счёт разработки собственных модулей, фильтров и т.п.;
- поддержка различных форматов файлов: VTK (XML и более старые варианты), PLOT3D;
- сохранение результатов работы в графических файлах различных форматов;
- удобные инструменты для быстрого построения графиков через mlab.

Суть работы с Mayavi заключается в построении потоков данных (pipelines). На первом шаге данные загружаются в специальные объекты (datasources). Можно использовать как непосредственно VTK-файлы, так и генерировать VTK-структуры из numpy массивов (или других структур, для которых это возможно). Далее происходит обработка данных (процессинг) с помощью фильтров, результаты обработки, передаются в модуль визуализации. Область, в которой выводится результат рендеринга модели, называется сценой (Scene) [2].

### Практическое применение

На основе проведенного анализа для разрабатываемого ПО автоматизации документооборота магазина была выбрана библиотека Matplotlib. Она будет использована в модуле сбора статистики и визуализации данных. Далее процесс построения графика с помощью выбранной библиотеки будет рассмотрен детальнее.

Рассмотрим пример построения графика линейной зависимости и использованных для этого средств. Для построения линейной зависимости, необходимо задать название графика, подписать оси и отобразить сетку:

```
# Независимая (x) и зависимая (y) переменные
```

```
x = np.linspace(0, 10, 50)
```

```
y = x
```

Для изменения типа линии и её цвета в функцию plot(), в качестве третьего параметра, нужно передать строку 'r--', где 'r' означает красный цвет, 'a--' – тип линии – пунктирная линия:

```
# Построение графика
```

```
plt.title('Линейная зависимость y = x') # заголовок
```

```
plt.xlabel('x') # ось абсцисс
```

```
plt.ylabel('y') # ось ординат
```

```
plt.grid() # включение отображения сетки
```

```
plt.plot(x, y, 'r--') # построение графика
```

в результате получаем график, изображённый на рисунке 1.

Помимо графика, который использует только числовые данные также можно строить диаграммы для категориальных данных. Такие диаграммы используют, например, имена людей, названия городов и т.п.

Как пример рассмотрим построение диаграммы, на которой будет отображаться количество фруктов в магазине:

```
fruits = ['apple', 'peach', 'orange', 'bannana', 'melon']  
counts = [34, 25, 43, 31, 17]  
plt.bar(fruits, counts)  
plt.title('Fruits!')  
plt.xlabel('Fruit')  
plt.ylabel('Count')
```

Результат построения диаграммы показан на рисунке 2.

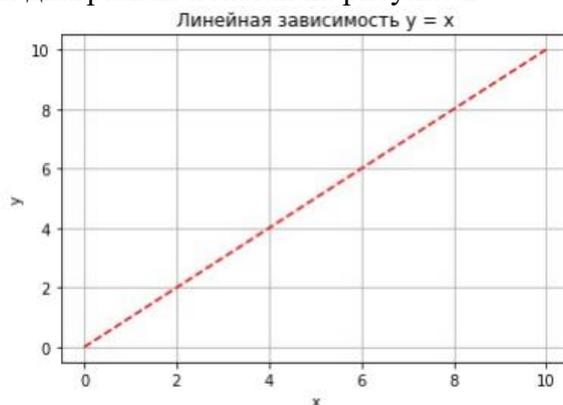


Рис. 1. Линейный график

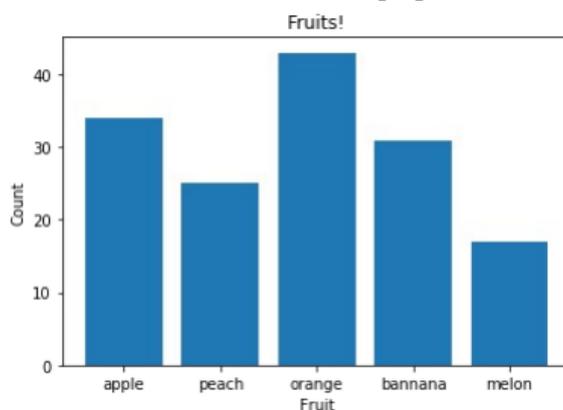


Рис. 2. Столбчатая диаграмма

## Выводы

В работе проанализированы современные инструменты для анализа и визуализации данных. Для модуля сбора статистики выбрана библиотека Matplotlib. Рассмотрено построение разных видов графиков с использованием выбранного инструмента.

## Литература

5. Маккинни, У. Python и анализ данных. Второе издание [Текст] / Маккинни У. // ДМК Пресс, 2020. – С. 25.
6. Абдрахманов М.И. Python. Визуализация данных. [Текст] / Абдрахманов М.И. // devpractice.ru. 2020. – С. 6.
7. SymPy [Electronic resource] / Интернет-ресурс. – Режим доступа: <https://pythonru.com/biblioteki/sympy-v-python>

УДК 004.93'4

## РАСПОЗНАВАНИЕ ТЕКСТОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Бершадская О.А., Семёнова А.П.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: [olga.bershadskaya20@yandex.ru](mailto:olga.bershadskaya20@yandex.ru)

### **Аннотация:**

*Бершадская О.А., Семёнова А.П. Распознавание текстовых изображений при помощи нейронных сетей. Рассмотрено актуальное на сегодняшний день оптическое распознавание текстового изображения. Рассмотрены современные подходы к оптическому распознаванию символов. Определены этапы обработки изображения для распознавания текста. Рассмотрена рекуррентная нейронная сеть с обратной связью, которая позволяет выделять границы строк и распознавать символы.*

### **Annotation:**

*Bershadskaya O.A., Semenova A.P. Recognition of text images using neural networks. The current optical recognition of a text image is considered. Modern approaches to optical character recognition are considered. The stages of image processing for text recognition are defined. A recurrent neural network with feedback is considered, which allows you to highlight the boundaries of strings and recognize characters.*

### **Введение**

В современном мире человек не может представить себя без цифровых технологий, особенно без фотографий. Фотографии, сделанные человеком, несут в себе огромный информационный поток. На них остаются названия улиц, магазинов, номера машин, чем непосредственно и занимается система распознавания текста. Проанализированные фотографии можно использовать для любых задач компьютерного зрения. Например, поиск по схожести, автоматическая навигация. Однако, самой популярной задачей на данный момент является моментальный перевод текста фотографии в редактор.

Такие варианты распознавания сталкиваются с некоторыми недостатками качества изображения: фотография может быть с низким разрешением, зашумлена и размыта. Также, необходимо автоматически определить язык текста на фотографии.

Актуальность задачи в автоматическом обнаружении и распознавании текста на фотографии. Нахождение контуров текста – один из самых важных этапов для его дальнейшего распознавания.

Область применения технологий распознавания текста обширна. Распознавание текста применяют при сканировании документа, книги, статьи, журнала, чтобы продолжить работы с текстом в цифровом редакторе. Также оно используется при обработке анкетных бланков, обработке системы тестирования знаний, распознавании номеров машин и т.д.

### **Этапы распознавания текста**

Можно выделить четыре основных этапа распознавания текста. Первый этап необходим для очистки исходного изображения от посторонних шумов, размытости фотографии. Очистка изображения помогает результативно выделить контуры символов и распознать их (см. рис. 1).

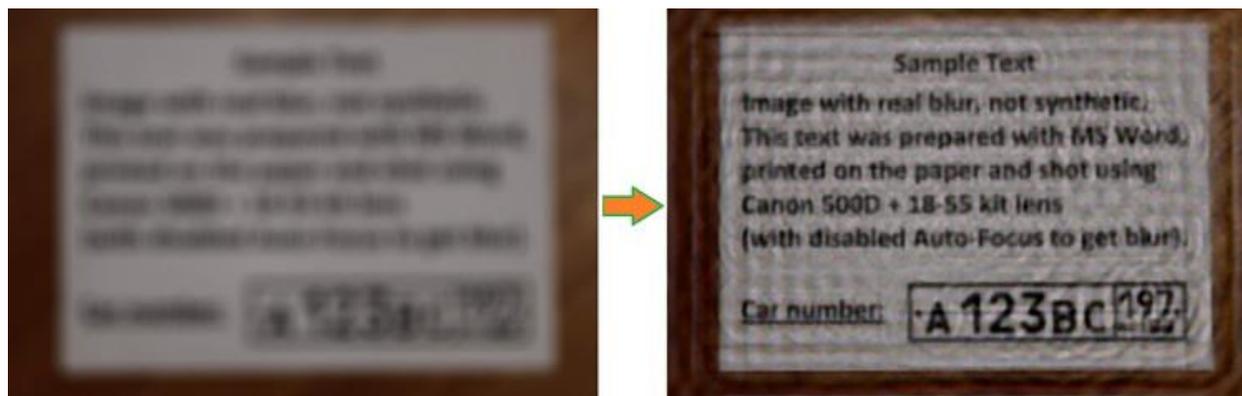


Рис. 1. Преобразование качества фотографии

На рисунке 1 показан результат улучшения качества фотографии. В процессе повышения качества участвуют специальные фильтры для реставрации испорченных фотографий, например, гипоэллиптическая диффузия [1] или фильтры, устраняющие размытость [2].

На втором этапе распознавания текст разбивается на блоки, базируясь на расположении его к горизонтальной и вертикальной прямой, после чего текст добавляется в колонки (см. рис. 2).

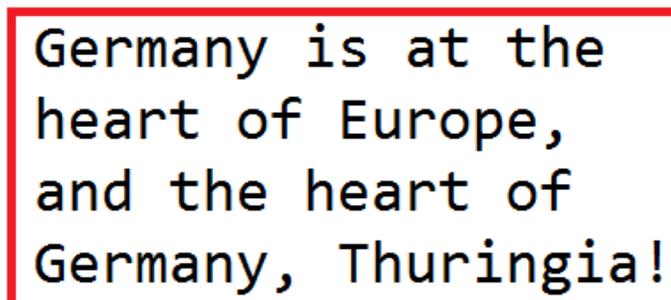


Рис. 2. Блок текста после второго этапа распознавания

Именно второй этап отвечает за обнаружение текста на фотографии. Есть несколько способов: выделения границ текста (например, с помощью скелетизации [3]), определения краев и углов [4] или методов на основе инвариантных моментов [5]), выделение цвета, анализ текстуры фотографии.

На третьем этапе происходит преобразование текстовой фотографии на изображение строк (см. рис. 3), чтобы далее обработать каждый символ отдельно. Далее различные системы распознают текст по различным алгоритмам.

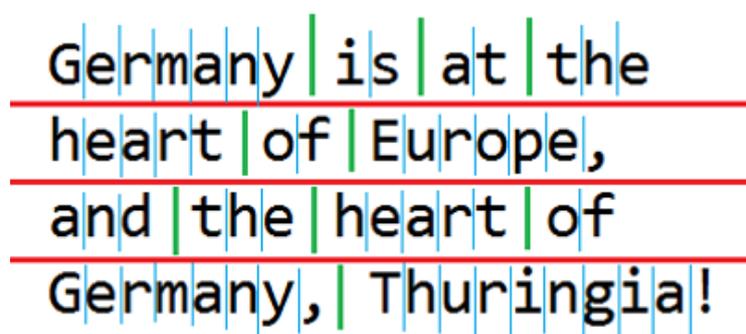


Рис. 3. Текст после третьего этапа распознавания

Четвертый этап посвящен обработке целостного символа. Выбранный символ сравнивается с заданными в базе шаблонами. Распознавание происходит при помощи нейронных сетей. Результат четвертого этапа – возможный вариант буквы. Далее система производит уточняющие действия, используя другие методы распознавания.

### Современные подходы к оптическому распознаванию символов

Алгоритм оптического распознавания текста приведен на рис. 4. Прежде всего передний план объектов отделяется от фона. Затем определяется тип выделенных областей. Если определено, что данная область – текст, то можно начинать его сегментацию и распознавание. В процессе своего развития подходы к OCR-системам корректировались, проходя через следующие этапы [6]:

1. Пошаговая реализация основных блоков без возможности редактирования результатов работы на предыдущих этапах.

2. Пошаговая реализация основного алгоритма с возможностью возвращения на некоторые предыдущие этапы (например, возвращение на этап сегментации при неудовлетворительных результатах распознавания).

3. Подходы без предварительной сегментации. Документ сегментируется на строки, а строки подаются на вход алгоритму распознавания без сегментации на слова и символы. В подобных случаях классификатором могут быть иерархические скрытые модели Маркова, рекуррентные сети [7], свёрточные нейронные сети [8].

4. Подходы без предварительной сегментации на слова и символы с возможностью пересмотра предыдущих решений по разделению документа на строки.

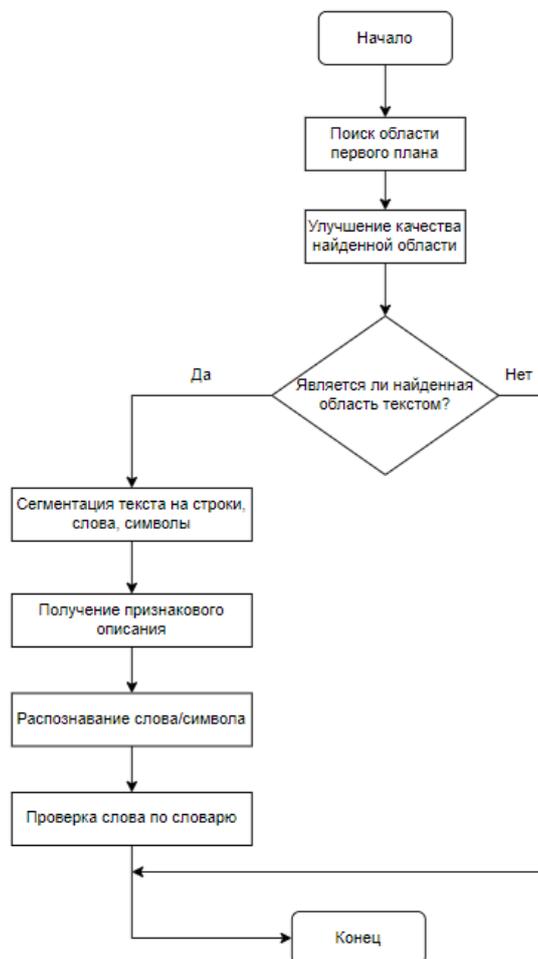


Рис. 4. Общий алгоритм работы OCR-системы

### Рекуррентная нейронная сеть для распознавания текстовых изображений

Рекуррентные нейронные сети (РНС), подвидом которых является LSTM (longshort-term memory), – тип нейронных сетей, задействующих обратную связь. В отличие от нейросетей прямого распространения, в которых информация передается последовательно от слоя к слою, в рекуррентных нейронных сетях каждый слой нейронов, помимо входных данных, получает некоторую информацию о предыдущем состоянии сети, что делает возможным анализ последовательностей данных (рис. 5).

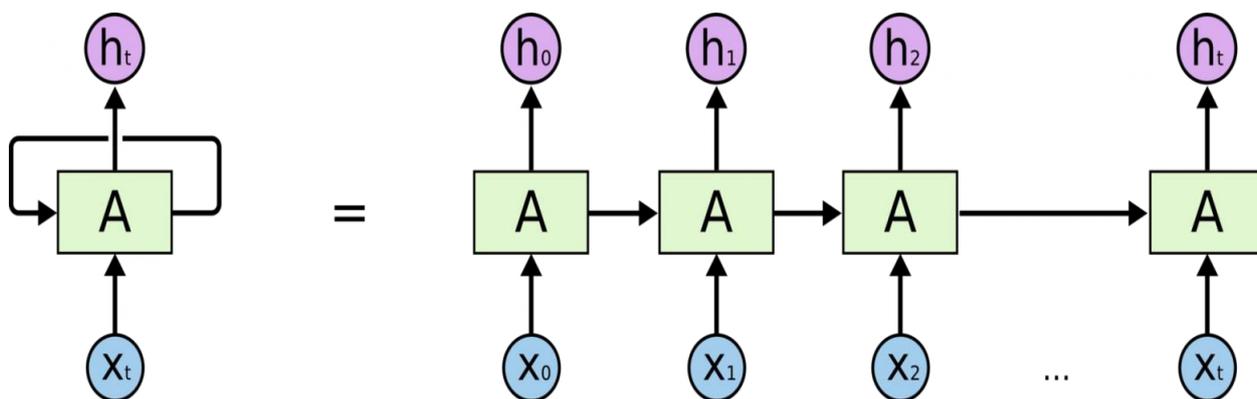


Рис. 5. Схема работы одного слоя нейронов рекуррентной сети

Главной же особенностью и преимуществом LSTM-сетей является умение работать с долгосрочными зависимостями: проще говоря, они, в отличие от обычных рекуррентных нейронных сетей, умеют работать с информацией, обработанной много циклов назад. Сейчас внедрение нейронных сетей, задействующих обратную связь, очень популярно среди распознавания любого вида текста на изображении.

### Схема работы оптического распознавания текста и программная реализация

Программа определяет макет страницы и группирует очертания текста в объекты. Далее в объектах выделяются строки, а строки, в свою очередь, разбиваются на слова в зависимости от длины промежутков между ними. Для выделения макета страницы, а также выделения границ строк и отдельных слов используется рекуррентная нейронная сеть LSTM.

После этого анализируется, какой тип шрифта был использован для той или иной области текста: моноширинный или пропорциональный. В первом случае каждый символ имеет фиксированную ширину, а значит, есть возможность сразу разбить строку на символы. Во втором случае программа выделяет определенные и неопределенные промежутки между символами (решение по поводу неопределенных промежутков принимается в самом конце).

Распознавание проходит в два этапа. Сначала алгоритм старается распознать каждое слово по очереди и передает каждую успешную попытку классификатору в качестве обучающей выборки. Классификатор использует эти данные при дальнейшем продвижении по странице и на втором этапе распознавания, когда алгоритм повторно работает с теми словами, которые не получилось распознать в первый раз.

В самом конце принимается решение по поводу неопределенных промежутков и проверяется, не являются ли некоторые нераспознанные строчные буквы малыми заглавными.

Программная реализация распознавания текстовой картинке предоставлено на рис. 6.

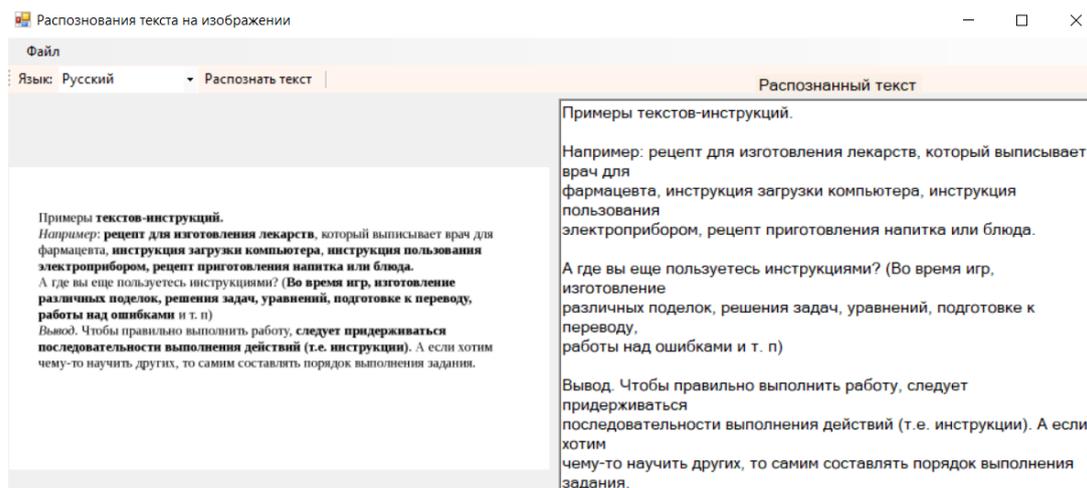


Рис. 6. Программная реализация распознавания текста на изображении

## Выводы

Рассмотрено основное и актуальное на сегодняшний день оптическое распознавание текстового изображения. Определены этапы распознавания речи, способы очистки фотографии от размытости, нечетких букв, а также лишних фильтров.

Общий алгоритм системы оптического распознавания текста состоит в: отделении переднего объекта от фона, определении является ли этот объект текстом, сегментации текста, распознавании слова и сверки его со словарем.

Для выделения границ строк и распознавания текста используется рекуррентная нейронная сеть с обратной связью. Именно она позволяет избежать проблемы долговременной зависимости.

## Литература

1. Арлазаров В.Л. Распознавание строк печатных текстов. / В.Л. Арлазаров, П.А. Куратов, О.А. Славин // [Информационные технологии и вычислительные системы](#). – 2000 – №4. – С.31-51
2. Технологии оптического распознавания текстов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://travin.msk.ru/arc/OCR.html> (дата обращения: 09.04.2022).
3. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Ф. Уоссермен. – М.: Мир, 1992. – 236 с.
4. Заенцев И.В. Нейронные сети. Основные модели / И.В. Заенцев – Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1999. – 76с.
5. Ширококов В.А. Системы распознавания текстов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/2005/fvti/shirobokov/diss.htm> (дата обращения: 23.04.2012).
6. Славин О.А. Динамическое построение функций сравнения с идеальным образом в задаче адаптивного распознавания текстовых символов / О.А. Славин, Ю.В. Титов // [Информационные технологии и вычислительные системы](#). – 2007. – № 1. – С. 3-12.
7. Арлазаров В.Л. Адаптивное распознавание / В. Л. Арлазаров, Н.В. Котович, О.А. Славин // [Информационные технологии и вычислительные системы](#). – 2002. – № 4. – С. 11-22
8. Lebourgeois F. An Evolutive OCR System Based on Continuous Learning / F. Lebourgeois, J.L. Henry // [Proceedings of the 3rd IEEE Workshop on Applications of Computer Vision \(WACV '96\)](#), December 1996. – P. 272-277

УДК 004.92, 004.93

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ ПО ФОТОИЗОБРАЖЕНИЯМ

А.П. Семёнова, М.А. Белинская, В.Н. Павлыш  
Донецкий национальный технический университет  
[nastena-semenova19@rambler.ru](mailto:nastena-semenova19@rambler.ru)

### **Аннотация:**

*Семёнова А.П., Белинская М.А., Павлыш В.Н. Анализ методов распознавания эмоций по фотоизображениям. В работе рассмотрен актуальный на сегодняшний день метод обнаружения лица на изображении. Определены модели категоризации эмоций: дискретная, многомерная и гибридная. Рассмотрены классические методы распознавания эмоций по ключевым точкам, а также методы, основанные на глубинном обучении.*

### **Annotation:**

*Semenova A.P., Belinskaya M.A., Pavlysh V.N. Analysis of emotion recognition methods based on photo images. The paper considers the actual method of detecting a face in an image. Emotion categorization models are defined: discrete, multidimensional and hybrid. Classical methods of emotion recognition by key points and methods based on deep learning are considered.*

Полный текст статьи опубликован в выпуске № 2 (28), 2022 г.,  
Научного журнала «Информатика и кибернетика»

УДК 519.683.8

## ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ»

**В.Р. Седиков, А.И. Ольшевский**

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: sedikov.vlad2612@gmail.com, a\_olshevskiy@mail.ru

### **Аннотация:**

*Седиков В.Р., Ольшевский А.И. Программный модуль управления в системе обучения дисциплины «Алгоритмы и структуры данных». В работе рассмотрены основные модели в системе обучения, способы и принципы представления знаний. Определена последовательность построения курса и подходы управления процессом обучения. Разработана модель обучаемого и предложена структура интеллектуального управления процессом обучения.*

### **Annotation:**

*Sedikov V.R., Olshevsky A.I. Program control module in the system of teaching the discipline "Algorithms and data structures". The paper considers the main models in the education system, methods and principles of knowledge representation. The sequence of building a course and approaches to managing the learning process are determined. A model of a trainee has been developed and a structure for the intellectual control of the learning process has been proposed.*

### **Введение**

Перспективы развития дистанционного образования содержатся в расширении объема образовательных услуг. В современных условиях требуется новый взгляд на компьютеризацию сферы образования – охват всего процесса приобретения знаний, умений и навыков. Используя, дистанционное обучение, можно повысить квалификацию населения, осуществить переподготовку кадров, организовать процесс обучения для тех, кто не может получить образование по традиционной форме обучения: очной либо заочной. Интеллектуальные обучающие системы относятся к системам наиболее высокого уровня дистанционного обучения и также реализуются на базе идей искусственного интеллекта.

Особенностями реализации познавательной деятельности неразрывно связанной с учебным процессом, являются создание особых благоприятных условий и возможностей для овладения новыми знаниями, учет особенностей обучаемого и обязательное взаимодействие студента и преподавателя в различных формах. С этой точки зрения электронная среда обучения является незаменимым средством реализации учебно-познавательной деятельности. Результатом учебной деятельности должен стать переход на более высокий уровень познавательной деятельности. Однако, учитывая тот факт, что любая учебная деятельность требует управления, корректировки и контроля со стороны преподавателя, возникает ряд проблем, связанных с обучением в электронной среде.

Целью проекта является проектирование и разработка программного модуля управления процессом обучения дисциплины «Алгоритмы и структуры данных», что позволит повысить качество представления учебного материала и уменьшить сроки освоения курса.

## Исследования

*Система дистанционного обучения* – способ организации обучения, при котором учебный процесс протекает, в основном, без непосредственного «контакта» ученика с преподавателем. Такие способы организации учебного процесса существовали задолго до появления вычислительной техники.

Машинное обучение – это подмножество искусственного интеллекта, который использует статистические алгоритмы обучения для создания систем, которые имеют возможность автоматически учиться и совершенствоваться на основе опыта, не будучи специально запрограммированными на данное действие.

Интеллектуальные обучающие системы (ИОС) относятся к системам наиболее высокого уровня и также реализуются на базе идей искусственного интеллекта. ИОС могут осуществлять управление на всех этапах решения учебной задачи, начиная от ее постановки и поиска принципа решения и кончая оценкой оптимальности решения, с учетом особенностей деятельности обучаемых.

Для создания таких систем обычно используются гипертекстовые системы и языки гипертекстовой разметки. В отличие от своих бумажных аналогов, гипертекстовые обладают рядом дополнительных свойств и возможностей:

- · обычно поддерживают удобную систему поиска по ключевым словам и понятиям;
- · имеют удобную систему навигации на основе гиперссылок;
- · могут включать в себя аудио- и видеофрагменты.

Разрабатываемый программный модуль является основой обучающей системы и для его создания в общем случае, решаются следующие задачи:

- анализа современных информационных технологий дистанционного обучения;
- исследования интеллектуальных обучающих систем;
- проектирования архитектуры обучающей системы и базовых моделей, лежащие в ее основе;
- выбора технологий и методов программного обеспечения;
- разработки программного модуля управления обучением для апробации курса «Алгоритмы и структуры данных».

Рассмотрим технологии и методов программного обеспечения создания систем обучения.

1. HTML и CSS – является удобными и не сложным методом создания сайтов, однако имеет ряд значительных недостатков: ограниченные возможности при создании сайта; отсутствие динамических элементов; большое количество кода.

2. PHP – язык программирования, используемый на стороне WEB-сервера для динамической генерации HTML-страниц. Об этом говорит и расшифровка его названия: PHP - Personal HyperText Processor, при этом лишен избыточности, свойственной многим его конкурентам.

3. CMS – является набором скриптов для создания, редактирования и управления контентом сайта. Благодаря чему возможно быстро создавать не сложные сайты.

4. SaaS – является готовым сайтом, где пользователь не участвует в процессе поддержки, а платит за обслуживание.

5. Adobe Animate – для создания векторной графики и анимации в онлайн-видео, на веб-сайтах, в веб-приложениях и видеоиграх. Программа также поддерживает растровую графику, форматированный текст, встраивание аудио и видео, и скрипты ActionScript. Анимации могут быть опубликованы в HTML5, WebGL, SVG

6. iSpring Suite – работающий в интерфейсе Microsoft PowerPoint конструктор презентаций и курсов, используемых в электронном обучении. Поддержка всех эффектов PowerPoint. iSpring Suite поддерживает и позволяет качественно воспроизводить все эффекты

PowerPoint. Можно сконвертировать презентацию в кроссплатформенный формат: Flash + HTML5.

7. AutoPlay Media Studio 8 – это программа для визуального создания оболочек автозапуска дисков. При помощи неё вы сможете создавать электронные учебники, CD/DVD визитки, презентации, несложные игры, электронные фотоальбомы, сборники видеофайлов с удобным просмотром, простые аудио и\или видео плееры.

В качестве средства разработки выбраны язык гипертекстовой разметки HTML, язык PHP (Personal Home Page - персональная домашняя страница) и БД MySQL.

Поскольку PHP не содержит кода, ориентированного на конкретный web-сервер, пользователи не ограничиваются определенными серверами (возможно, неизвестными для них). Apache, Microsoft IIS, Netscape Enterprise Server, Stronghold и Zeus — PHP работает на всех перечисленных серверах. Поскольку эти серверы работают на разных платформах, PHP в целом является платформенно-независимым языком и существует на таких платформах, как UNIX, Solaris, FreeBSD и Windows .

MySQL – компактный многопоточный сервер баз данных. MySQL характеризуется большой скоростью, устойчивостью и легкостью в использовании.

MySQL является идеальным решением для малых и средних приложений. Исходники сервера компилируются на множестве платформ. Наиболее полно возможности сервера проявляются на Unix-серверах, где есть поддержка многопоточности, что дает значительный прирост производительности.

MySQL поддерживает язык запросов SQL в стандарте ANSI 92, и кроме этого имеет множество расширений к этому стандарту, которых нет ни в одной другой СУБД.

### Модуль управления процессом обучения

Интеллектуализация компьютерного обучения предполагает использования методов и моделей представление знаний на базе систем, основанных на знаниях. Для реализации принципов индивидуального обучения обучающая система должна включать *модель обучаемого и модель предметной области*.

Рассмотрим предлагаемую структуру модуля управления процессом обучения и базовые модели, лежащие в ее основе (рис. 1).

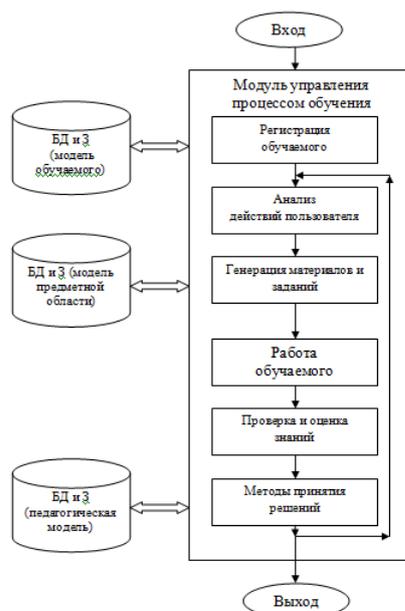


Рис. 1. Структура модуля управления процессом обучения

Центральное место в системе обучения занимает модуль управления процессом обучения, который включает в себя:

- регистрацию пользователя (создания новой модели обучаемого) или идентификацию (подключение существующей модели обучаемого);
- изучение учебного материала генерируемого по модели обучаемого по мере накопления знаний;
- прохождение тестирования и решения задач;
- проверку и оценку уровня знаний, умений и навыков у обучаемых до и после обучения, их индивидуальных способностей и мотиваций;
- статистический сбор показателей усвоения учебного материала;
- методы принятия решений.

Компьютерные модели включают множество аспектов моделируемой реальности, обеспечивают большую гибкость при решении задач, позволяют управлять временем и пространством, повторять или изменять ситуацию, дополнять модель графикой, мультипликацией, звуковым сопровождением.

Для создания **модели предметной области БД и З** (базы данных и знаний) в общем случае, необходимо подготовить и систематизировать учебный материал, адаптировать материала по уровням сложности, разработать динамические иллюстраций, контрольные вопросы и другие задания. *могут включать в себя анимацию, аудио- и видеофрагменты, элементы интерактивности.*

**Модель обучаемого** включать в себя информацию начиная с регистрации, сбора статистических показателей усвоения учебного материала: определение количества входов в систему; временные характеристики, в том числе и время, затраченное на решения тестов; определение общего числа ошибок и т.д.

Центральное место в системе занимает процедура управления процессом обучения, которая используется для планирования и выбора дальнейших действий (логические «решатели», методы теории принятия решений). Для генерации новой порции учебного материала и помощи пользователю задействуется база знания о предметной области и текущее состояние модели обучаемого. Сведения извлекаются по запросу анализатором действий системы управления. После удачного прохождения очередной темы предлагается следующий раздел из этого курса.

Выбор дальнейших действий зависит от тех методов принятия решений, которые использует модуль управления процессом обучения. Так механический **алгоритм** задает определенные действия, обозначая их в единственной и достоверной последовательности, обеспечивая тем самым однозначно требуемый (искомый) результат. *Вероятностный (стохастический)* алгоритм дает программу решения задачи несколькими путями или способами, приводящими к вероятному достижению результата. Использование *эвристических алгоритмов* достижение конечного результата программы действий однозначно не определено, вся последовательность действий не обозначена, все действия исполнителя не выполнены.

Использование эвристических алгоритмов подчас является единственным способом решения неформализованных задач с помощью компьютера (выбор конструкции, формы тела, стратегии обучения, управления объектом в условиях неопределенности и т.п.).

На этапе принятия решений используется **педагогическая модель** – это взаимное расположение основных и дополнительных компонентов образовательной программы и связей между ними. Основные компоненты – это то, на чем выстраивается любой образовательный процесс – система образовательных результатов, обратная связь и система оценивания, стратегии преподавания и задания. Создание сильной педагогической модели повышает вероятность того, что ваша программа будет эффективная и увлекательная.

При этом в ходе диалога могут обсуждаться не только правильность тех или иных действий, но и стратегия поиска решения, планирования действий, приемы контроля и т.д. На основе модели обучаемого, уточняемой в ходе учебного процесса, осуществляется управление обучения. Стратегия обучения изменяется и совершенствуется по мере накопления данных. Отличительным признаком обучающего модуля является то, что он не содержит основных и вспомогательных обучающих воздействий в готовом виде, а генерирует их.

Методология решения задачи на компьютере в общем случае рассматривает совместную «деятельность» человека и компьютера. Непосредственное решение задачи – это процесс автоматического преобразования исходных данных в искомый результат в соответствии с заданным алгоритмом.

### **Выводы**

В работе рассмотрены различия между *дистанционным обучением*, машинным и интеллектуальными обучающими системами.

Исследованы технологии и методы программного обеспечения создания систем обучения.

В качестве средства разработки выбраны язык гипертекстовой разметки HTML, язык PHP и БД MySQL.

Предложена структура модуля управления процессом обучения и базовые модели, лежащие в ее основе. Определена последовательность построения курса и подходы управления процессом обучения.

### **Литература**

1. Интеллектуальные обучающие системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://studbooks.net/1593672/informatika/intellektualnye\\_obuchayuschie\\_sistemy](http://studbooks.net/1593672/informatika/intellektualnye_obuchayuschie_sistemy).
2. Интеллектуальное управление процессом обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/post/194240>/<https://habr.com/post/194240/>
3. Юрков, Н. К. Интеллектуальные компьютерные обучающие системы [Электронный ресурс] /Н. К. Юрков // . – Режим доступа : [http://www.mtas.ru/upload/library/MONOGRAFIYa\\_IKOS\\_2010.pdf](http://www.mtas.ru/upload/library/MONOGRAFIYa_IKOS_2010.pdf)
4. Строкин В.С. Подсистема тестирования по курсу «Алгоритмы и структуры данных» / В.С. Строкин, А.И. Ольшевский, // Сб. мат. VI Международная научно-техническая конференция «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» (СИТОНИ-2019). – Донецк : ДонНТУ, 2019. – С. 216-221
5. Строкин В.С. Проектирование моделей для интеллектуальной обучающей системы [Текст] / В.С. Строкин, А.И. Ольшевский, // Сб. мат. «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование (ИУСМКМ-2020). – Донецк : ДонНТУ, 2020. С. 358-362
6. Горбенко Д.А. Искусственный интеллект и машинное обучение [Текст] / Д.А. Горбенко, А.И. Ольшевский, // Сб. мат. «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование (ИУСМКМ-2020). – Донецк : ДонНТУ, 2020. С. 363-367
7. Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход (AIMA-2) / П. Норвиг, С. Рассел – Москва: Вильямс, 2019. – 1408 с.

УДК 519.68

## ПОВЫШЕНИЕ ПОЛНОТЫ И СБАЛАНСИРОВАННОСТИ ДАННЫХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ, МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

**Резникова А.С., Попов И.Е.**

Волгоградский государственный университет  
кафедра математического анализа и теории функций  
E-mail: ras25072002@mail.ru, popov.larion@volsu.ru

### **Аннотация:**

**Резникова А.С., Попов И.Е. Повышение полноты и сбалансированности данных, используемых при диагностике рака молочной железы методами машинного обучения.** Рассмотрена проблема устранения несбалансированности и неполноты данных при диагностике рака молочной железы методами машинного обучения. Описан способ для уточнения диагноза по отношению к определяющей его молочной железе. В результате повышена эффективность классификации с целью выделения группы риска развития рака молочной железы.

### **Annotation:**

**Reznikova A.S., Popov I.E. Improving the completeness and balance of data used in breast cancer diagnostic by machine learning methods.** The problem of data imbalance and incompleteness in breast cancer diagnostic by machine learning methods is considered. An attempt for clarifying the diagnosis in the relation to the determining breast is described. As a result, classification efficiency was increased in order to identify the breast cancer risk group.

### **Общая постановка проблемы**

Рак молочной железы у женщин является одним из самых распространенных проявлений онкологических заболеваний, приводящих к инвалидности и смертности [1]. Выживаемость больных заметно повышается при ранней диагностике данного заболевания методом микроволновой радиотермометрии. Данный метод обнаруживает тепловые изменения в тканях молочной железы, которые происходят еще до достижения опухолью клинически выявляемых размеров. Кроме того, микроволновая радиотермометрия безвредна для пациента и достаточно информативна в том числе и для женщин моложе 35 лет [2].

Метод микроволновой радиотермометрии основан на измерении кожных и внутренних температур молочных желез. Врач-специалист оценивает температурные изменения по шкале  $th$  [3] и с учетом возможных дополнительных обследований ставит пациенту диагноз. При этом для рака молочной железы характерны [4]:

- повышенная термоасимметрия между одноименными точками желез
- повышенный разброс температур в пораженной железе
- отклонения в значении разности между кожной и внутренней температурой

Характеристика классов  $th$  приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Шкала классов th

Класс th	Характеристика
th0	отсутствие температурных отклонений, но возможна незначительная термоасимметрия
th1	наличие области пониженной температуры
th2	наличие повышенных температур
th3	высокий уровень кожных и внутренних температур
th4	множественные температурные отклонения
th5	острый воспалительный процесс

С целью улучшения диагностики рака молочной железы используются методы машинного обучения, гибридные технологии с применением математического моделирования тепловых полей желез и интеллектуального анализа термометрических данных [5]. В данной работе рассматривается задача бинарной классификации, которая подразумевает определение принадлежности молочных желез к здоровым железам (th0, th1, th2) или группе риска (th3, th4, th5).

Используемая база данных содержит записи о молочных железах пациентов с указанием температурных значений, анамнеза пациента, th класс молочной железы, обозначением области с температурными отклонениями и другие необходимые сведения. При этом количество данных по классам th не сбалансировано – сведений о здоровых молочных железах больше, чем о группе риска (рис. 1). Это является особенностью медицинских баз данных. Кроме того, для некоторых из молочных желез отсутствуют уточнения в диагнозе: th класс указан по пациенту без конкретизации того, к какой именно молочной железе он относится. Изначально алгоритмом классификации такие железы не используются.

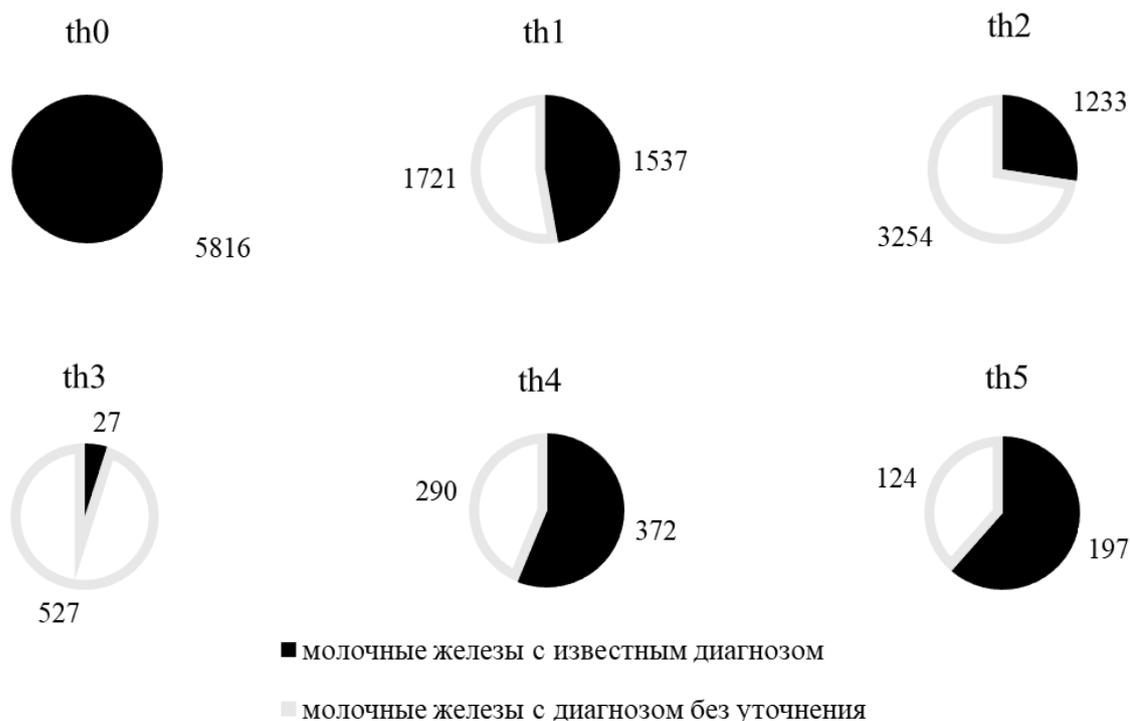


Рис. 1. Круговые диаграммы количества данных по классам th.

Наиболее сложным для классификации является класс th3. Причина этого заключается в схожести температурных отклонений, характерных для него с классом th2. Из-за этого также достаточно большое количество здоровых желез th2 ошибочно определяются алгоритмом классификации как группа риска. Доля таких ошибочно определенных желез в классе th3 составляет 50% от всех используемых при тестовой диагностике. Это отражено на рисунке 2.

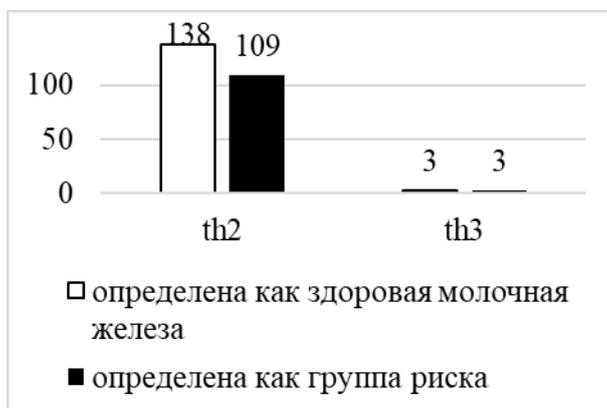


Рис. 2. Сложность классификации th2 и th3

Исходя из количественного распределения th классов, выдвигается гипотеза о возможном игнорировании данных о молочных железах класса th3 при обучении алгоритма классификации. Также возникает задача формирования сбалансированного по th классам набора данных. Данные из полученной таким образом обучающей выборки будут применены для уточнения диагноза молочных желез класса th3 с целью улучшения его классификации.

Классификация молочных желез осуществляется на основе признакового пространства, представленного в работе [6]. Помимо этого, используются данные о возрастной категории, типе фигуры и сведения о наличии боли в молочных железах.

### Исследования

Для формирования сбалансированной выборки по th классам используется сэмплирование данных. Первоначально было выбрано 500 записей для каждого из th классов здоровых молочных желез. Выбор именно такого числа записей связан с незначительным количеством желез класса th3 (рис. 3). В результате сэмплирования происходит синтезирование элементов класса меньшинства.

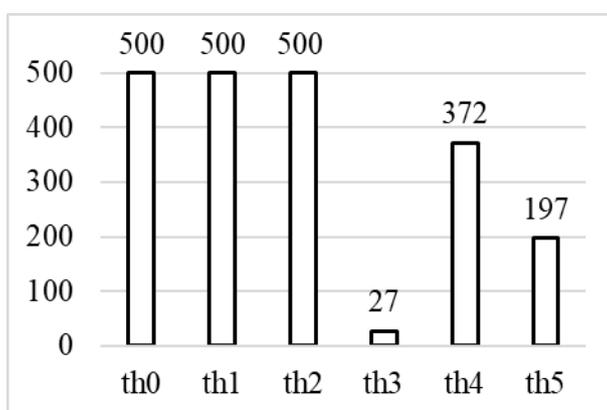


Рис. 3. Распределение th классов используемых записей до сэмплирования

Железы класса th0 и th3 из полученной сбалансированной выборки используются для уточнения диагноза. Это осуществляется следующим образом. Если диагноз, поставленный алгоритмом уточнения, совпал с диагнозом пациента, указанным в базе данных, то считаем,

что диагноз по рассматриваемой молочной железе уточнен. Теперь такая железа может использоваться алгоритмом классификации. В результате получим расширенную обучающую выборку, содержащую изначально известные, а также уточненные данные. В среднем диагноз удалось уточнить для 154 молочной железы класса th3. В результате этого произошло нарушение баланса th классов, который вновь был восстановлен с помощью применения досэмплирования.

В вычислительных экспериментах был применен алгоритм кросс-валидации, предотвращающей переобучение. Данные были разделены на 5 равных частей с поддержанием сбалансированного распределения th классов в них. Одна из частей использовалась в качестве тестовой выборки, оставшиеся в качестве обучающей.

После сэмплирования данных их количество в тестовой выборке было равно 100, а в обучающей 400 для каждого th класса. В итоге было получено 1200 записей о здоровых и 1200 записей о молочных железах, входящих в группу риска. После уточнения диагноза и досэмплирования количество записей, входящих в расширенную обучающую выборку по сравнению с изначальной, в среднем приблизительно увеличено на 40%.

Аналогичные действия производились на каждой из итераций в ходе проведения кросс-валидации. В качестве алгоритма классификации была использована логистическая регрессия. Для оценки ее работы использовались критерии специфичности – точность определения здоровых молочных желез, чувствительности – точность диагностики группы риска и мера эффективности – среднее геометрическое по специфичности и чувствительности.

В итоге специфичность классификации, т.е. точность диагностики здоровых молочных желез увеличилась на 2%, при этом чувствительность выросла на 2,5%. В результате этого эффективность классификации также изменилась в лучшую сторону приблизительно на 2%. Полученные результаты классификации представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты применения алгоритма классификации

Алгоритм классификации	Логистическая регрессия	
Критерии оценки	После сэмплирования до уточнения диагноза	После уточнения диагноза и досэмплирования
Специфичность	0,82	0,84
Чувствительность	0,79	0,815
Эффективность	0,80	0,82

На рост специфичности влияет улучшение диагностики здоровых молочных желез, в частности класса th2, что связано с его более лучшим отделением от молочных желез группы риска (рис. 4, 5). На это повлияло расширение базы по классу th3 с помощью уточнения диагноза. Также в одном из вычислительных экспериментов число ошибочно определяемых желез класса th3 как здоровых было уменьшено с 67 единиц до 26.

### Выводы

Благодаря применению алгоритма уточнения диагноза и досэмплирования была улучшена эффективность классификации. Также за счет сэмплирования была повышена корректность обучения и точность проверки алгоритма классификации. Этому способствовало повышение полноты и сбалансированности обучающей выборки. Уточнение диагноза по молочным железам класса th3 позволило улучшить диагностику схожего с ним по температурным отклонениям класса th2, который все же соответствует здоровым молочным железам. Дальнейшее развитие видится в улучшении классификации за счет использования метода для синтезирования объектов класса меньшинства на основе данных,

среди которых исключены возможные аномалии.



Рис. 4. Усредненный результат правильности определения желез группы риска алгоритмом классификации после сэмплирования до уточнения диагноза



Рис. 5. Усредненный результат правильности определения желез группы риска алгоритмом классификации после уточнения диагноза и досемплирования

### Литература

1. Лосев, А. Г. Проблемы измерения и моделирования тепловых и радиационных полей в биотканях: анализ данных микроволновой радиотермометрии [Текст] / А. Г. Лосев, А. В. Хоперсков, А. С. Астахов, Х. М. Сулейманова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 1, Математика. Физика. - №6. - 2015. - С. 31-71.
2. Керимов, Р. А. Сверхвысокочастотная радиотермометрия в онкомаммологии (краткий обзор литературы) [Текст] / Р. А. Керимов, Т. М. Кочоян // Онкогинекология. - №1. - 2017. - С. 19-26.
3. Замечник, Т. В. Управляемый классификатор в диагностике рака молочной железы по данным микроволновой радиотермометрии [Текст] / Т. В. Замечник, А. Г. Лосев, А. Ю. Петренко // Математическая физика и компьютерное моделирование. - Т. 22. - № 3. - 2019. - С. 52-66.
4. Лосев, А. Г. Интеллектуальный анализ данных микроволновой радиотермометрии в диагностике рака молочной железы [Текст] / А. Г. Лосев, В. В. Левшинский // Математическая физика и компьютерное моделирование. - Т. 20. - №5. - 2017. - С. 49-62.
5. Polyakov, M. V. Application of computer simulation results and machine learning in the analysis of microwave radiothermometry data [Текст] / M. V. Polyakov, I. E. Popov, A. G. Losev, A. V. Khoperskov // Математическая физика и компьютерное моделирование. - Т. 24. - № 2. - 2021. - С. 27-37.
6. Levshinskii, V. V. Mathematical models for analyzing and interpreting microwave radiometry data in medical diagnosis [Текст] / V. V. Levshinskii // Journal of Computational and Engineering Mathematics. - V. 8. - №1. - 2021. - С. 3-14.

УДК 004

## МЕТОДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СТАТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Коваленко А. А., Привалов М. В.

Донской Государственный Технический Университет

Кафедра информационных технологий

Email: dub1702@gmail.com

### **Аннотация:**

*Коваленко А. А., Привалов М. В. Методы автоматизированной классификации статей с применением нейронных сетей. Данная работа представляет собой обзор методов классификации текстов, целями которого являются сравнение современных методов решения задачи классификации текстов, обнаружение тенденций развития данного направления, а также выбор наилучших алгоритмов для применения в исследовательских и коммерческих задачах.*

### **Annotation:**

*Kovalenko A. A., Privalov M. V. Methods of automated classification of articles using neural networks. This work is a review of text classification methods, the objectives of which are to compare modern methods for solving the problem of text classification, to detect trends in the development of this area, as well as to select the best algorithms for use in research and commercial tasks.*

**Актуальность** в настоящее время любая представленная публике информация должна быть подвержена модерации. Модерация – регулярный мониторинг одним модератором или группой соблюдения правил общения на конкретной площадке в сети или офлайне, которые установил владелец, администратор ресурса или законодательство. Помимо этого, в обязанности модератора входит проверка материала, который размещается пользователями на площадке.

Таким образом, модерация необходима для поддержания порядка, проверки информации пользователей на соответствии правилам площадки, сайта или группы. Сегодня любая не модулируемая площадка быстро превращается в скопище спама, чернухи и ссылок на сомнительные сайты.

Как правило, данная работа является однообразной и занимаются ей люди. Люди не способны прочитывать тысячи слов за малое количество времени и, следовательно, проверка даже самой маленькой статьи может затянуться на часы. Так как данная работа обычно однообразная, ее можно автоматизировать, то есть создать такую систему, которая бы проверяла контент вместо человека. Данный способ не сможет заменить человека полностью, но он сможет сократить количество людей и время, которое они будут тратить на выполнение своей работы. Но как же научить информационную систему понимать, что перед ней за текст и можно ли его пропустить для показа широкой публике?

Допустим, необходимо показывать публике текст, не имеющий в себе так называемой токсичности. Значит можно считать, что текст необходимо разделить на два класса: токсичный и нетоксичный. Теперь стало ясно, что для решения данной задачи необходимо сделать классификатор. Методы классификации текстов лежат на стыке двух областей – информационного поиска и машинного обучения. Их сходство состоит в способах представления самих документов и способах оценки качества алгоритмов. На сегодняшний день разработано большое количество методов и их различных вариаций для классификации текстов. Каждая группа методов имеет свои преимущества и недостатки, области применения, особенности и ограничения.

Сравнение методов построения классификаторов является довольно сложной задачей по причине того, что разные входные данные могут приводить к различным результатам. Поэтому необходимо осуществить их программную реализацию и вычисление эффективности на одинаковых наборах документов для обучения и тестирования.

**Постановка задачи** Формально постановку задачи классификации можно записать следующим образом.

Имеются множество документов  $D = \{d_1, \dots, d_{|D|}\}$  и множество возможных категорий (классов).  $C = \{c_1, \dots, c_{|C|}\}$ . Неизвестная целевая функция  $\Phi: D \times C \rightarrow \{0,1\}$  задается формулой:

$$\Phi = (d_j, c_i) = \begin{cases} 0, & \text{если } d_j \in c_i \\ 1, & \text{если } d_j \notin c_i \end{cases} \quad (1)$$

Требуется построить классификатор  $\Phi'$ , максимально близкий к  $\Phi$ . В такой постановке задачи следует отметить, что о категориях и документах нет никакой дополнительной информации, кроме той, которую можно извлечь из самого документа.

Если классификатор выдает точный ответ:

$$\Phi': D \times C \rightarrow \{0,1\} \quad (2)$$

Если классификатор определяет степень подобию (Categorization Status Value) документа:

$$CSV: D \rightarrow [0,1] \quad (3)$$

То классификация называется пороговой.

**Решение задачи.** Методы на основе нейронных сетей, считаются наиболее перспективными, следовательно, в данной работе будет применяться именно данный метод.

На рисунке 1 представлена общая схема процесса классификации. Рассмотрим каждый из его этапов.

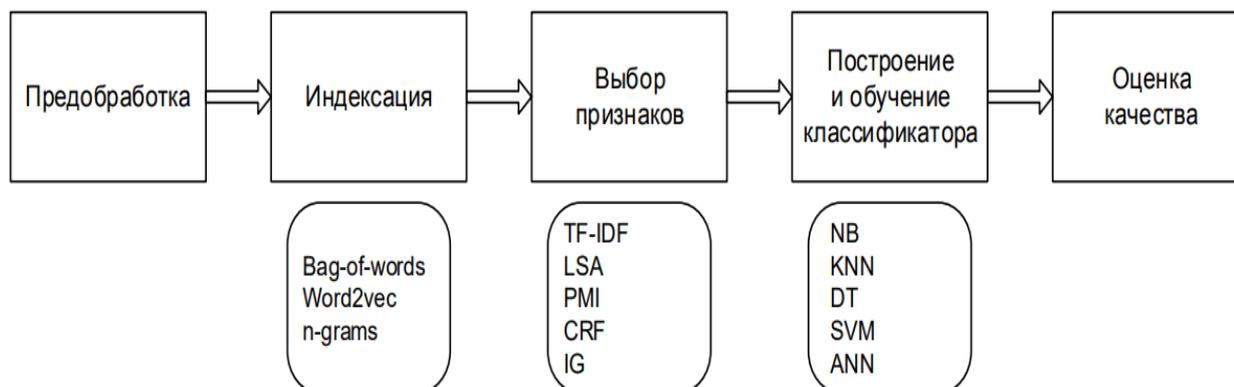


Рисунок 1 — Этапы автоматической классификации текста

**Предобработка и индексация документов.** Предварительная обработка текста включает в себя токенизацию, удаление функциональных слов (семантически нейтральных слов, таких как союзы, предлоги, артикли и пр.). Индексация документов – это построение некоторой числовой модели текста, которая переводит текст в удобное для дальнейшей обработки представление.

Например, модель «мешка слов» (bag-of-words) позволяет представить документ в виде многомерного вектора слов и их весов в документе [2]. Другими словами, каждый документ – это вектор в многомерном пространстве, координаты которого соответствуют номерам слов, а значения координат – значениям весов.

Другая распространенная модель индексации – Word2vec [3]. Она представляет каждое слово в виде вектора, который содержит информацию о контекстных (сопутствующих) словах.

Сравнение методов индексации текста представлено в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение методов индексации текста

	bag-of-words	Word2vec	n-граммы
<b>Точность</b>	70.1%	71.3%	70.8%
<b>Количество текстов в категориях</b>	5000	5000	5000
<b>Затраченное время (м)</b>	17	15	15
<b>Количество категорий</b>	3	3	3

**Выбор признаков.** Вычислительная сложность различных методов классификации напрямую зависит от размерности пространства признаков. Поэтому для эффективной работы классификатора часто прибегают к сокращению числа используемых признаков (терминов).

За счет уменьшения размерности пространства терминов можно снизить эффект переобучения – явление, при котором классификатор ориентируется на случайные или ошибочные характеристики обучающих данных, а не на важные и значимые. Существуют несколько способов определения веса признаков документа. Наиболее распространенный – вычисление функции TF-IDF [2, 4, 5]. Его основная идея состоит в том, чтобы больший вес получали слова с высокой частотой в пределах конкретного документа и с низкой частотой употреблений в других документах. Для уменьшения размерности пространства терминов также применяют метод главных компонент (PCA) [3, 6]. Сравнение данных методов представлено в таблице 2.

Таблица 2 — Сравнение методов уменьшения пространства терминов

	PCA		TF-IDF	
<b>Точность</b>	75.9%	76.2%	78.7%	80.9%
<b>Количество текстов в категориях</b>	7000	10000	7000	10000
<b>Затраченное время (м)</b>	15	18	18	20
<b>Количество категорий</b>	3	3	3	3

**Построение классификатора.** Обучающая выборка представляет собой csv-файл и имеет набор русских текстов с сайта Lenta.ru, в количестве 400 тыс., которая поделена на 9 классов, из них только 5 имеют количество текстов больше 5 тысяч. Кроме рубрики в обучающей выборке присутствует ссылка на статью.

Классификация начинается с того, что на вход поступает текст статьи, затем он проходит предобработку, а после направляется в нейросеть для последующей классификации (рис. 2). По завершению работы нейросети получаем классифицированную рубрику: политика; мир; культура; спорт.

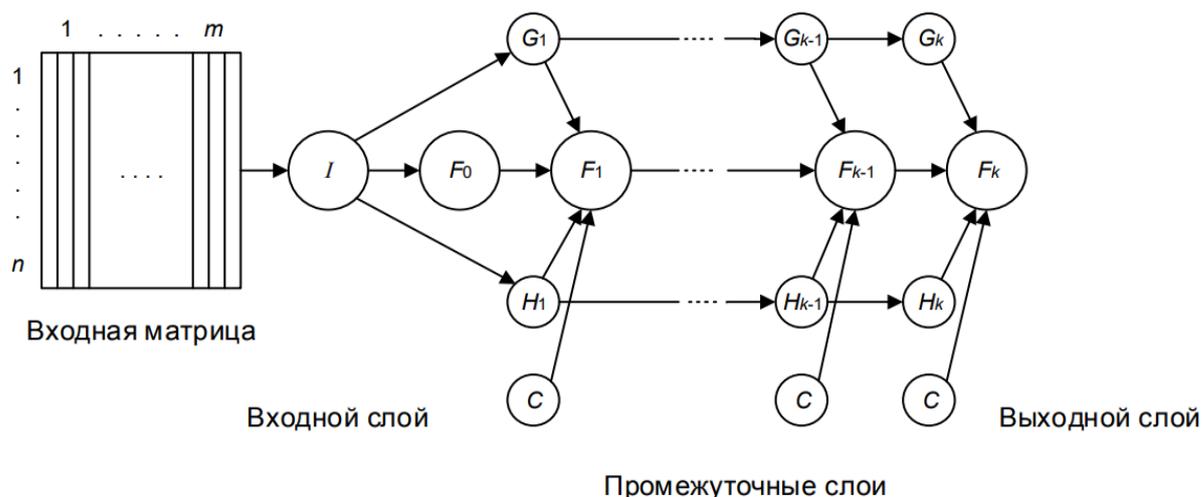


Рисунок 6 — Обобщенная схема нейронной сети с динамической архитектурой

Произведя исследование параметров нейронной сети, были выявлены параметры, которые оказывают влияние на точность определения класса текста. Основные критерии выбора значения гиперпараметров является точность работы нейронной сети. Список этих параметров представлен ниже:

- learning\_rate – скорость обучения.
- training\_epochs – количество эпох обучения.
- batch\_size – количество одновременно используемых для обучения текстов.
- n\_hidden\_1 – количество нейронов на 1-м скрытом слое
- n\_hidden\_2 – количество нейронов на 2-м скрытом слое
- input\_tensor – количество нейронов на входном слое
- output\_tensor – количество нейронов на выходном слое

В таблице 3 представлена зависимость точности работы классификатора на основе нейронных сетей от значений гиперпараметров.

Таблица 3 — Влияние параметров на точность нейронной сети

#	Количество текстов	Скорость обучения	Количество эпох	Размер пула	Размер первого слоя	Размер второго слоя	Точность
1	35000	0.1	7	150	400	400	74,9
2	35000	0.001	7	150	400	400	76,1
3	35000	0.005	7	150	400	400	86
4	35000	0.005	7	300	400	400	80.2
5	35000	0.005	7	50	400	400	90,1
6	35000	0.01	5	50	600	600	95,3
7	35000	0.01	5	50	800	800	92,3

Результаты данного эксперимента представлены на следующем графике:



Рисунок 3 — Зависимость точности от количества текстов и классов

**Выводы.** В результате проведенного анализа, опираясь на найденные положительные и отрицательные стороны метода было выявлено что метод на основе нейронных сетей хорошо подходит для данной задачи.

Проведенные эксперименты показали, что данный метод для текстов без предварительной обработки имеет точность около 60%.

Были рассмотрены некоторые методы индексации обучающей выборки. Исходя из результатов исследования можно сделать вывод что для данной работы больше всего подходит Word2vec – 71,3%. Остальные 2 метода оказались не такими эффективными: bag-of-words – 70,1%, n-грамм – 70,8%.

В данной работе для повышения точности классификатора выполнен отбор признаков. Для выбора признаков были рассмотрены два метода: TF-IDF и PCA. Сравнение показало, что TF-IDF – 80,9% подходит больше, чем PCA – 76,2%.

После этого выполнялось изучение влияния значений гиперпараметров на точность работы нейронных сетей. Лучшая найденная комбинация параметров представлена в таблице 1 под индексом 6.

Стоит также отметить, что в данном эксперименте применялось 35000 текстов, 5 классов, по 7000 текстов в каждом. При этом экспериментально показано, что 7000 текстов на класс дало наилучший результат в процессе обучения.

#### Источники

7. Aggarwal C. Data classification: algorithms and applications. CRC Press, 2014, chap. 9, pp. 245–273.

8. Xiang Zhang, Junbo Zhao, Yann LeCun. Character-level convolutional networks for text classification. Proc. Neural Inform. Processing Systems Conf. (NIPS 2015). Montreal, Canada, 2015. URL: <https://arxiv.org/abs/1509.01626> (дата обращения: 08.05.2022).

9. Ju R. et al. An Efficient Method for Document Categorization Based on Word2vec and Latent Semantic Analysis. 2015 IEEE Intern. Conf. on Comp. and Inform. Technology; Ubiquitous Computing and Communications; Dependable, Autonomic and Secure Computing; Pervasive Intelligence and Computing. Liverpool, UK, 2015, pp. 2276–2283.

10. Официальный сайт TensorFlow. URL: <https://www.tensorflow.org/> (Дата обращения: 11.05.2022);

11. Нейронные сети для начинающих. Часть 1 URL: <https://habr.com/ru/post/312450/> (Дата обращения: 07.05.2022);

12. Нейронные сети для начинающих. Часть 2 URL: <https://habr.com/ru/post/313216/> (Дата обращения: 07.05.2022);

13. Официальный сайт Keras. URL: <https://keras.io/api/> (Дата обращения: 15.05.2022).

УДК 004.51

## АНАЛИЗ ЗАДАЧ КОММИВЛЯЖЕРА НА ПРИМЕРЕ МЕТОДА ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ

Бирючков О.Г., Гудаев О.А.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта

E-mail: [biryuchkov.oleg77@gmail.com](mailto:biryuchkov.oleg77@gmail.com)

### *Аннотация:*

*Бирючков О.Г., Гудаев О. А. Разработка программного обеспечения среды исследования алгоритмов решения задачи коммивояжера. Проведен анализ задач коммивояжера связанных с задачами оптимизации над конечными множествами.*

### *Annotation:*

*Biryuchkov O.G., Gudaev O.A. Software development of the environment for the study of algorithms for solving the traveling salesman problem. The analysis of traveling salesman problems related to optimization problems over finite sets having a finite set of feasible solutions is carried out.*

**Введение.** Дискретные задачи оптимизации над конечными множествами имеют конечное множество допустимых решений, которые можно перечислять и выбрать из них наилучшее, обеспечивающее получение экстремума целевой функции. Предметная область таких задач – процессы исследования операций, теория которой формируется уже несколько десятилетий. Методы решения задач, которыми теория располагает сегодня – это, прежде всего, неклассические методы математического программирования, линейное, нелинейное и динамическое программирование, целочисленное и булево, геометрическое и выпуклое программирование, принципы оптимальности, минимаксные и максиминные методы и многие другие. Но среди этого обширного арсенала средств получения оптимальных решений можно выделить один метод, который внес оригинальный взгляд на проблемы оптимизации и позволил по другому воспринимать смысл оптимальности решений [1].

**Постановка задачи.** Основная задача – разработка программного обеспечения решения задач коммивояжера.

В качестве входных данных принимается количество городов и на основании количества городов заполняется матрица расстояний между городами.

Целью создания программного обеспечения является автоматизация процесса нахождения самого оптимального пути, проходящего через указанные города по одному разу [2, 3].

Необходимо решить следующие задачи в рамках данной работы:

- разработка и реализация пользовательского интерфейса программного продукта;
- разработка и реализация методов решения задачи коммивояжера;
- проведение анализа полученных результатов от реализованных методов.

Пользовательский интерфейс должен быть интуитивно понятен пользователю. Основные виджеты и функции программного обеспечения должны быть на виду и не вызывать вопросов в их использовании [4, 5].

Основным элементом диалога оператора с программой будут являться кнопки и поля для ввода количества городов и расстояний между городами.

Интерфейс должен включать в себя кнопки вызова методов, таких как:

- 1) Метод полного перебора;
- 2) Метод ближайшего соседа;
- 3) Усовершенствованный метод ближайшего соседа;
- 4) Метод ветвей и границ.

**Постановка задачи общего подход метода ветвей и границ.** Подход получил название метод ветвей и границ (МВГ) – как общий алгоритмический метод оптимизации. МВГ связывают с деревом поиска оптимального решения, которое строится в процессе обработки исходных данных задачи. Отсюда названия корень, которому в дереве приписывают все возможные в задаче, решения-ветви, соединяющие узлы дерева, Использование понятия границ и их расчет стимулирует или тормозит рост ветвей в таком дереве. Важную роль играет процедура разбиения на узлы области допустимых решений исходной задачи, т.е. на меньшие непересекающиеся подмножества и их оценивание. Другая процедура, названная процедурой ветвления, реализует разбиение на множества допустимых значений переменной  $x$  на подобласти меньших размеров. Еще один важный элемент МВГ - процедура вычисления оценок, которая состоит в поиске значений границ целевой функции (ЦФ) для решения задачи. Вычисление нижней границы ЦФ является важнейшим, ключевым элементом предложенной схемы. Таким образом, в основе метода ветвей и границ лежит идея последовательного разбиения множества допустимых решений на подмножества и оценивания получаемых при разбиении частей. Каждый шаг интеллектуального алгоритма разбиения сопровождается проверкой условия того, содержит ли конкретное подмножество оптимальное решение или нет.

**Анализ математической модели задач коммивояжера.** Сформулированная задача – задача целочисленная. Рассматривается  $n$  городов, связанных дорожной сетью. Пусть  $x_{ij} = 1$ , если путешественник переезжает из  $i$ -ого города в  $j$ -ый и  $x_{ij} = 0$ , если  $j$ -ый город не посещается. Условно введем  $(n+1)$ -й город, совмещенный с 1-м городом, т.е. расстояния от  $(n+1)$ -го города до любого другого, отличного от первого, равны расстояниям от первого города. При этом, если из первого города можно лишь выйти, то в  $(n+1)$ -й город можно лишь прийти. Введем дополнительные целые переменные, равные номеру посещения этого города на пути:  $u_1=0$ ,  $u_{n+1}=n$ . Для того, чтобы избежать замкнутых путей, выйти из первого города и вернуться в  $(n+1)$  введем дополнительные ограничения, связывающие переменные  $x_{ij}$  и переменные  $u_i$  (см. рисунок 1).

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad 1 \leq j \leq n,$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad 1 \leq i \leq n,$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \notin S} x_{ij} \geq 1, \quad S \neq \emptyset, S \subset \{1, \dots, n\},$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \quad 1 \leq i, j \leq n.$$

Рисунок 1 – Целевая функция задачи

Верхняя двойная сумма – целевая функция задачи, для которой наименьшее значение следует отыскивать. Соотношения идущие далее – это ограничения, накладываемые на переменные. Однократные суммы указывают на требование для занятия единичными элементами плана – это решения  $X$  единственной позиции в каждой строке ( $1 \leq i \leq n$ ) и в каждом столбце ( $1 \leq j \leq n$ ).

**Общая характеристика задачи.** Коммивояжёр – бродячий торговец посещает населенные пункты ( $n$ ), связанные разветвленной дорожной сетью, проезд по которой оплачивается отдельно между  $i$ -м,  $j$ -м пунктами сети. Следуя вдоль маршрута, побывать необходимо в каждом из  $n$  пунктов и вернуться откуда вышел. Это – формулировка замкнутой задачи, можно не возвращаться в пункт отправления, и задача становится незамкнутой. Симметричная задача. Симметричная проблема коммивояжера возникает, когда стоимость ( $C_{ij} = C_{ji}$ ) в оба конца между  $i$ -м,  $j$ -м пунктами одинакова. Выбор маршрута диктуется затратами, которые торговцем минимизируются. Асимметричная проблема коммивояжера допускает несимметричность матрицы  $C_{ji} \neq C_{ij}$ . В ещё более общем случае, пути между некоторыми городами могут отсутствовать, а чтобы они не выбирались им вписывают в матрице  $C_{ji} = \infty$  бесконечную длину. Задача с частичным упорядочиванием, требующая, чтобы определённый город  $i$  был посещён до города  $j$ . Поиск цикла Гамильтона – обнаружение в произвольном графе замкнутых путей, проходящих через каждую вершину в точности один раз. В TSP путь замкнут и стартовать можно с любого города (и в любую сторону). Для  $n$  городов существует  $(n - 1)!/2$  различных путей. Факториал растёт очень быстро:  $n! \sim nn$  и пространство в котором ищется оптимальное решение оказывается огромным. Например, для 15 городов существует 43 миллиарда маршрутов и для 18 городов уже 177 триллионов. Именно поэтому задача коммивояжера интересна и для тестирования различных алгоритмов эвристического поиска.

Точные методы не только находят некоторое решение, но и при окончании своей работы доказывают, что это решение – наилучшее. Отметим следующие из них: "Полный перебор" перестановок  $n-1$  чисел (стартовый город фиксирован). Практически бесполезен при  $n > 15$ . Направленный "поиск с возвратами" – перебор вариантов "относительно" некоторого решения с отсечением путей, имеющих длину большую, чем лучший к текущему моменту путь. Метод "ветвей и границ" – наиболее эффективный из известных методов отсечения "неперспективных" узлов, за счёт анализа матрицы расстояний. При поиске оптимального решения строится бинарное дерево (в каждом узле порождаются 2 ветви: коммивояжёр идёт в некоторый город или не идёт в него). Линейное программирование применяется для минимизации с ограничениями линейной формы  $d \cdot x$ , где  $x$  – искомый бинарный вектор размерности  $n(n-1)/2$ , компоненты которого  $x_i$  равны 1 или 0, в зависимости от того, входит  $i$ -я дуга в путь или нет. Вектор  $d$  (той же размерности) равен длинам дуг из сети дорог.

Эвристические методы: Жадный алгоритм; Метод шнурка; Скользящий перебор.

Вероятностные методы: Метод отжига; Генетический алгоритм.

Модельный полностью связанный  $n$ -вершинный ориентированный граф (орграф) задачи является таким, что между каждой ( $i, j$ ) парой вершин существует 2 дуги с разной стоимостью проезда и  $C_{ij} \neq C_{ji}$  (одностороннее движение).

Таким образом, решение задачи коммивояжера состоит в отыскании на нашем орграфе маршрута, проходящего однократно через все ( $n$ ) вершин, при наименьшей его стоимости. Все такие существующие ормаршруты в орграфах называются Гамильтоновыми циклами, которые задаются одноцикловыми перестановками на множестве вершин графа, а для  $n$  городов всегда существует  $1/2(n - 1)!$  различных маршрутов. Гамильтоновым циклом называется ормаршрут ориентированного графа, включающий ровно по одному разу каждую его вершину, исключая исходную. Подстановочная матрица -  $(0, 1)$  - матрица соответствующая перестановке, цифра позиции которой соответствует строке, а порядковый номер позиции столбцу.

**Проектирование программного обеспечения среды исследования.** Для построения концептуальной модели приложения была выбрана диаграмма Mind Map. На рисунке 2 представлена ментальная карта программного обеспечения по использованию методов

решения задач коммивояжера от которой выступают 3 ветви составных частей: «Методы решения задачи коммивояжера», «Данные» и «GUI».



Рисунок 2 – Ментальная карта программного обеспечения

На рисунке 3 представлено разбиение ветви «Методы решения задачи коммивояжера» на подветви «Метод полного перебора», «Метод ветвей и границ», «Метод ближайших соседей» и «Усовершенствованный метод ближайших соседей». Это означает, что в программном обеспечении будет реализовано 4 выше указанных метода.

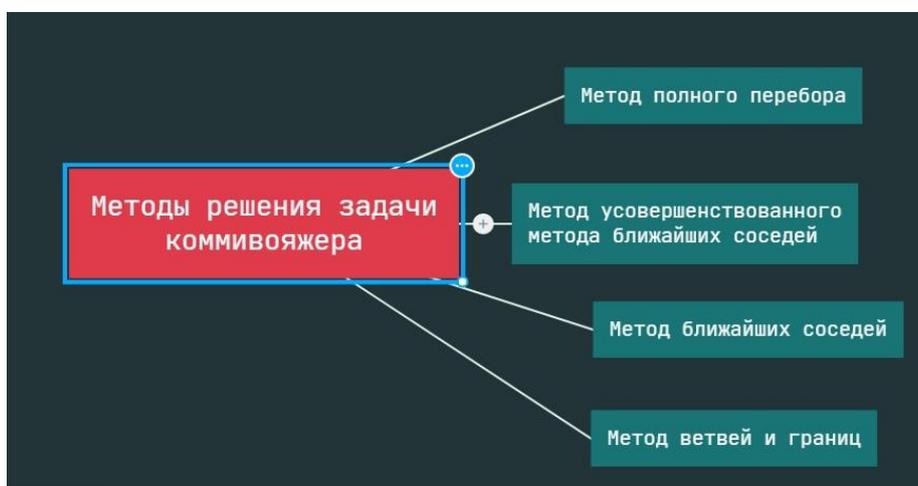


Рисунок 3 – Разбиение ветви «Методы решения задачи коммивояжера»

С помощью библиотеки «Tkinter» языка программирования Python был разработан макет графического дизайна приложения и в дальнейшем взят за основу для взаимодействия пользователя и программы. На рисунке 4 можно наблюдать пример как будет выглядеть график вывода маршрута коммивояжера.

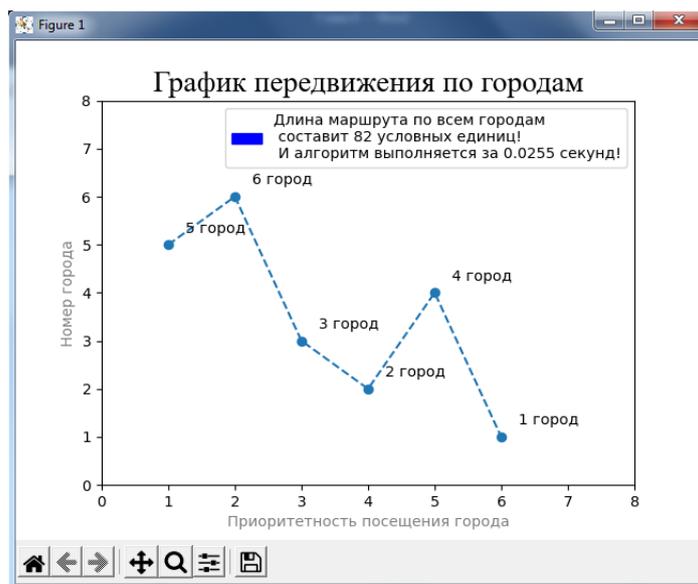


Рисунок 4 – Макет графика вывода решений

### Выводы

По результатам проведенного анализа можно отметить, что МВГ-метода для быстрого поиска маршрутов обычно недостаточно. Основное преимущество точных методов заключается в том, что имея достаточно времени, они вычисляют кратчайший маршрут. Имея нижнюю границу для оптимальных решений, можно оценить то, насколько отличается найденный маршрут от оптимального. Для поиска маршрутов приемлемой длины точные методы могут комбинироваться с эвристическими.

### Литература

1. Гудаев, О. Иероглификация вселенского масштаба [Текст] / О. Гудаев // Наука и техника. – 2014. – № 7(98). – С. 7–10.
2. Матвеев, М. О. Архитектура искусственного интеллекта на базе технологии блокчейна / М. О. Матвеев, О. А. Гудаев // Материалы IX Международной научно-технической конференции «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование» (ИУСМКМ-2018), 22-24 мая 2018. – Донецк : ДОННТУ. – С. 29-32.
3. Матвеев, М. О. Проведений занятий в дополненной реальности по цифровой скульптуре / М. О. Матвеев, О. А. Гудаев // Материалы XI Международной научно-технической конференции ИУСМКМ-2020. – Донецк: ДОННТУ, 27-28 мая 2020. – С. 331-334.
4. Безсонов, И. В. Структура программной системы по переносу 3D объектов в программную среду UNITY / И. В. Безсонов, О. А. Гудаев // Материалы XI Международной научно-технической конференции ИУСМКМ-2020. – Донецк: ДОННТУ, 27-28 мая 2020. – С. 399-402.
5. Гнездилов, В. С. Разработка речевого аннотирования положения образов средствами когнитивных функций облачных сервисов / В. С. Гнездилов, О. А. Гудаев // Материалы XII Международной научно-технической конференции ИУСМКМ-2021. – Донецк: ДОННТУ, 26-27 мая 2021. – С. 450-452.

УДК 004.4'22

## ВЫБОР СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

**Азаров Д.Б., Сердюк Е.П., Ефименко К.Н.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: [azarovdima2000@gmail.com](mailto:azarovdima2000@gmail.com), [egorserdiuk@gmail.com](mailto:egorserdiuk@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Сердюк Е.П., Азаров Д.Б., Ефименко К.Н. Выбор современных средств для разработки мобильных приложений. Рассмотрены существующие методологии, языки и программные средства создания мобильных приложений. Определены наиболее функциональные и современные среды и языки программирования для создания мобильных приложений.*

### **Annotation:**

*Serduk E.P., Azarov D.B., Efimenko K.N. Selection of modern tools for developing mobile applications. Existing methodologies, languages and software tools for creating mobile applications are considered. The most functional and modern environments and programming languages for creating mobile applications are determined.*

### **Введение**

Каждый день тысячи мобильных приложений появляются в Google Play и Apple App Store. Социальные сети, мессенджеры, игры и многое другое - все они сделаны профессионалами по единому алгоритму разработки. Он состоит из шести этапов: разработка идеи, разработка стратегии, разработка дизайна, непосредственная разработка, выход на рынок и мониторинг ситуации.

Рынок мобильных приложений растет с каждым годом. По данным компании «Связной», в мае 2021 года было продано 9,8 миллиона смартфонов, что на 5 процентов больше, чем в мае 2020 года. Это позволяет говорить о том, что рынок мобильных приложений также косвенно расширяется. Расширение рынка, в свою очередь, означает больший приток клиентов для тех компаний, которые имеют свое собственное приложение или адаптивное интернет-представительство, и открытие новых ниш, которые компания может занять. Корпоративные мобильные приложения интегрированы в корпоративную информационную систему, что также ускоряет информационные потоки в компании.

В настоящее время существует два типа инструментов разработки для создания мобильных приложений: инструменты для разработки собственных мобильных приложений и инструменты для создания веб-приложений, адаптированных для мобильных приложений. Эффективность самого приложения зависит от выбора конкретного инструмента создания. Это определяет актуальность данной темы.

Целью данной работы является проведение анализа различных современных средств разработки мобильных приложений, позволяющего выбрать наиболее оптимальный инструментарий на основе различных критериев. Объект исследования – мобильное приложение. Предметом исследования являются критерии выбора средств разработки мобильных приложений.

### **Общая постановка проблемы**

Тип планируемого к созданию мобильного приложения формирует критерии выбора

средств и методов разработки [1].

Для современного человека в любой момент времени провести оплату услуг, узнать о пробках, узнать погоду или получить доступ к социальным сетям через смартфон является обычным порядком вещей. Но все это было бы невозможно без мобильных приложений, которые стали неотъемлемым элементом бизнеса. И сегодня все больше и больше людей, которые строят свою жизнь на стремлении увеличить доход, обращаются к разработчикам за созданием таких мобильных приложений.

При разработке мобильного приложения, прежде всего, необходимо сосредоточиться на их типах [1, 2]. В этом контексте технологии создания определяются тем, какие мобильные приложения будут реализованы: нативные, гибридные или веб-приложения. При этом, каждый вид наделен преимуществами, но не лишен и недостатков. Для того, чтобы определить плюсы и минусы, необходимо учитывать следующие критерии:

1. Наличие грамотных разработчиков. Критерий подразумевает, насколько быстро можно найти специалистов, способных создать продукт. Конечно, в форме и качестве, которое соответствует вашим ожиданиям. Это касается и тех специалистов, которые будут оказывать поддержку продукта в будущем.

2. Время, отведенное на разработку. Это означает, что вам нужно решить, сколько временного ресурса потребуется, если выполняются следующие условия:

– брать разработчиков, которые идентичны друг другу с точки зрения профессионализма;

– дать им аналогичное задание;

– обеспечить разницу только в форме разработки технологии.

3. Практичность в плане разработки и настройки. Это связано с тем, как разработанные инструменты для создания и настройки приложения работают в рамках технологии, используемой разработчиками.

4. Техническая поддержка продукта. Важно спросить, существует ли действующая техническая поддержка в отношении конкретной технологии. Более того, оно должно быть регулярным. То есть необходимо учитывать такие особенности, как скорость выпуска обновлений и скорость исправления критических ошибок.

5. Скорость работы. Производительность приложения имеет важное значение. Поэтому стоит выяснить, заметны ли переходы между экранами и какие задержки происходят.

6. Удобство для пользователя. Использование приложения должно быть удобным для среднего пользователя. И поэтому его опыт работы с приложениями на этой ОС следует учитывать.

7. Распространение на ОС. Роль играет возможность использовать код (по крайней мере – частичный, максимум – полный) в различных операционных системах.

### **Инструменты разработки мобильных приложений: обзор платформ**

В настоящее время наиболее актуальными являются следующие платформы разработки мобильных приложений [2, 3]:

1. Xamarin.

Этот конструктор не для начинающих, поскольку требует минимального знания C#. Из плюсов – подходит для приложений Android или iOS, а также содержит полезные внутренние метрики для отслеживания поведения пользователей.

2. jQuery Mobile.

Представляет собой интерактивное, кроссплатформенное и адаптивное приложение. Огромное количество модулей позволяют реализовать любую по сложности идею, а разнообразные новинки от сообщества (преимущество открытого кода) предоставляют идеальное поле для творчества.

### 3. Android Studio.

Комплексная кроссплатформенная среда для разработки приложений на Android. По функционалу разве что не летает. Помимо инструментов для самого аппа содержит полный набор полезных помощников от Google (Аналитика, интеграция с облачными хранилищами и т.д.).

### 4. Cocomo.

Неплохая, средняя по функциональным возможностям платформа для разработки мобильных приложений, которая подходит для решений среднего и малого бизнеса в сфере общепита, развлечений и др.

### 5. Appery.io.

Для тех, кто нуждается в кроссплатформенном и гибком в настройке решении. Своим главным преимуществом компания называет скорость создания приложения и, с учетом приемлемого качества на выходе, так оно и есть. Очень хорошо подходит для проработки бэк-энда.

### 6. Bizness Apps.

Есть разделение по специфике бизнеса, но только для маленьких и уже проработанных сегментов. Если вы «в списке», то можете рассчитывать на шаблоны со всеми необходимыми инструментами для дальнейшей оптимизации. Подходит для Android и iOS.

### 7. Dojo Mobile.

Предназначен для тех, кто в курсе HTML, JavaScript и CSS. Содержит большое количество виджетов и готовых тем, обладает кроссплатформенностью.

### 8. GameSalad.

Предназначен для разработки игровых аппов и предлагает большой набор инструментов разработки мобильных приложений с широкими функциональными возможностями.

### 9. AppMachine.

Достаточно известный и проверенный временем конструктор, который предлагает нативное, кроссплатформенное приложение с хорошей внутренней аналитикой. Можно добавить пуш-уведомления, продвигаться и тестировать – словом, заменить полноценную команду девелоперов.

### 10. AppMakr.

Качественный конструктор, который может похвастаться реализацией любой задумки на достойном уровне. Кроссплатформенность, адаптивность, быстрая обработка контента, множество модулей и самое главное – очень развитое сообщество адептов.

## **Оценка и сравнительный анализ средств создания мобильных приложений**

Для анализа мы выбрали инструменты для разработки собственных приложений, поскольку в этой среде они более популярны и востребованы. Мы рассмотрели три наиболее популярных инструмента разработки [2, 3]: студия Android, Eclipse, IDE NetBeans. Для анализа данных программных продуктов были выбраны следующие критерии:

- функциональность;
- удобный интерфейс;
- возможность подключения дополнительных модулей;
- требовательная система;
- возможность подключения к системам контроля версий;
- наличие встроенных компонентов тестирования приложений.

Android Studio – это продукт Google. Основано на программном обеспечении IntelliJ IDEA от JetBrains, официальном инструменте разработки приложений для Android. Текущая версия приложения 2.2. Эта среда разработки доступна для Windows, OSX и Linux.

Функциональность этого приложения использует язык Java для написания программного кода. Разработка интерфейса осуществляется методом drag-n-drop, но есть также возможность использовать XML. Для удобства разработки интерфейса существуют также шаблоны, ориентированные на задачу, которую должно выполнить приложение. Интерфейс этого программного обеспечения перегружен. Интерфейс библиотек приложения выглядит как раскрывающееся дерево, и вы должны выделить много места для общего интерфейса, в противном случае информация становится нечитаемой. Та же ситуация с окном отладки. В функционале Android Studio возможность подключения дополнительных плагинов отсутствует. Этот инструмент разработки очень требователен к технической составляющей компьютера по сравнению с другими инструментами разработки. Минимальный объем оперативной памяти, необходимый для этого продукта, составляет 2 гигабайта. Но для комфортной работы с этой программой рекомендуемый объем памяти составляет 8 гигабайт, что не является проблемой для современных компьютеров, но на ПК старше 2014 года эта среда функционирует очень медленно, не говоря уже о параллельном запуске других, даже не очень требовательных приложений. Полностью отсутствует возможность прямого подключения к службам контроля версий, что значительно усложняет работу группы людей над одним приложением. Имеет встроенный модуль для эмуляции устройства Android. Этот эмулятор требует отдельных ресурсов, что еще больше увеличивает спрос на компьютерное программное обеспечение.

Eclipse – это среда разработки, созданная Eclipsefoundation. Текущая версия Eclipse 4.6 (Neon). Язык, используемый для написания мобильных приложений – Java. Он включает в свой функционал не только инструменты для разработки мобильных приложений, но и веб-приложения, поддерживает C++ и PHP. Здесь нет шаблонов или готовых объектов для разработки интерфейса. Можно синхронизировать разные ПК для разработки одного проекта через облачные сервисы. Простой и удобный интерфейс. Панель библиотеки имеет древовидную структуру, но проблема предыдущего продукта здесь просто решается – можно полностью минимизировать неиспользуемые в настоящее время окна. Есть встроенный помощник для написания простого приложения Hello world. Есть возможность подключения дополнительных плагинов для расширения функциональности. Для этого в продукте предусмотрен целый модуль Eclipse Marketplace, предоставляющий на выбор всего три плагина «Market»: Eclipse Marketplace, Obeo Marketplace и RedHat. Также есть возможность написания собственных плагинов и их использования без получения лицензии или обязательного предоставления разработки на рынке. Системные требования для этого программного обеспечения не описаны разработчиком, но при использовании ПК со средней производительностью в 2020 году никаких сложностей не возникало. Из-за наличия синхронизации с облаком в системе полностью отсутствуют какие-либо интегрированные инструменты для подключения к системам контроля версий. Эмуляция устройства полностью отсутствует.

IDE NetBeans является продуктом сообщества NetBeans. Текущая версия приложения 8.2. В этом программном продукте функциональность полностью реализована с помощью плагинов. В результате программное обеспечение поддерживает большое количество языков. Java используется для разработки собственных мобильных приложений, но есть возможность создания веб-приложения, написанного на HTML5 или JS + PHP. Встроенный отладчик полностью отсутствует, но есть возможность подключить удаленный отладчик через Интернет. Интерфейс очень похож на интерфейс Eclipse, за исключением отсутствия окна отладки и наличия разметки номера строки. Требования к компьютеру либеральны. Для минимальной работы продукта требуется 512 мегабайт оперативной памяти; для более комфортной работы рекомендуется использовать компьютер с 2 ГБ. Имеет встроенную возможность подключения к системам контроля версий. Взаимодействует с GitHub, Mercurial и Subversion. Нет встроенных компонентов для тестирования приложения.

Таким образом, результаты анализа инструментов разработки мобильных приложений могут быть сведены в таблицу 1. При этом оценка рассмотренных критериев выполнялась по пятибалльной шкале.

Таблица 1 – Сравнительный анализ средств разработки мобильных приложений

Критерии оценки	AndroidStudio	Eclipse	IDE NetBeans
Функциональность	5	4	3
Удобство интерфейса	2	5	5
Возможность подключения дополнительных модулей	1	5	4
Требовательность к системе	1	5	4
Возможность подключения к системам контроля версий	1	1	5
Наличие встроенных компонентов тестирования приложения	3	1	1

### Выводы

Хотя мобильные технологии уже давно прочно вошли в нашу жизнь, нельзя сказать, что все их возможности уже используются. В прошлом, когда возможности телефонов были небольшими, программирование на мобильных платформах было довольно ограниченным. Небольшие экраны, слабое аппаратное обеспечение и другие ограничения не позволяли создавать сложные приложения. Но с развитием технологий разработка мобильных приложений кардинально изменилась.

Сложные 3D-игры, социальные сети, мессенджеры, контент-приложения и другое стали нормой, к которой быстро привыкают пользователи. Учиться дома, работать удаленно из офиса, смотреть высококачественное видео, быстро и удобно просматривать Интернет, и многое другое стало возможным благодаря смартфонам нового поколения.

Программист должен знать необходимый язык (языки), платформу и, в случае работы в команде разработчиков, методологии разработки для максимальной эффективности в выполнении задач. Всегда стоит задать вопрос «Почему будет создана эта программа?», «Для чего она будет разработана», «Для кого?», «Как наиболее эффективно решить задачу?». Без проб и ошибок трудно достичь высот в этой области, но разработка мобильного программного обеспечения сегодня – это быстро растущий сегмент, и имеется достаточно материалов и способов для обучения навыкам разработчика мобильных приложений в любой области.

Будет ли приложение работать на Android, iOS, Windows Phone или на всех сразу, есть ли возможность использовать Objective-C или более удобный Swift больше подойдет, информации для выбора достаточно. Сегодня любой программист может присоединиться к разработке мобильных приложений, и каждый найдет что-то свое в этой области.

### Литература

1. Критерии выбора средств разработки мобильных приложений (Разработка мобильного приложения: от идеи до результата) [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.evkoval.org/kursovye-raboty/kriterii-vyibora-sredstv-razrabotki-mobilnyih-prilozhenij-razrabotka-mobilnogo-prilozheniya-ot-idei-do-rezultata>. – Загл. с экрана.

2. Современные наукоемкие технологии [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37485>. – Загл. с экрана.

3. Денис Колисниченко: Программирование для Android / Д. Колисниченко. – Москва: ВHV, 2020. – 288 с.

УДК 004.4'22

## ВЫБОР СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ WEB-САЙТА

**Сердюк Е.П., Азаров Д.Б., Ефименко К.Н.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: [egorserdiuk@gmail.com](mailto:egorserdiuk@gmail.com), [azarovdima2000@gmail.com](mailto:azarovdima2000@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Сердюк Е.П., Азаров Д.Б., Ефименко К.Н. Выбор современных средств и методов для разработки web-сайта. Рассмотрены существующие методологии, языки и программные средства создания web-сайтов. Определены наиболее функциональные и современные языки верстки и программирования web-сайтов.*

### **Annotation:**

*Serduk E P., Azarov D.B., Efimenko K.N. Selection of modern tools and methods for website development. Existing methodologies, languages and software for creating web sites are considered. The most functional and modern languages for layout and programming of web sites have been determined.*

### **Введение**

В последнее время особо сильно увеличилось число пользователей Интернет в мире и в России, в частности. В настоящее время Всемирная сеть стала неотъемлемой частью жизни, как в развитых, так и в развивающихся. В современной жизни даже рядового ученика, студента или офисного работника, так и в глобальном информационном обществе вообще становится невозможным ведение деятельности в любой без доступа к Всемирной сети Интернет. Благодаря стремительным темпам роста Интернет, все чаще у его пользователей возникает вопрос о разработке если не собственного web-сайта, то хотя бы индивидуальной web-страницы.

Технологии разработки сайтов открывают широкие возможности для создания web-ресурсов различного типа, сложности и целевой направленности. Web-технологии с каждым годом совершенствуются, выходят на новый уровень. В настоящее время, доступно огромное множество разнообразных решений, благодаря которым можно разработать сайт любой сложности.

Целью данной работы является проведение анализа различных современных средств и методов разработки web-сайта, позволяющего выбрать наиболее оптимальные технологии разработки сайтов.

### **Общая постановка проблемы**

Важными критериями при выборе технологий разработки сайтов являются [1,2]:

1. Сложность проекта
2. Скорость разработки
3. Стоимость специалистов
4. Доступные инструменты разработки
5. Наличие готовых решений
6. Гибкость решения
7. Наличие подробной документации
8. Стоимость поддержки

9. Требования к нагрузкам
10. Требования к безопасности
11. Кроссплатформенность
12. Возможности интеграции с другими решениями

Выбирая технологию по таким критериям, появляется возможность добиться объективного выбора и тем самым сэкономить время и деньги.

Проекты по созданию web-ресурсов различного типа можно условно разделить на следующие виды по сложности [2,3]:

1. Простые (визитки, лендинги, простые интернет-магазины, простые приложения) – такие решения обычно делаются на тематических коробочных решениях, CMS или шаблонах.

2. Средние (сложные интернет-магазины и маркетплейсы, порталы национального масштаба, разнообразные сервисы, продвинутое приложения) – такие решения обычно делаются на фреймворках.

3. Сложные (огромные порталы, социальные сети, инновационные и нетиповые решения) – ядро таких проектов обычно разрабатывается на чистом (нативном) языке программирования.

По тематике проекты делятся на: интернет-магазины, доски объявлений, социальные сети и т.д. Для большинства популярных тематических решений уже давно есть коробочные продукты и правильнее будет выбрать именно их. Решений очень много, все в данной работе описать невозможно.

### **Языки программирования**

В технологиях часто выделяют 3 уровня абстракции [1,4]:

1. Чистый язык – это материал, из которого можно сделать все, что угодно. Ограничивают только возможности языка. На чистом языке сделаны все крупнейшие сайты мира с посещаемостью в сотни миллионов и миллиардов пользователей, такие как: Instagram, YouTube, Pinterest, Tumblr, Dropbox, Twitter, Facebook, Amazon, LinkedIn и другие. Более того, крупнейшие проекты в мире даже создают новые технологии для себя, так как уже существующие их не устраивают.

2. Фреймворк – это некая среда разработки для программиста с готовыми правилами и инструментами. Фреймворк, с одной стороны, помогает и ускоряет разработку, а с другой, накладывает определенные ограничения. На фреймворках делаются проекты средней сложности с посещаемостью в миллионы.

3. CMS – это уже готовое решение, конструктор, в котором нужный проект собирается по частям. Его скорее не программируют, а настраивают. Ограничений тут огромное количество, выйти за границы коробки сложно и неэффективно. На CMS делаются простые сайты с посещаемостью до миллиона пользователей в месяц.

Чаще всего один уровень абстракции базируется на другом. То есть на чистом языке делают фреймворки, а на фреймворках делают CMS. Для каждого популярного языка есть много разных фреймворков и CMS.

Сегодня есть огромное количество разных языков программирования, на которых делают сайты. И, более того, на всех популярных языках есть примеры огромных сайтов. Если 10 лет назад, говоря о технологиях больших сайтов, все говорили преимущественно о Java, то сегодня это может быть почти любой язык, и утверждать, что сайты делаются на каком-то конкретном языке, – стереотип. Это связано с развитием самих языков, за последнее десятилетие многие сильно продвинулись в развитии и получили широкие возможности. Конечно, каждый язык чем-то отличается, и выбирая разработчик должен руководствоваться объективными критериями с оглядкой на задачи проекта.

HTML – этот язык является базовым в области технологий создания сайтов [4], т.к.

относительно легок в освоении. Но чрезмерная простота является и его недостатком. HTML (от английского Hyper Text Markup Language – язык разметки гипертекста) прекрасно отвечал требованиям раннего периода развития технологий создания сайтов, но с дальнейшим его развитием возникли существенные проблемы.

Для формирования файла HTML нет необходимости в использовании мощного текстового процессора, более удобно использование, например, редактора Notepad (Блокнот). Содержимое HTML-страниц представлено в гипертекстовом виде, что предполагает наличие в документе, отображаемом на экране, выделенных определенным образом мест, щелкнув мышью по которым, можно переместиться в другую часть этой же страницы или на другую страницу.

Каскадные таблицы стилей CSS – формальный язык описания внешнего вида документа. Они определяют свойства элементов и указывают как эти элементы будут отображаться на экране монитора в браузере.

Существуют несколько стандартов CSS. На сегодняшний день разрабатывается новая спецификация каскадных таблиц стилей CSS-3. Он значительно расширяет возможности старого стандарта. Была введена так называемая модуляризация – теперь возможно разделять таблицы стилей на модули. Появилась возможность применения большого количества функций: создание градиентов, теней, анимации и визуальных эффектов, скругление углов. Однако, на сегодняшний день, не все браузеры поддерживают CSS-3, это означает, что использовать новые возможности не всегда получится.

Java Script – это пока еще относительно молодой язык программирования [4], но уже очень популярный в области технологий создания сайтов. На данный момент, работа над ним еще не закончена. Он постоянно дорабатывается и совершенствуется. Технический комитет работает над существенными расширениями, включая механизмы для сценариев, которые будут созданы для применения в Интернет, а также более жесткой координацией с другими основными стандартами групп World Wide Web Консорциум и Wireless Application Protocol Форум. Java Script уже сыграл очень важную роль в развитии технологий создания сайтов.

PHP – это скриптовый язык программирования [3], интенсивно применяемый для разработки web-страниц на web-сервере и работой с базами данных. Главной задачей этого языка является создание динамично изменяемых web-страниц. Отличие от языка HTML состоит в том, что PHP выполняется на web-сервере и занимается изменением или добавлением кода HTML. Конструкции PHP, вставленные в HTML-текст, обрабатываются на сервере при каждом посещении страницы. Результат обработки вместе с обычным HTML-текстом передается браузеру. Платформа PHP включает весь необходимый программный код, который упрощает разработку web-страниц. Впервые набор сценариев с открытым исходным кодом был разработан в 1994 году Расмумом Лердорфом (Rasmus Lerdorf) на языке Perl. Впоследствии сценарии были переписаны на языке C, после чего превратились в современный PHP. В 1998 году появилась версия PHP 3, которая конкурировала с такими продуктами, как Active Server Pages (ASP) от компании Microsoft и Java Server Pages (JSP) компании Sun.

Разработчики языка PHP спроектировали его структуру таким образом, что она интегрируется с другими современными технологиями, такими как XML, XSL и Microsoft COM. PHP – мощнейшим язык программирования, который предоставляет огромные возможности для развития web-технологий, однако, он не служит средством хранения информации.

### **Фреймворки и платформы**

Фреймворки – это некая среда разработки для программистов, где есть готовая инфраструктура и ряд готовых функций со стандартными решениями типичных задач [1,2].

На каждом языке есть много разных фреймворков. Есть как общие, которые создавались для разработки любых решений, так и специализированные, под узкие задачи. Также есть те, на которых делаются большие и сложные решения, а другие для этого не предназначены.

На фреймворках разрабатываются довольно большие и сложные сайты с уникальным функционалом. Это значительно быстрее и дешевле, чем на чистом языке, но при этом такое решение позволяет разрабатывать действительно сложные вещи и оптимизировать все это под нагрузки. Кроме того, это почти всегда более безопасно, чем любая коробочная CMS.

Больше всего фреймворков на PHP и на этом языке есть, из чего выбирать, но действительно функциональных не так много. Меньше на других языках, а на некоторых действительно качественных фреймворков вообще всего один, как у языка Ruby. У Java очень много разных фреймворков для разных целей, и не только для сайтов. Все эти фреймворки ежегодно развиваются, выходят все новые и новые версии, одни фреймворки обгоняют другие.

### **Популярные фреймворки и платформы:**

1. PHP: Symfony, Laravel
2. Python: Django
3. Ruby: Ruby On Rails
4. Java: Spring
5. C#: .NET
6. JS: Node.js, AngularJS

.NET и Node.js – это целые самостоятельные платформы, которые базируются на определенных языках, но имеют очень широкие возможности.

### **CMS и CMF**

Система управления содержимым (англ. Content management system, CMS) – это готовое программное обеспечение [1,2], которое нужно только настроить, реже – дописать/переписать какую-то из его частей. Таких решений очень много на любом языке, но исторически так сложилось, что в основном все популярные CMS сделаны на PHP. Так как раньше простые сайты, для которых и создавались CMS, обычно писались на PHP.

Сегодня CMS на других языках развиваются слабо, потому что уже есть сильные конкуренты на PHP, а для простого сайта язык не играет большой роли, поэтому все смотрят на возможности этих готовых продуктов.

Фреймворк управления содержимым (англ. Content Management Framework, CMF) – это каркас для проектирования систем управления контентом, является средним между CMS и фреймворком по возможностям. Обычно CMF используют для самых сложных сайтов из этой категории. Этот подход позволяет избавиться от лишних частей CMS, которые не нужны конкретному проекту.

CMS бывают разные по назначению: общие, для интернет-магазинов, для блогов и т.д. Разные по условиям использования: платные и бесплатные. Для каждой популярной CMS есть много разных платных и бесплатных модулей, которые легко подключать и использовать.

К наиболее актуальным CMS можно отнести (рис.1):

1. WordPress – лидер среди бесплатных движков. Эта система отличается простотой разработки и управления сайтом. Для нее есть много бесплатных тем и плагинов, решающих практически любые задачи. Если бесплатного функционала будет недостаточно, всегда можно расширить функционал платными темами и модулями.

2. 1С-Битрикс – коммерческая платформа, в основном для b2b и b2c бизнесов, с широким функционалом и большим количеством готовых шаблонных решений, на которых можно за 1-2 недели запустить быстро сайт любой сложности. В РФ данная CMS занимает

второе место после Wordpress и первое среди платных CMS.

3. Joomla – вторая популярная бесплатная CMS после WordPress, с открытым исходным кодом, позволяющая создавать сайты разных типов. Функционал базовой версии расширяется с помощью установки бесплатных и платных модулей и плагинов. Но это не самое простое решение, в сравнении с тем же WordPress.

### Общий список CMS

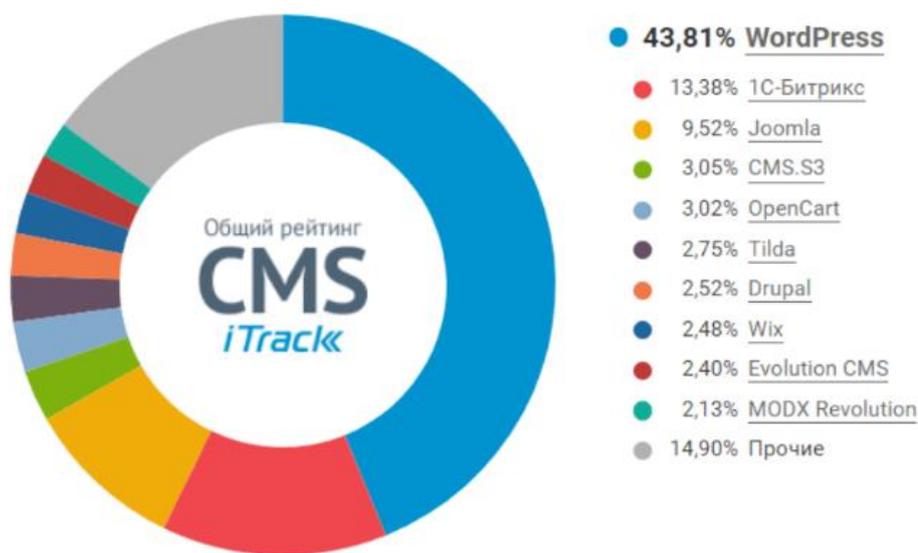


Рисунок 1 – Рейтинг CMS (по версии сайта itrack.ru)

### Выводы

Языков для написания web-сайтов существует великое множество. Функционал некоторых из них недостаточен, что требует использования дополнительных языков. Для простых сайтов чаще всего отлично подходят коробочные решения и шаблоны. Сложные сайты делаются только на фреймворках или даже чистых языках программирования. Разрабатывать можно на очень разных языках, язык выбирается под проект. При этом, выбирая платформу, всегда стоит руководствоваться объективными критериями, описанными в данной работе.

### Литература

- 1.Современные технологии проектирования веб-сайтов [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://igorosa.com/sovremennye-technologii-proektirovaniya-veb-sajtov/> – Загл. с экрана.
- 2.Выбор технологий для большого и не очень большого веб-проекта [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://habr.com/ru/company/SECL\\_GROUP/blog/315734/](https://habr.com/ru/company/SECL_GROUP/blog/315734/) – Загл. с экрана.
- 3.Гончаров, А. Web–дизайн / А. Гончаров. – Москва: ИЛ, 2016. – 320 с.
- 4.Гаевский, А.Ю. 100% самоучитель. Создание Web-страниц и Web-сайтов. HTML и JavaScript / А.Ю. Гаевский, В.А. Романовский. – Москва: Триумф, 2015. – 464 с.

УДК 004.51

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА МУРАВЬИНЫХ КОЛОНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Родь А. С., Едемская Е. Н.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта

E-mail: [rod\\_andrey@outlook.com](mailto:rod_andrey@outlook.com)

### *Аннотация:*

*Родь А. С., Едемская Е. Н. Использование алгоритма муравьиных колоний для решения задачи маршрутизации транспортных средств. Описание работы алгоритма его применение. Проведен вычислительный эксперимент .*

### *Annotation:*

*Rod A. S., Edemskaya E. N. Using the Ant Colony Algorithm to Solve the Vehicle Routing Problem. Description of the algorithm and its application. A computational experiment has been carried out.*

### **Введение**

Для любой компании, которая реализует продукцию в сетях городских магазинов, актуальным вопросом является оптимальная доставка своих товаров. При маршрутизации необходимо учитывать множество факторов, связанных с конкретными условиями движения транспорта в городе: количество и характер грузов, сроки доставки, структуру парка и его наличие, согласование графика работы предприятия и пунктов погрузки-разгрузки, длительность рабочего времени, грузоподъемность, загруженность дорог и т. д. В настоящее время эффективная ручная маршрутизация затруднена из-за ряда ограничений и большого количества точек доставки, когда практически невозможно учесть загруженность дорог на конкретных маршрутах. Современные компании все больше заинтересованы в аутсорсинге. Одним из вариантов планирования маршрутов для предприятий является использование специальных программных продуктов, которые позволяют задавать оптимальные маршруты в соответствии с выбранными критериями и в конкретных условиях.

### **Задача маршрутизации транспорта**

Целью задачи маршрутизации транспортных средств (Vehicle Routing Problem, VRP) является минимизация суммарной длины маршрутов транспортных средств, обслуживающих ряд клиентов [1], [2]. Частным случаем задачи VRP, когда спрос каждого клиента равен 0, является задача коммивояжера [3], [4].

Задача маршрутизации транспорта является комбинаторной задачей дискретной оптимизации, в которой число допустимых маршрутов экспоненциально растёт при увеличении числа клиентов, и принадлежит к классу сложности NP. Для таких задач использование эвристических алгоритмов представляется разумным, поэтому в данной работе мы рассмотрим применение алгоритма муравьиных колоний (Ant Colony Optimization, ACO).

### **Алгоритм муравьиных колоний**

Алгоритм муравьиных колоний является частью большого класса алгоритмов группового интеллекта, в которых для решения задачи используются особенности поведения социальных насекомых, таких как пчелы и муравьи

Алгоритм муравьиных колоний базируется на способности муравьёв-фуражиров находить кратчайший путь к источнику пищи и адаптироваться к изменяющимся условиям.

Муравьи общаются друг с другом с помощью продуктов внешней секреции - феромонов, фиксированное количество которых они откладывают на своём пути. Муравей, нашедший более короткий маршрут, будет интенсивнее обогащать феромоновый след. При выборе направления движения муравьи учитывают интенсивность следа феромона, таким образом, более короткий путь получает преимущество. Испарение феромона и элемент случайности при выборе пути позволяют выходить из локальных оптимумов и находить более короткие маршруты.

### Применение алгоритма муравьиных колоний для решения задачи VRP

При решении задачи маршрутизации транспорта муравьи имитируют транспортные средства, маршруты строятся пошагово выбором следующего клиента до тех пор, пока не будут обслужены все клиенты. Изначально муравей стартует на базе и список клиентов, включённых в его маршрут, пуст. Муравей выбирает следующего клиента из списка доступных клиентов и обновляет свою текущую загрузку перед выбором следующего. Муравей возвращается в депо, когда достигнута его максимальная грузоподъёмность, либо все клиенты уже посещены. Суммарная  $L_k$  длина рассчитывается как значение объектной функции полного маршрута  $k$ -го искусственного муравья. Алгоритм муравьиных колоний строит полный маршрут для первого муравья, перед тем как второй начнёт своё движение. Это продолжается до тех пор, пока заранее определённое  $m$  число муравьёв не построит полный маршрут.

Выбор следующего клиента производится случайным образом на основе вероятностной формулы:

$$P_{ij} = \frac{(\tau_{ij})^\alpha (\mu_{ij})^\beta}{\sum_{u \in M_k} (\tau_{iu})^\alpha (\mu_{iu})^\beta}, \text{ если } j \in M_k, \text{ иначе } 0$$

$\tau$  где - количество феромона на пути между текущей позицией  $i$  и возможной позиции  $j$ ,

$\mu_{ij} = 1/d_{ij}$ , параметры  $\alpha$  и  $\beta$  соответственно означают относительные значимости количества феромона и расстояния при выборе следующего клиента.  $\alpha = 0$  При алгоритм вырождается в жадный, когда выбирается ближайший город без учета количества феромона.

Для достижения улучшения будущих маршрутов необходимо обновлять след феромона в зависимости от качества получаемых решений. Этот процесс является ключевым элементом адаптивной техники обучения алгоритма муравьиных колоний и помогает улучшить последующие решения.

Обновление следа феромона состоит из двух этапов: имитации испарения феромона и обновление следа в зависимости от качества получаемого решения. Имитация испарения феромона производится по следующей формуле:

$$\tau_{ij} = (1 - \rho)\tau_{ij} + \sigma,$$

где  $\rho$  — параметр контролирующей интенсивность испарения феромона,  $\sigma$  — параметр, гарантирующий минимальную концентрацию феромона на ребре, который равен произвольному, достаточно небольшому значению.

Для дуги  $(i, j)$  и маршрута  $T_k$  количество откладываемого феромона задаётся в виде:

$$\Delta\tau_{ij,k} = \begin{cases} \frac{\sigma}{L_k}, & (i, j) \in T_k, \\ 0, & (i, j) \notin T_k \end{cases}$$

где  $Q$  - параметр, имеющий значение порядка оптимальной длины всех маршрутов, тогда для ребра  $(i, j)$  общее количество феромона определяется по формуле:

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=0}^m \Delta\tau_{ij,k},$$

где  $m$  — количество муравьёв в колонии.

Таким образом, по сумме двух этапов количество феромона задаётся формулой:

$$\tau_{ij} = (1 - p)\tau_{ij} + \sigma + \Delta\tau_{ij}.$$

### **Локальная оптимизация маршрутов**

Для улучшения качества создаваемых маршрутов используются алгоритмы локального поиска. В данной работе мы рассмотрим применение алгоритма 2-точечной оптимизации (2-opt). В предлагаемом алгоритме каждая пара рядом стоящих точек в маршруте обменивается местами, в случае если значение целевой функции улучшается изменение применяется к решению. Процесс повторяется до тех пор, пока удаётся улучшать решение.

### **Распараллеливание алгоритма муравьиных колоний**

При анализе последовательного алгоритма муравьиных колоний можно выделить следующие этапы решения задачи:

А) начальная подготовка, включающая в себя загрузку и начальную инициализацию данных,

В) последовательное построение и улучшение созданных маршрутов, непосредственно сам вычислительный этап,

С) обработка и вывод полученных результатов.

Наибольшую сложность в вычислительном плане составляет этап В, время выполнения остальных этапов относительно невелико, особенно при возрастании размерности задачи. В свою очередь этап В можно разбить на следующие подэтапы: построение маршрута и его последующее улучшение для каждого муравья, затем обновление следа феромона. Построение и улучшение маршрутов для каждого муравья производится абсолютно независимо от остальных муравьёв, при обновлении феромона происходит редактирование общей структуры данных. В итоге можно предложить следующую схему распараллеливания для общей памяти: потоки независимо друг от друга строят и улучшают по 1 маршруту для каждого муравья, затем они синхронизируются с помощью барьера и главный поток, на основе полученных результатов производит обновление феромона.

### **Вычислительный эксперимент**

Для вычислительного эксперимента были отобраны три задачи, описанные в работе [1]. В качестве тестовой системы использовалась рабочая станция с 12-ядерным процессором Intel Core i7 4.5ГГц и 16 Гб оперативной памяти.

В ходе численного эксперимента было отслежено влияние значений параметров  $\alpha$  и  $\beta$  на качество получаемого решения.

Для первых трех наборов тестов была выбрана задача с 50 клиентами E051-05e, значение лучшего известного решения которой равно 524.61.

В первом наборе тестов проверялось влияние параметра  $\alpha$  (параметр значимости количества феромона при выборе следующего клиента). Значения параметра  $\alpha$  менялось от 1 до 10, остальные параметры были зафиксированы:  $\beta = 1$ ,  $p = 0.2$ ,  $O = 524$ . Таб. 1 показывает, что увеличение параметра  $\alpha$  приводит к существенному ухудшению решений.

$\alpha$	1	3	5	7	9
L	585.7	774.5	1229.3	1113.9	1145.9

Таб. 1. Влияние параметра  $\alpha$  на качество решения L.

Во втором наборе тестов проверялось влияние параметра  $\beta$  (параметр значимости расстояния при выборе следующего клиента). Значения параметра  $\beta$  менялось от 1 до 10, остальные параметры были зафиксированы:  $\alpha = 1$ ,  $p = 0.2$ ,  $O = 524$ . Как легко можно заметить из Таб. 2 изменение значения  $\beta$  практически не влияет на решение, лучшее решения достигается при значениях параметра 3 и 5.

$\beta$	1	3	5	7	9
L	585.7	567.4	567.3	576.2	583.0

Таб. 2. Влияние параметра  $\beta$  на качество решения L.

На рис. 1 графически отображены результаты предыдущих наборов тестов.

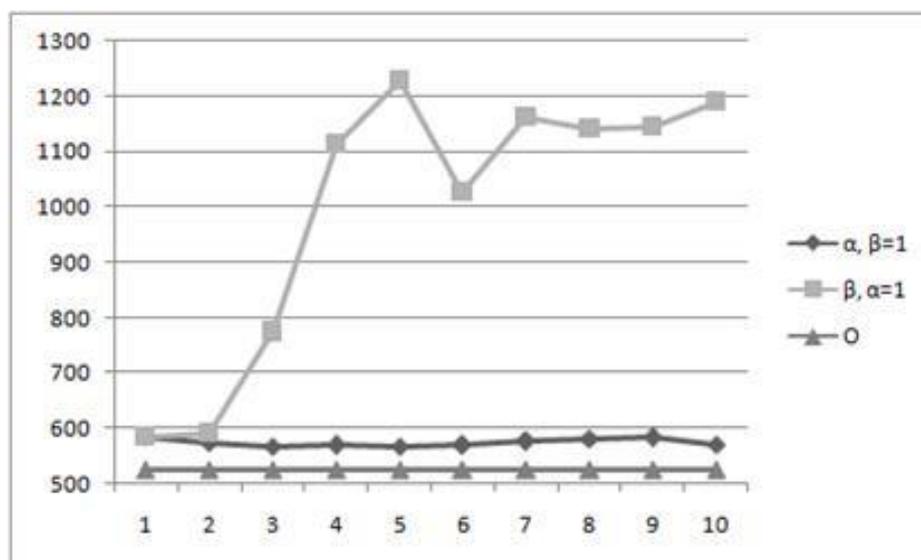


Рис. 1. Влияние параметров  $\alpha$  и  $\beta$  на качество решения.

В таб. 3 приведены некоторые результаты для различных комбинаций  $\alpha$  и  $\beta$ :

$\alpha$	$\beta$	L
2	3	569.1
2	4	603.3
2	5	606.8
2	8	579.0
2	10	568.8
2	12	582.7
3	5	603.0
3	10	564.7
3	12	605.9
3	15	605.9

Таб. 3. Влияние комбинаций параметров  $\alpha$  и  $\beta$  на качество решения L.

В заключение приведем значения лучших решений, полученных для 3 тестовых задач:

Задача	Лучшее известное решение	Лучшее полученное решение
E051-05e	524.6	564.7
076-10e	835.3	956.5
E101-08eE	826.1	969.7

Таб. 4. Лучшие полученные решения.

При проведении вышеописанных наборов тестов на оставшихся двух примерах наблюдается аналогичное поведение: при увеличении параметра  $\alpha$  решение задачи резко ухудшается, изменение  $\beta$  в свою очередь подобного эффекта не дает.

Для оценки масштабируемости реализованного алгоритма муравьиных колоний был проведен ряд запусков тестовых задач на 1 и 4 ядрах. Результаты приведены в таб. 5.

Задача	Время выполнения на 1 ядре, с.	Время выполнения на 12 ядрах, с.	Коэффициент масштабируемости (ускорение)
E051-05e	20	6	3.33
076-10e	70	18	3.88
E101-08eE	152	39	3.89

Таб. 5. Время выполнения на 1 и 4 ядрах.

### Выводы

Результаты экспериментов показали, что выбор комбинаций параметров  $\alpha$  и  $\beta$  оказывают существенное влияние на качество получаемого решения, при больших значениях  $\alpha$  и маленьких  $\beta$  полученное решение может оказаться в разы хуже уже известных решений, эмпирически было выяснено, что наилучшие результаты достигаются при значениях  $\beta$  в 3-5 раз больших, чем  $\alpha$ . Предложенная параллельная реализация алгоритма муравьиных колоний показала хорошие значения ускорения, близкие к теоретическому максимуму.

### Литература

[1] Gendreau, M., Laporte, G., Potvin, J.-Y. Metaheuristics for the Capacitated VRP // The Vehicle Routing Problem, P. Toth and D. Vigo, eds., SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications, 2002, pp. 129-154.

[2] Bell, J. E., McMullen, P. R. Ant colony optimization techniques for the vehicle routing problem // Adv. Eng. Inf., V. 18, N. 1, 2004, 41-48.

[3] Игнатьев методы решения задачи коммивояжера // Труды 51-й научной конференции МФТИ «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук»: Часть IX. Инновации и высокие технологии. — М.: МФТИ. — 2008. — С. 4-6. AppTractor

[4] A. L. Ignatyev, M. A. Posypkin, I. Kh. Sigal, Solving the Travelling Salesman Problem on Shared and Distributed Memory Systems // In Proc. of Optimization and applications (OPTIMA-2009), Petrovac, Montenegro, Sept. 21-25, 2009, pp. 37-38.

Наука и техника URL: <https://sat.bntu.by/jour/article/view/2347/2072>

MyShared URL: <http://www.myshared.ru/slide/327210/>

УДК 004.021.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ SOLID ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРИЛОЖЕНИЙ НА C#

**Титарчук В.Я., Маслова Е.А.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: [vdellexa@gmail.com](mailto:vdellexa@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Титарчук В.Я., Маслова Е.А. Применение принципов SOLID при разработке приложений на C#. Рассмотрены принципы SOLID и приведены в пример описания функциональных модулей с помощью UML. Определены практики написания гибкого и чистого кода.*

### **Annotation:**

*Titarchuk V.Y., Maslova E.A. Application of SOLID principles in C# application development. The principles of SOLID are considered and an example of describing functional modules using UML is given. Practices of writing flexible and clean code are defined.*

### **Общая постановка проблемы**

В современном мире ежедневно появляются новые технологии: программное обеспечение, библиотеки, фреймворки, совершенствуются алгоритмические основы нейронных сетей ИИ. Вместе с увеличением количества разработчиков разного профиля и уровня, также увеличивается число разрабатываемого программного обеспечения: прикладного, системного и инструментального.

Программное обеспечение, применяемое на предприятиях, служит для многих целей, главная из которых – автоматизация работы. Поэтому с расширением предприятия будет расширяться программное обеспечение, что требует комплексного, системного подхода к решению задачи.

Программная инженерия – это создание автоматизированных систем, и одна из первых вещей, которые автоматизируются, – это рутинная работа. Именно для этого инженер-программист должен иметь широкий технический кругозор, владеть алгоритмической базой и знать принципы построения архитектуры программного обеспечения. Совокупностью таких практик являются принципы SOLID.

### **Исследования**

Целью исследования является рассмотрение стратегий гибкой и адаптивной разработки программного обеспечения – принципов SOLID, описание принципов на схематичных примерах кода с использованием языка программирования C#.

Рассмотрим 5 принципов: единственной ответственности, открытости/закрытости, подстановки Лисков, разделения интерфейса и инверсии зависимостей.

Определим структуры классов для наглядности преимуществ использования данного набора правил к подходу создания программного обеспечения.

### **5 принципов объектно-ориентированного программирования**

Разработчики создают приложения с хорошей архитектурой, используя свои знания и опыт. Но со временем в приложениях могут появиться ошибки. Архитектура приложения должна быть изменена для каждого запроса на изменение или запроса новой функции. Через некоторое время, возможно, придётся приложить много усилий, даже для выполнения простых задач, и это может потребовать полного рабочего знания всей системы.

Например, команда разработчиков работают над созданием конкретного приложения, через некоторое время команду покинул один разработчик, на его место пришёл другой,

который будет заниматься поддержанием и развитием существующего кода. Проблема в том, что существующий модуль кода писал другой разработчик, который имел другой уровень алгоритмической базы, подхода к написанию кода и опыта в целом. Новому разработчику придётся долго разбираться в документации архитектуры приложения, на что уйдёт много времени и сил. Именно поэтому есть необходимость в применении основных принципов создания чистого и гибкого кода.

Объектно-ориентированное программирование принесло в разработку ПО новые подходы к проектированию приложений. В частности, ООП позволило разработчикам комбинировать сущности, объединённые некоей общей целью или функционалом, в отдельных классах, рассчитанных на решение самостоятельных задач и независимых от других частей приложения. Однако само по себе применение ООП не означает, что разработчик застрахован от возможности создания непонятного, запутанного кода, который тяжело поддерживать.

Для того, чтобы решить эти проблемы, принципы SOLID были представлены Робертом Мартином, который также является автором книг "Чистый код" и "Чистая архитектура".

SOLID – это акроним, который расшифровывается:

- **Single Responsibility Principle** («Принцип единой ответственности», SRP)
- **Open-Closed Principle** («Принцип открытости-закрытости», OCP)
- **Liskov Substitution Principle** («Принцип подстановки Барбары Лисков», LSP)
- **Interface Segregation Principle** («Принцип разделения интерфейса», ISP)
- **Dependency Inversion Principle** («Принцип инверсии зависимостей», DIP)

### **Принцип единой ответственности (SRP)**

Класс должен быть иметь только одну ответственность. Если класс отвечает за решение нескольких задач, его подсистемы, реализующие решение этих задач, оказываются связанными друг с другом. Изменения в одной такой подсистеме ведут к изменениям в другой.

Это означает, что класс – контейнер для данных, например, класс Developer или Car, и в нём есть какие-то поля, относящиеся к этой сущности, они должны меняться только при изменении модели данных.

Например, рассмотрим следующий класс:

```
public class UserService {
    public void Register(string email, string password) {
        ...
        SendEmail(...);
    }
    public virtual bool ValidateEmail(string email)
    { ... }
    public bool SendEmail(MailMessage message)
    { ... }
}
```

Код выглядит нормально, но не соответствует принципу единой ответственности, потому что методы отправки и проверки почты не имеют ничего общего с классом UserService. Необходимо распределить ответственности:

```
public class UserService {
    EmailService _emailService;
```

```
        public Register(string email, string password) {...}
    }

    public class EmailService {...}
    public EmailService(...)
    public bool virtual ValidateEmail(string email) {...}
    public bool SendEmail(MailMessage message) {...}
}
```

### **Принцип открытости-закрытости (OCP)**

Принцип открытости-закрытости требует, чтобы классы были открыты для расширения, но закрыты для изменения. Поэтому в приведённом ниже примере кода создаётся отдельный класс, который получает параметры треугольника и производит вычисления:

```
public class Rectangle {
    public double Height {get;set;}
    public double Wight {get;set; }
}

public class AreaCalculator {
    public double TotalArea(Rectangle[] arrRectangles) {...}
}
```

### **Принцип подстановки Барбары Лисков (LSP)**

Подклассы должны заменять свои базовые классы. То есть, классы-наследники могут использоваться вместо родительских классов, от которых они образованы, не нарушая работу программы.

```
public interface IProgrammer {
    void WorkOnTask();
}

public class Programmer: IProgrammer {
    public void WorkOnTask() {...}
}

public class TeamLead: IProgrammer {
    void WorkOnTask() {...}
}
```

В приведённом выше примере кода классы Programmer и TeamLead реализуют интерфейс IProgrammer, переопределяя его методы.

### **Принцип разделения интерфейса (ISP)**

Этот принцип направлен на устранение недостатков, связанных с реализацией больших интерфейсов. Проще говоря: клиенты не должны принуждаться к реализации функций, которые им не нужны.

Рассмотрим код:

```
public interface IParkingLot {
    void parkCar();
    void unparkCar();
    public double calculateFree(Car car);
}
```

```
void doPayment(Car car);
}
class Car {}

public class FreeParking: IParkingLot {
void parkCar() {}
void unparkCar() {}
void doPayment(Car car) { // здесь будет исключение }
```

Интерфейс парковки включает в себя логику оплаты. Но это слишком специфично. Из-за этого класс FreeParking (бесплатная парковка), вынужден реализовывать методы, касающиеся оплаты, но эти методы для него нехарактерны. Поэтому необходимо разделить интерфейсы:

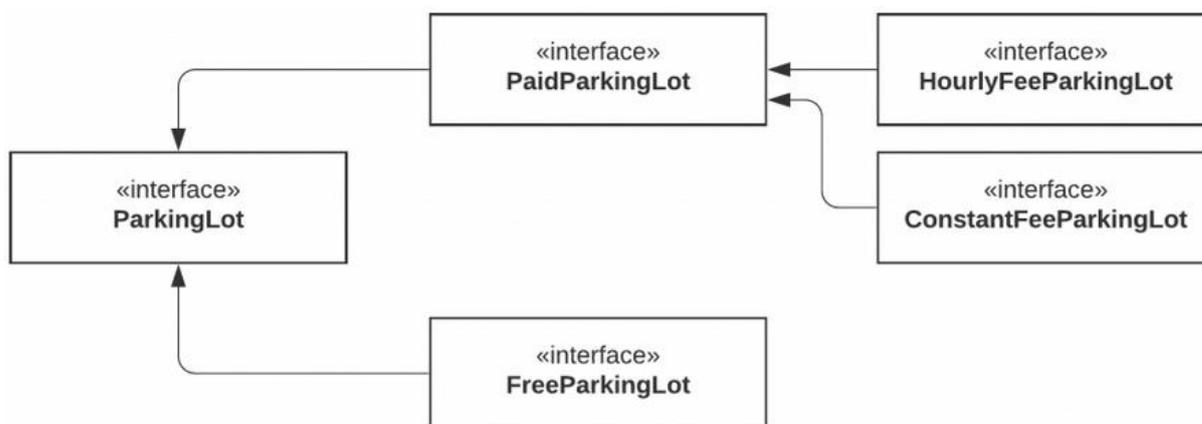


Рис. 1. UML-диаграмма структуры парковки

Теперь модель системы стала более гибкая и расширяемая. Например, можно пойти ещё дальше и разделить PaidParkingLot, чтобы поддерживать разные типы оплаты.

### Принцип инверсии зависимостей (DIP)

Принцип инверсии зависимостей гласит, что классы должны зависеть от интерфейсов или абстрактных классов, а не от конкретных классов и функций.

Модули верхних уровней не должны зависеть от модулей нижних уровней. Оба типа модулей должны зависеть от абстракций. И, главное, абстракции не должны зависеть от деталей. Детали должны зависеть от абстракций. Например, введём абстракцию, на которую могут опираться уведомления и которую могут реализовать Email. и SMS. Это будет Message:

```
public interface IMessage
{
void SendMessage();
}
public class Email: IMessage
{
public string ToAddress { get; set; }
public string Subject { get; set; }
public string Content { get; set; }
public void SendMessage() {}
```

```
}  
public class SMS: IMessage  
{  
    public string PhoneNumber { get; set; }  
    public string Message { get; set; }  
    public void SendMessage() {}  
}  
public class Notification {  
    public void Send() {  
        foreach(var message in _messages) { message.SendMessage(); }  
    }  
}
```

Именно благодаря добавлению абстракции уведомление будет зависеть от сообщения абстракции, а не от его конкретных реализаций.

### **Выводы**

Для создания хорошей архитектуры приложения требуется опыт, но даже опытные разработчики могут не учесть всех деталей проектирования. Принципы SOLID – это руководства, применение которых позволяет уменьшить вероятность возникновения непонятных или лишних функциональных модулей в архитектуре приложения. Цель принципов – проектировать модули, которые: способствуют изменениям, легко понимаемы, повторно используемы.

На сегодняшний день принципы SOLID активно применяются при создании программного обеспечения, потому что их применение позволяет создавать понятный, читаемый, тестируемый код, над которым смогут совместно работать многие разработчики, не затрачивая долгие часы на изучение документации. Также существуют другие, не менее важные принципы: KISS, YAGNI, DRY, Бритва Оккама, BDUF, Закон Деметры. У каждого профессионала должны быть руководящие принципы, поскольку они способствуют единству среди профессионалов.

### **Литература**

12. MSDN [Electronic resource] / Интернет-ресурс. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/archive/msdn-magazine/2014/may/csharp-best-practices-dangers-of-violating-solid-principles-in-csharp/>. – Загл. с экрана.
13. Чистый код / Роберт К. Мартин. – М.: Питер, 2010. – 464 с.
14. С# 4.0. Руководство / Шилдт Герберт. – М.: Диалектика-Вильямс, 2020. – 1056 с.
15. Чистая архитектура / Роберт К. Мартин. – М.: Питер, 2018. – 352 с.

УДК 004

## ПОДСИСТЕМА БИЛЛИНГА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**Попов И.Ю., Привалов М.В.**

Донской государственный технический университет  
кафедра информационные системы и технологии  
E-mail: [InCheryPie@yandex.ru](mailto:InCheryPie@yandex.ru)

**Аннотация:**

**Попов И.Ю., Привалов М.В.** Подсистема биллинга с применением интеллектуальных методов идентификации транспортных средств. Рассмотрены существующие решения проблемы. Определена схема решения задачи. Определены методы детектирования и классификации, и их формулы. Определены гиперпараметры и реализована модель.

**Annotation:**

**Popov I.Yu., Privalov M.V.** Billing subsystem using intelligent methods of vehicle identification. Existing solutions to the problem are considered. A scheme for solving the problem is defined. Methods of detection and classification, and their formulas are determined. Hyperparameters are defined and the model is implemented.

**Актуальность** Системы искусственного интеллекта востребованы в различных отраслях и решают совершенно различные задачи: распознавание изображений; анализ текста; генерация текстов; адаптивное управление и многое другое.

В каждом городе появляется всё больше и больше новых контрольно-пропускных пунктов различного значения и статуса. На многих из них несут дежурство, в зависимости от характеристик охраняемого объекта, сотрудники (работники) сторожевой охраны, частных охранных предприятий, военизированной охраны, ведомственной охраны, вневедомственной охраны, военнотружущие.

Есть множество автостоянок, въезд и выезд на которые приходится контролировать. Автостоянки как платные, так и бесплатные. Требуется такие автостоянки автоматизировать, для того чтобы решить несколько проблем: упростить и ускорить процедуру въезда и выезда; сократить расходы; разгрузить персонал (охрану) автостоянки; перейти на новый формат оплаты стоянки (ежечасно, ежесуточно, ежемесячно, ежегодно). Это можно сделать путём внедрения автоматизированной системы биллинга, которая могла бы автоматически распознавать номерные знаки въезжающих и выезжающих автомобилей и определять время пребывания на стоянке, формируя счёт.

**Краткий анализ современного состояния вопроса** На рынке существует ряд решений, компьютеризирующих работу парковки. «Парктайм.про» — работа парковки осуществляется следующим образом. Каждому въезжающему водителю выдается пластиковая карта с микрочипом, где отмечается время заезда. Владелец парковки сам устанавливает тарифы на данную услугу. Ее оплата происходит перед выездом с парковки с помощью автоматической кассы. После внесения необходимой суммы печатается чек и выдается сдача. Клиент может выезжать с парковки. При выезде клиента выездная стойка автоматизированной системы платной парковки проверяет факт уплаты и выпускает автомобиль с паркинга.

«АП-ПРО» — водитель подъезжает к въездной стойке, нажимает на кнопку выдачи билета. После этого шлагбаум открывается, клиент заезжает на парковку. Перед выездом клиент оплачивает билет в паркомате и получает чек. Фискальный чек так же, как и въездной

билет можно использовать для выезда с парковки. На выезде посетитель прикладывает въездной билет или чек к считывателю на въездной стойке, после чего шлагбаум открывается, и клиент может беспрепятственно покинуть территорию парковки.

«Vector\_AP 3000» — въезд и выезд осуществляются через отдельные шлагбаумы. Оплата услуг происходит через автоматическую кассу для парковки. Участие оператора не требуется ни в процессе въезда/выезда, ни в процессе оплаты.

При въезде клиент получает умный жетон, благодаря которому осуществляется оплата и получение выездного жетона, который используется в момент выезда через выездной шлагбаум.

В каждом из решений водителю приходится осуществлять ряд манипуляций, как на въезде, так и на выезде, поэтому оптимизация до такой степени, чтобы водителю не приходилось останавливаться и что-то предпринимать, является актуальной задачей.

**Постановка задачи** Процесс решения задачи распознавания автомобильного номера может быть разбит на несколько последовательно выполняемых подпроцессов. Общая схема решения задачи приведена на рис. 1.

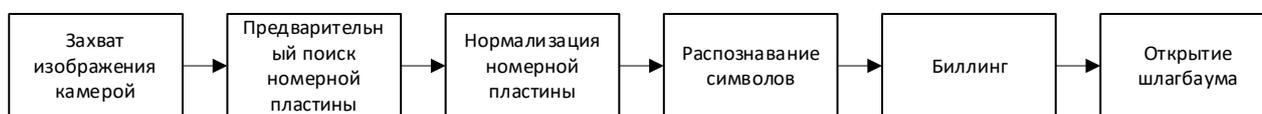


Рисунок 1 — Общая схема решения задачи

- **Захват изображения камерой** — камера, направленная в сторону подъезда автомобилей, фиксирует автомобиль
  - **Предварительный поиск номера** — обнаружение области, в которой содержится номер
- **Нормализация номера** — определение точных границ номера, нормализация контраста
- **Распознавание текста** — чтение всего что нашлось в нормализованном изображении
- **Поиск учётной записи и биллинг** — выполняется поиск учётной записи по идентифицированному номерному знаку и выполняется биллинг
- **Открытие шлагбаума** — шлагбаум поднимается, пропуская автомобиль на территорию

**Задача обнаружения объектов** Модель YOLO представляет собой глубокую свёрточную сеть. Модель обучается на изображениях с повышенным разрешением с использованием ключевых рамок для предсказания местонахождения объектов и кластеризации алгоритмом k-средних. Алгоритм k-средних используется для генерации ограничивающих рамок и позволяет получить их более оптимальный набор, чем в случае ручного выбора. В качестве метрики используется показатель пересечения над объединением (IoU) [1]:

$$dist(x, c_i) = 1 - IoU(x, c_i), \quad (1)$$

где  $x$  — настоящая ограничивающая рамка,  $c_i$  — центроид кластера. Количество ограничивающих рамок-центроидов выбирается при помощи "метода локтя"[2]. YOLOv3 — используется логистическая регрессия для оценок достоверностей ограничивающих рамок; несколько независимых логистических классификаторов для каждого класса; межуровневые соединения между уровнями прогнозирования ограничивающих рамок; используется архитектура DarkNet и ResNet для свёрточных сетей.

#### **Задача распознавания символов номерной пластины**

Имеется множество объектов на входе  $X$  (в данном случае совокупность символов кириллицы, букв и цифр, с некоторым рядом исключений), принадлежащих заранее

известному конечному множеству классов  $C_k$ , где  $k = 0, 1, 2, \dots, N = 22$  — число классов. Также имеем некоторое конечное множество объектов (обучающая выборка)  $Y^m$ , для каждого элемента которого известна принадлежность к определённому классу:

$$Y^m = \{(x_1, c_1), \dots, (x_m, c_m)\}. \quad (2)$$

Существует целевая зависимость — отображение  $c^*: X \rightarrow C$ , значения которой известны только на объектах обучающей выборки  $Y^m$ .

Необходимо построить алгоритм, который по входному объекту, определяет принадлежность объекта к одному из классов множества  $C_k$ , способный классифицировать произвольный объект  $x \in X$ :

$$\varphi: X \rightarrow C. \quad (3)$$

Отображение моделируется в виде некоторой математической функции, которая содержит ряд настраиваемых параметров, значения которых определяются с помощью полученных данных.

**Решение задачи** Детектирование номерной пластины осуществляется путём нейросететового алгоритма YOLOv5. YOLOv5 относится к архитектуре One-Stage detector - подход, который предсказывает координаты определённого количества bounding box'ов с результатами классификации и вероятности нахождения объекта, и в дальнейшем корректируя их местоположение [3]. В целом такую архитектуру можно представить в следующем виде:

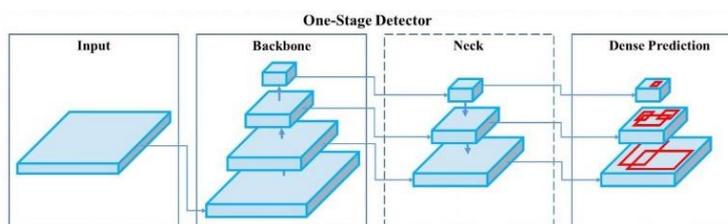


Рисунок 2 — One-Stage Detector

Нейросеть получает на вход изображение, а на выходе выдаёт то же изображение, с рамкой вокруг номерной пластины, и изображение пластины, вырезанной из исходника.

Свёрточная нейронная сеть по распознаванию символов номерного знака принимает на вход изображение номерной пластины, при этом осуществляются следующие преобразования: изображение преобразуется в чёрно белое, увеличивается контраст, выполняется сегментация, выделение символов и классификация. На выходе классификатора сеть предсказывает символ, изображённый на сегменте.

Обучающая выборка состоит из 1300 изображений автомобилей, на каждом изображении от нуля искомым объектов. Номерные пластины принадлежат различным странам, таким как: Россия; Украина; Беларусь; ряд европейских стран, (рис. 3, рис. 4).

Структура обучающей выборки представляет из себя корневую папку dataset, в которой находятся две подпапки с изображениями и аннотациями к ним, (рис. 5). Изображения поделены на две части и размещены в соответствующих каталогах, train и valid.

Файлы изображений и меток разделены по разным папкам, в корне лежит файл конфигурации yaml, который имеет следующий формат:

```
train: ../dataset/images/train/  
val: ../dataset/images/valid/  
nc: 1 # количество классов  
names: ['class_0'] # имена классов
```

Аннотирование данных произведено средствами MakeSense, сохранены аннотации в формате yolo и представляют следующий вид: Label\_ID\_1 X\_CENTER\_NORM

Y\_CENTER\_NORM WIDTH\_NORM HEIGHT\_NORM. Для каждого изображения `<image_name>.jpg` создается файл `<image_name>.txt` с разметкой.

Значения для каждого bounding box'a вычисляются следующим образом:

$X\_CENTER\_NORM = X\_CENTER\_ABS / IMAGE\_WIDTH$

$Y\_CENTER\_NORM = Y\_CENTER\_ABS / IMAGE\_HEIGHT$

$WIDTH\_NORM = WIDTH\_OF\_LABEL\_ABS / IMAGE\_WIDTH$

$HEIGHT\_NORM = HEIGHT\_OF\_LABEL\_ABS / IMAGE\_HEIGHT$  [4, 5]



Рисунок 3 — Номерные знаки EU



Рисунок 4 — Номерные знаки BL

```
/dataset
--/images
  --/train
  --/valid
--/labels
  --/train
  --/valid
--dataset.yaml
```

Рисунок 5 — Структура обучающей выборки

Результаты. На вход в нейросеть детектирования было подано изображение, (рис. 5). Нейросеть осуществляет обработку и на выход отправляет два изображения, обработанное изображение с рамкой объекта и вырезанный объект из исходного изображения, (рис. 6, рис. 7).



Рисунок 5 — Входное изображение



Рисунок 6 — Обработанное изображение

Далее объект отправляется на вход нейросети распознавания и на выход поступает обработанный объект и результат распознавания в формате текста, (рис. 8).



Рисунок 7 — Вырезанный объект



Рисунок 8 — Обработанный объект

Таблица 1 — Результаты работы детектора

Название нейросети	batch	epochs	Выборка	Точность
yolov5s	64	100	1300	93.4

Таблица 2 — Результаты работы классификатора

Нейронов, 1 слой	Нейронов, 2 слой	Нейронов, 3 слой	Нейронов, 4 слой	batch size	epoch	validation split	Точность
16	32	64	128	128	3	0.1	99.65

Исходя из полученных результатов было выявлено, что изменения параметров, в определённой степени, влияют на точность нейросети, в таблице 1 и 2 представлены оптимальные гиперпараметры, полученные в ходе исследования.

По итогам исследования, на выборке из 1300 изображений для детектирования удалось достичь точности в 93,4%, а классификатора, обученном на обучающей выборке в 17000 изображений, 99,65%.

**Выводы** Существующие коммерческие системы распознавания автомобильных номеров не всегда предоставляют пользователям информацию об используемых методах искусственного интеллекта в задаче распознавания цифробуквенных символов, а также детектирования. Кроме того, не все системы обладают полностью автоматизированным биллингом.

Подобная система может быть использована для автоматического биллинга автостоянок, при этом данная система показывает точность детектирования в 93,4, а при классификации 99,65, что свидетельствует о её хорошей производительности. Однако в данной системе очевидно недостаточная точность, как детектирования, так и классификации. Направлением дальнейших исследований является сбор дополнительных данных с целью обнаружения и распознавания номерных знаков различных конфигураций.

## Источники

1. Intersection over Union (IoU) for object detection [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: www/ URL: <https://pyimagesearch.com/2016/11/07/intersection-over-union-iou-for-object-detection/>
2. Integration K-Means Clustering Method and Elbow Method For Identification of The Best Customer Profile Cluster [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: www/ URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/336/1/012017>
3. An overview of object detection: one-stage methods [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: www/ URL: <https://www.jeremyjordan.me/object-detection-one-stage/>
4. YOLO: Real-Time Object Detection [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: www/ URL: <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>
5. A Review of Yolo Algorithm Developments [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: www/ URL: YOLO: Real-Time Object Detection [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: www/ URL: <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>

**ИУСМКМ-22**

**СЕКЦИЯ 8**

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
И УПРАВЛЕНИЕ**

УДК 517.9

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ В МЕТАЛЛУРГИИ

Лёвкина А.В., Радевич Е.В.

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта

E-mail: a.levkina13@gmail.com, radevich\_katerina@mail.ru

### **Аннотация:**

**Лёвкина А.В., Радевич Е.В. Математические модели и методы решения краевых задач в металлургии.** Исследуем математические модели теплофизических процессов в спец металлургии состоящие из дифференциальных уравнений для определения других усредненных характеристик: векторного поля скоростей, температурного поля и др. Рассмотрим линейное приближение, применимое в случае незначительных перепадов температур, когда зависимостью вышеупомянутых параметров от термодинамического состояния можно пренебречь. Адекватность математической модели физическому явлению возрастает вместе с уточнением упомянутых зависимостей, вследствие чего еще большее значение приобретают соответствующие эксперименты общепознавательного характера.

### **Annotation:**

**Levkina A.V., Radevich E. V. Mathematical models and methods for solving boundary value problems in metallurgy.** We study mathematical models of thermophysical processes in special metallurgy consisting of differential equations to determine other averaged characteristics: vector velocity field, temperature field, etc. Consider the linear approximation applicable to small temperature differences, The adequacy of the mathematical model to the physical phenomenon increases together with the refinement of the mentioned dependences, as a result of which the corresponding experiments of a general cognitive nature become even more important.

### **Общая постановка проблемы**

Значительное количество технологических процессов происходит при повышенных температурах, во время которых нагреву подвергается движущийся или неподвижный объект. Управление такими высокоэффективными процессами во время проведения экспериментов часто осложняется из-за невозможности контролировать температуру нагрева объектов. Это случается, когда нагреваемый объект имеет малые геометрические размеры, например тонкий провод, или когда нагрев происходит в среде, недостижимой для установления датчиков температуры, например, в контейнере.

В последние 20-30 лет разработаны новые скоростные способы термической обработки металлов и сплавов, у которых используется циклическое импульсное действие температуры (электропластическая и термоциклическая обработка). Здесь контролировать температурное распределение можно только с помощью математической модели, используя решения обратных задач для уравнения теплопроводности. Такие модели позволяют учитывать различные особенности технологического процесса нагрева, способы подвода тепла к движущемуся объекту и условия теплообмена с окружающей средой.

Целью работы является исследование методов решения краевых задач, возникающих при построении математических моделей температурных распределений в подвижных

областях в виде краевых и нелокальных задач для уравнения теплопроводности.

### Технологические объекты в металлургии

В металлургии, как и в других отраслях широко применяются различные системы автоматизации процессов. В основе таких автоматизированных систем управления за техническими процессами (АСУ ТП) на производстве лежат адекватные математические модели.

Для металлургии, как отрасли хозяйствования, характерны две особенности. Во-первых, отметим что масштабы производства металлов и различных сплавов вывели металлообрабатывающую промышленность на одно из первых мест по потреблению энергетических ресурсов среди прочих отраслей производства. Во-вторых, технологические процессы в металлургии, связанные с переработкой сырья и получению конечных продуктов, протекают при повышенных температурах. Инженер-металлург вынужден решать широкий спектр задач – от подготовки шихты, выплавки металла, получения качественной готовой продукции до решения экологических проблем сокращения уровня теплового и химического загрязнения окружающей среды [1].

Схема технологического объекта управления (ТОУ) изображена на рисунке 1, где  $U$  – вектор контролируемых управляющих входов (расходы сырых материалов, энергии, топлива и т.д.);  $V$  – вектор контролируемых возмущений (качественные показатели сырья, параметры состояния оборудования, простои и т.д.);  $Z$  – вектор неконтролируемых возмущений (параметры внешней по отношению к АСУ ТП среды);  $Y$  – вектор выходов объекта [показатели состояния технологического процесса (температура, давление, состав вещества), качественные и количественные показатели промежуточных (литейная форма) или конечных (отливка) продуктов, технико-экономические показатели производства];

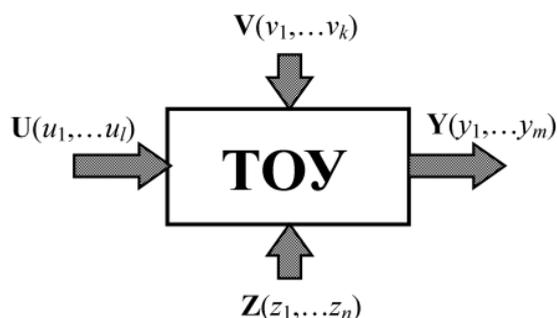


Рис. 1. Технологический объект управления

Математическая модель ТОУ представляет собой зависимость  $Y = f(U, V, Z, t)$  при известном виде функции  $f$ , которая в общем случае может зависеть от времени  $t$  (в динамических моделях), и существующих ограничениях на переменные  $\alpha \leq u_i \leq \beta$ ;  $\delta \leq y_i \leq \gamma$ .

### Математическая модель протекания жидкости в канале при ЭШП

Электрошлаковый переплав (ЭШП) металлов задействует в себе множество физико-математических процессов. С математической точки зрения данный процесс описывается стохастическими и детерминированными математическими моделями. При переплавке металла происходит переход из жидкого состояния к твердому. Исследования Лагранжа показывают, что объектом изучения выступают отдельные материальные частицы жидкости, которые заполняют некоторый движущийся объём, занятый жидкостью [2-3]. При движении жидкого объёма координаты любой его частицы  $x, y, z$  от времени  $t$  можно воспринимать как начальные координаты той же частицы:

$$\begin{cases} x = \varphi_1(t, x_0, y_0, z_0), \\ y = \varphi_2(t, x_0, y_0, z_0), \\ z = \varphi_3(t, x_0, y_0, z_0). \end{cases} \quad (1)$$

По мнению Эйлера, за основу необходимо брать само неподвижное пространство. И в этом пространстве следить за движением жидкости [2, 4]. Отслеживать в фиксированной точке изменение различных элементов (в зависимости от времени  $t$ ) и изменения при переходе к другим точкам пространства.

Векторные и скалярные элементы будем принимать как функции точки с добавлением переменной времени  $t$ .

Исследуем параметры влияющие на отрыв течения от стенки. Из-за обладания кинетической энергией жидкость не проходит далеко вдоль контура тела, внутри которого расположена область возрастающего давления. Вместо этого она отклоняется в сторону от области высокого давления, отрываясь от тела и отодвигая от стенки во внешнее течение (рис. 2). Определим точку отрыва как границу между прямыми и возвратными течениями в прилегающем к стенке слое. При этом будем использовать рассуждения, изложенные в работе [5-7].

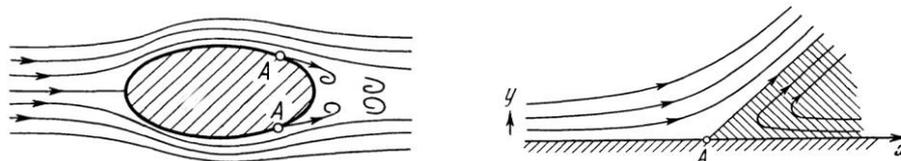


Рис. 2. Условия возникновения отрыва течения жидкости от стенки

Отрыв потока возникает также при течении жидкости в канале (сопле), резко расширяющемся в направлении течения (рис. 3). Давление в канале падает у узкого поперечного сечения, когда жидкость доходит туда двигаясь по течению. А после преодоления узкого поперечного сечения, канал увеличивается и давление поднимается в направлении течения. Из-за колебания давления происходит отрыв потока от обеих стенок с одновременным образованием вихрей. В результате в расширяющейся части сопла поток занимает только часть его поперечного сечения [8].

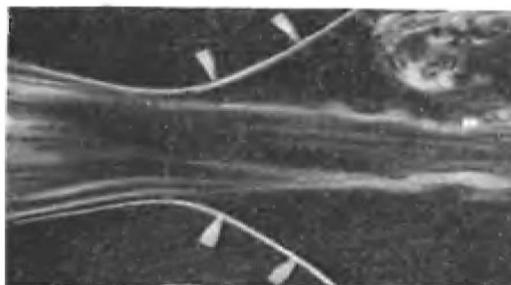


Рис. 3. Отрыв потока при течении жидкости в канале

Однако если на стенках производится отсасывание пограничного слоя, то отрыв не возникает (рис. 4).



Рис. 4. Вследствие отсасывания пограничного слоя, отрыв потока отсутствует

Важную роль при возникновении подъемной силы крыла играет отрыв потока (пограничного слоя). При небольших углах атаки (примерно до  $10^\circ$ ) обтекание обеих сторон крыла происходит без отрыва [8-10] (рис. 5). Если угол атаки равен примерно  $15^\circ$ , отрыв обязательно наступает, причем между оторвавшимся течением и поверхностью крыла образуется область, заполненная вихрями (рис. 6). Начало отрыва течения совпадает с достижением подъемной силы крыла своего наибольшего значения.

При этом будет исходить, что в некоторых реальных процессах, например, при ЭШП скорость конвекции и её вихрь являются достаточно малыми величинами.

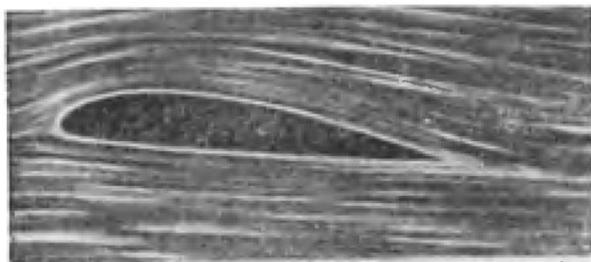


Рис. 5. Обтекание обеих сторон крыла без отрыва



Рис. 6. Область, заполненная вихрями

### Кристаллизация при помощи метода Ритца

Проблема минимума эффективно решается при помощи метода Ритца. При этом приближения Ритца  $\psi_n$  и  $u_n$  строятся следующим образом

$$\psi_n(x, y) = y(y - H)(y - y_0(x))(x - 1) \sum_{k=0}^m \sum_{j=1}^{m_k} c_{kj} \cdot x^{2j} \cdot y^k$$

$$u_n(x, y) = y(y - H) \sum_{k=0}^m \sum_{j=1}^{m_k} a_{kj} \cdot x^{2j} \cdot y^k, n = \sup_{0 \leq k \leq m} (m + 2m_k)$$

где  $y_0(x)$  - решение уравнения  $u_0(x, y) - 1 = 0$ ,  $(x, y) \in D$  в классе функций  $u_{0y}(x, y) > 0$  в  $D$ .

Численный эксперимент осуществлялся при следующих значениях теплофизических параметров:  $\omega_0 = 3,5$ ,  $H = -10$ ,  $\nu = 1,2$ ,  $\mu = 0,1$ ,  $\mu = 0,01$

На рис. 7 изображён график линий кристаллизации при различных значениях  $\mu$ . Прделанный численный эксперимент подтверждает влияние конвективного теплообмена на процесс кристаллизации, что подтверждается также лабораторными исследованиями. Эксперимент сохранит свой смысл, если параметры,  $\omega_0^+$  и  $\omega_0^-$  брать в некоторой окрестности числа  $\omega_0 = 3,5$ , а  $k$  - числа  $k = 1$ .

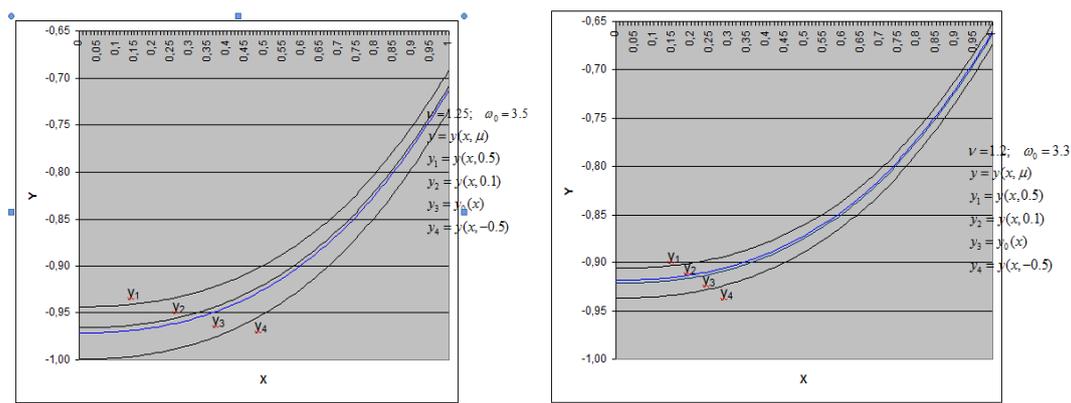


Рисунок 7 – Эксперимент при  $\nu = 1,25$  и при  $\nu = 1,2$ .

### Выводы

Основными научными проблемами, возникающими при построении математической модели, является разработка адекватной физической модели температурного или другого процесса в подвижной или неподвижной средах [11-15]. Такая модель позволила бы на основе нелокальных, линейных и нелинейных краевых задач построить методы их решения. Привлечение нелокальных задач к математическим моделям позволяет определять основные параметры управления температурными полями опираясь на физические особенности технологического процесса кристаллизации.

### Литература

1. Цаплин А.И. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии [Текст] / А.И. Цаплин, И.Л. Никулин – Пермь: Пермский государственный технический университет. – 2011. – 299 с.
2. Миненко, А. С. Методы исследования нелинейных математических моделей [Текст] / А. С. Миненко, А. И. Шевченко – Донецк: Наука и освіта, 2012. – 132 с.
3. Радевич, Е. В. Численное моделирование процессов кристаллизации [Текст] / Е. В. Радевич, А. С. Миненко // Информатика и кибернетика, №1(7). – 2017. – С. 73-78.
4. Миненко, А. С. Задача приближенного анализа свободной границы в управлении информационно - коммуникационными технологиями [Электронный ресурс] / А. С. Миненко, А. В. Лёвкина, Е. В. Радевич // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты». – Брянск, 2018. – С. 341-345.
5. Радевич, Е. В. Приближенный анализ конвективной задачи Стефана [Текст] / Е. В. Радевич, А. С. Миненко // Информатика и кибернетика, №3(9). – 2017. – С. 100-105.
6. Дейнека, В. С. Анализ многокомпонентных распределенных систем и оптимальное управление [Текст] / В. С. Дейнека, И. В. Сергиенко – К.: Наукова думка. – 2007. – 701 с.
7. Миненко, А. С. Математическое моделирование процесса кристаллизации металла при электрошлаковом переплаве [Текст] / А. С. Миненко, А. В. Лёвкина // Информатика и кибернетика, № 13. – 2018. – С. 33-36.
8. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя [Текст] / Г. Шлихтинг – Москва: Наука. – 1974. – 711 с.
9. Лёвкина А. В. Моделирование процесса кристаллизации металла в металлургии [Электронный ресурс] / А. В. Лёвкина, Е. В. Радевич, А. С. Миненко // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: БГТУ им. В.Г.Шухова, 2019 – С. 2775-2779.
10. Миненко А.С. Построение математических моделей для решения нелинейных краевых задач [Электронный ресурс] / А.С. Миненко, А.В. Лёвкина, Е. В. Радевич //Международная научно-техническая конференция ИУСМКМ, 2020 – С.527-531.

11. Деев, В.Б. Математическое моделирование процесса кристаллизации металлических расплавов после обработки внешними воздействиями / В.Б. Деев и др. // Заготовительные производства в машиностроении. – 2009. – №10. – С. 3-5.
12. Шмаль, И. И. Проблемы моделирования кристаллизации / И. И. Шмаль. // Молодой ученый. — 2013. — No 8 (55). — С. 44-47.
13. Johnson, W.A. Reaction kinetics in processes of nucleation and growth / W. A. Johnson, R. F. Mehl. – Trans. AIME. –1939. – 135. – p. 416.
14. Слесаренко А.П. Математическое моделирование тепловых процессов в телах сложной формы при нестационарных граничных условиях // Проблемы машиностроения. – 2002. – №4. – С. 72–80.
15. Stein Tore JOHANSEN MATHEMATICAL MODELING OF METALLURGICAL PROCESSES / Stein Tore JOHANSEN // Third International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries CSIRO, Melbourne, Australia 10-12 December 2003

УДК 517.9

## ОПТИМАЛЬНЫЕ И УСТОЙЧИВЫЕ МЕТОДЫ БЕЗУСЛОВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

**Токмаков А.М., Радевич Е.В.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта

*E-mail:* [radevich\\_katerina@mail.ru](mailto:radevich_katerina@mail.ru)

### **Аннотация:**

**Токмаков А.М., Радевич Е.В. Оптимальные и устойчивые методы безусловной оптимизации.** Исследована асимптотическая скорость сходимости итерационных алгоритмов безусловной оптимизации при наличии случайного шума. Найден оптимальный алгоритм, который максимизирует скорость конвергенции. Алгоритм включает в себя нелинейное преобразование градиента, где форма преобразования зависит от плотности шума. Чтобы найти наилучший алгоритм в ситуации, когда плотность неизвестна, необходимо применить идеологию устойчивой оценки. Был предложен алгоритм, который является асимптотически минимаксным для указанного класса плотностей. Представлены некоторые примеры оптимальных и надежных алгоритмов.

### **Annotation:**

**Токмаков А.М., Радевич Е.В. Optimal and stable methods of unconditional optimization.** The asymptotic convergence rate of iterative algorithms of unconditional optimization in the presence of random noise is investigated. An optimal algorithm has been found that maximizes the convergence rate. The algorithm includes a nonlinear gradient transformation, where the shape of the transformation depends on the noise density. To find the best algorithm in a situation where the density is unknown, it is necessary to apply the ideology of robust (proy/stable) estimation. An algorithm has been proposed that is asymptotically minimax for the specified class of densities. Some examples of optimal and reliable algorithms are presented.

### **Общая постановка проблемы**

Многочисленные задачи адаптации, идентификации, распознавания образов, проектирования экспериментов, экстремального управления могут быть преобразованы в нахождение безусловного экстремума при неполной информации. Для решения этой задачи могут быть применены различные рекуррентные алгоритмы, например градиентные, ньютоновские, знаковые и т.д. Эти алгоритмы могут быть включены в рамки псевдоградиентных алгоритмов, в результате чего возникает проблема поиска наилучшего псевдоградиентного алгоритма.

Проблема оптимальности решается так: сначала изучается общий класс рекуррентных псевдоградиентных процедур и получаются условия сходимости и асимптотические скорости сходимости. Используя эти результаты, предложен алгоритм, обладающий максимальной асимптотической скоростью сходимости. Алгоритм признан асимптотически оптимальным в более широком классе неповторяющихся алгоритмов.

### **Конвергенция и скорость конвергенции**

Рассмотрим задачу безусловной минимизации

$$\min J(c), c \in R^N, \quad (1)$$

в предположении, что в точке  $c$  градиент  $\nabla J(c)$  может быть измерен в присутствии некоторого случайного аддитивного шума  $\xi$ . Для ее решения будет использован рекуррентный алгоритм

$$c_n = c_{n-1} - \gamma_n \varphi(y_{n-1}), y_{n-1} = \nabla J(c_{n-1}) + \xi_{n-1}, \quad (2)$$

где  $y_{n-1}$  – искаженное значение градиента в точке  $c_{n-1}$ , необходимо выбрать скаляры  $\gamma_n \geq 0$  и функцию  $\varphi: R^N \rightarrow R^N$ .

Теорема 1. Предположим, что а)  $J(c)$  дифференцируемо,  $\nabla J(c)$  удовлетворяет условию Липшица,  $\nabla J(c) \rightarrow \infty$  для  $\|c\| \rightarrow \infty$ ,  $c^*$  – единственная критическая точка  $J(c)$ , б)  $\xi_n = \xi_n(c_n)$  взаимно независимые симметричные случайные векторы, с)  $\varphi(z)$  – измеримая нечетная равномерно монотонная функция, т.е.  $\varphi(z) = -\varphi(-z)$ ,  $(\varphi(z) - \varphi(z'), z - z') \geq \mu(\|z - z'\|)$ ,  $\inf_{\varepsilon \leq \|z\| \leq \varepsilon^{-1}} \mu(z) > 0$ , для всех  $\varepsilon > 0$ , d) либо  $\|\varphi(z)\| \leq K$  для всех  $z$ , либо  $\|\varphi(z)\| \leq K(1 + \|z\|)$ ,  $E\|\xi(c)\|^2 \leq K(1 + J(c))$ , e)  $\sum \gamma_n = \infty$ ,  $\sum \gamma_n^2 < \infty$ . [1]

Тогда алгоритм (2) сходится с вероятностью 1, т.е.  $c_n \rightarrow c^*$ . Доказательство основано на общих результатах, касающихся сходимости стохастических приближений. Далее будет рассмотрен случай  $\gamma_n = 1/n$ , поэтому изучим алгоритм

$$c_n = c_{n-1} - \frac{1}{n} \varphi(y_{n-1}). \quad (3)$$

Теорема 2. Предположим в дополнение к предположению теоремы 1:

а)  $J(c)$  дважды дифференцируемо в точке  $c^*$  и  $\nabla^2 J(c^*) > 0^*$ ,

б)  $\xi_n$  одинаково присваиваются функции распределения  $P(z)$ ,

с)  $\psi(a) = \int \varphi(a + z) dP(z)$  дифференцируемо при  $0$ ,

$A = \int \varphi(z)\varphi^T(z) dP(z) > 0$ ,  $B = I/2 - \psi'(0)\nabla^2 J(c^*)$  – матрица Гурвица. Тогда  $c_n$ , заданный (3), асимптотически нормально распределен (4):

$$\sqrt{n}(c_n - c^*) \sim N(0, V), \quad (4)$$

где матрица  $V = V(P, \varphi)$  является решением матричного уравнения

$$BV + VB^T = -A. \quad (5)$$

Доказательство основано на теореме об асимптотической нормальности стохастической аппроксимации.

Например, для градиентного алгоритма

$$c_n = c_{n-1} - \frac{1}{n} y_{n-1} \quad (6)$$

имеется  $V = \gamma^2 \sigma^2 (2\gamma \nabla^2 J(c^*) - I)^{-1}$ , где  $E_{\xi\xi}^T = \int z z^T dP(z) = \sigma^2 I$ ,

$2\gamma \nabla^2 J(c^*) > I$  и для алгоритма, подобного Ньютону

$$c_n = c_{n-1} - \frac{1}{n} \nabla^2 J(c^*)^{-1} y_{n-1} \quad (7)$$

Здесь и далее мы пишем, является ли матрица положительно (неотрицательно) определенной.

Мы получаем  $V = \nabla^2 J(c^*)^{-1} E_{\xi\xi}^T \nabla^2 J(c^*)^{-1}$

### Оптимальные алгоритмы

Естественно принять  $V$  в качестве меры асимптотической точности оценок  $c_n$ , поскольку ковариационная матрица полностью описывает центрированное нормальное распределение.

Предположим, что существуют плотность  $P(z) = dP(z)/dz$  и информационная матрица Фишера  $J(p)$ , такая, что

$$0 < J(p) = \int \nabla \log p(z) \nabla^T \log p(z) p(z) dz < \infty. \quad (8)$$

Рассмотрим алгоритм (3) с заменой  $\varphi$  на

$$\varphi_0(z) = \nabla^2 J(c^*)^{-1} J(p)^{-1} \nabla \log p(z). \quad (9)$$

, т.е. алгоритм

$$c_n = c_{n-1} - \frac{1}{n} \nabla^2 J(c^*)^{-1} J(p)^{-1} \nabla \log p(y_{n-1}). \quad (10)$$

Теорема 3. Пусть выполняются все предположения теоремы 2 с  $\varphi = \varphi_0$  и условие

(7). Тогда для алгоритма (9) имеем  $\sqrt{n}(c_n - c^*) \sim N(0, V_0)$ , где

$$V_0 = V(\varphi_0) = \nabla^2 J(c^*)^{-1} J(p)^{-1} \nabla^2 J(c^*)^{-1}. \quad (11)$$

и для любой другой функции  $\varphi$ , удовлетворяющей условиям теоремы 2

$$V(\varphi) \geq V(\varphi_0). \quad (12)$$

Другими словами, алгоритм (9) является асимптотически оптимальным в классе алгоритмов (3). Следующий матричный аналог неравенства Коши-Шварца играет существенную роль в доказательстве теоремы 3 и некоторых дальнейших результатов.

Лемма. Пусть  $F(\tau)$ ,  $G(\tau)$  - матрицы  $n_1 \times m$  и  $n_2 \times m$  в зависимости от параметра  $\tau$ , который принадлежит пространству с мерой  $d\mu(z)$ . Затем

$$\int FF^T d\mu \geq \int FG^T d\mu (\int GG^T d\mu)^+ \int FG^T d\mu \quad (13)$$

Здесь  $A^T$  обозначает матрицу, транспонированную в  $A$ ,  $A^+$  - псевдоинверсию в  $A$ .

Доказательство. Представим  $A = \int FF^T d\mu$ ,  $B = \int FG^T d\mu$ ,  $C = \int GG^T d\mu$ ,  
 $D = \begin{pmatrix} A & B \\ B^T & C \end{pmatrix}$ .

Затем  $D = \int \begin{pmatrix} F \\ G \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F \\ G \end{pmatrix}^T d\mu \geq 0$ , но необходимое условие неотрицательной определенности блочной матрицы  $D$  имеет вид  $A - BC^+B^T \geq 0$ .

Из теоремы 3 следует, что если  $\xi$  имеет нормальное распределение  $N(0, D)$ , то линейный алгоритм (6) асимптотически оптимален. Для других распределений алгоритм (6) не является оптимальным, а функция  $\varphi_0(z)$  (8) нелинейна. Аналогичный результат был доказан Анбаром (1973) для одномерного случая. [2]

Пусть  $J(c)$  квадратично

$$J(c) = \frac{1}{2} (A(c - c^*), c - c^*), A > 0. \quad (14)$$

Потом  $y_n = A(c_n - c^*) + \xi_n$ ,  $z_n = b^* + \xi_n$ ,  $z_n = y_n - Ac_n$ ,  $b^* = -Ac^*$ .

Таким образом, задача преобразуется в оценку  $b^*$  при измерениях  $z_n$ , когда погрешности измерений не зависят от выбора точек  $c_n$ . В соответствии с неравенством Крамера-Рао получаем

$$nE(\hat{c}_n - c^*)(\hat{c}_n - c^*)^T \geq A^{-1}J(p)^{-1}A^{-1}. \quad (15)$$

для любой несмещенной оценки  $\hat{c}_n$ . Но для алгоритма (9) асимптотическая ковариационная матрица совпадает с правой частью неравенства (14). Таким образом, алгоритм (9) асимптотически оптимален для квадратичного  $J(c)$  не только в классе алгоритмов (3), но и в более широком классе несмещенных оценок.

### Надежные алгоритмы

Алгоритм (9) требует знания плотности распределения  $p(z)$  и может быть признан неоптимальным (и даже не сходящимся) при небольших отклонениях этой плотности от предполагаемой. В соответствии с идеологией устойчивой оценки предположим, что некоторый класс  $\mathcal{P}$  распределений известен и что реальное распределение  $p$  принадлежит  $\mathcal{P}$ .

Теорема 4. Предположим, что  $\mathcal{P}$  представляет собой выпуклый класс распределений с плотностью  $p$ , а  $J(p) < \infty$  для всех  $p \in \mathcal{P}$ . Предположим, что существует  $p^* \in \mathcal{P}$ .

$$0 < J(p^*) \leq J(p), p \in \mathcal{P}. \quad (16)$$

Представляется

$$\varphi^*(z) = \nabla^2 J(c^*)^{-1} J(p^*)^{-1} \nabla \log p^*(z). \quad (17)$$

Предположим, что условия теоремы 2 выполняются для пар  $\{p^*, \varphi^*\}$ ,  $\{p, \varphi^*\}$ ,  $\{p^*, \varphi\}$ ,  $p \in \mathcal{P}$  и  $V(p^*, \varphi^*)$ ,  $V(p, \varphi^*)$ ,  $V(p^*, \varphi)$  являются соответствующими асимптотическими ковариационными матрицами для алгоритма (3). Затем

$$V(p, \varphi^*) \leq V(p^*, \varphi^*) \leq V(p^*, \varphi). \quad (18)$$

Другими словами, чтобы найти оптимальный алгоритм, необходимо найти «наименее благоприятное» распределение  $p^* \in \mathcal{P}$  и взять соответствующую функцию  $\varphi^*$  в алгоритме (3).

Давайте представим решение для одного многомерного класса. Пусть

$$\mathcal{P} = \{p: \int zz^T p(z) dz \leq S\},$$

$S$  - некоторая заданная матрица. Используя лемму, можно показать, что  $p^*$  - это плотность нормального распределения  $N(0, S)$ . Таким образом, алгоритм (6) является оптимальным для  $\mathcal{P}$ . [3]

### Численные результаты

Численное исследование предложенных алгоритмов было проведено С.Криволапом. Первым примером была квадратичная задача (13) с распределением  $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 10 \end{pmatrix}$ ,  $N = 2$  и  $\xi$  обычно  $N(0, I)$ . Поведение величин  $J(c_n) - J(c^*)$  и  $\|c_n - c^*\|^2$ , усредненных для 10 реализаций алгоритма (6), показано на рис.1а-б. Это близко совпадает с асимптотическим теоретическим результатом для всех итераций. Последнее неверно, если  $J(c)$  неквадратично или  $\xi$  негауссово.

Случай шума, имеющего распределение Коши (т.е. компоненты  $\xi$  взаимно независимы с плотностью  $p(z) = 1/(\pi(1 + z^2))$ ). Оптимальный алгоритм (9) не сходится из-за его «плохого поведения» на начальных итерациях. Однако можно модифицировать алгоритм (путем конкретного выбора  $\mathcal{L}_n$ ) таким образом, чтобы он совпадал с (9) для  $n \rightarrow \infty$ , а  $\mathcal{L}_n$  был равен  $\mathcal{L}_0$  для начальных шагов. [4]

Аналогичная ситуация имеет место для  $J(c)$  неквадратичной:

$$J(c) = \begin{cases} c^2/2, |c| \leq 0.1, N = 1 \\ 0.1|c| - 0.005, |c| > 0.1, \xi \sim N(0,1) \end{cases}$$

Алгоритм (6) сходится медленно; другой выбор  $\mathcal{X}_n$  обеспечивает лучшую сходимость.

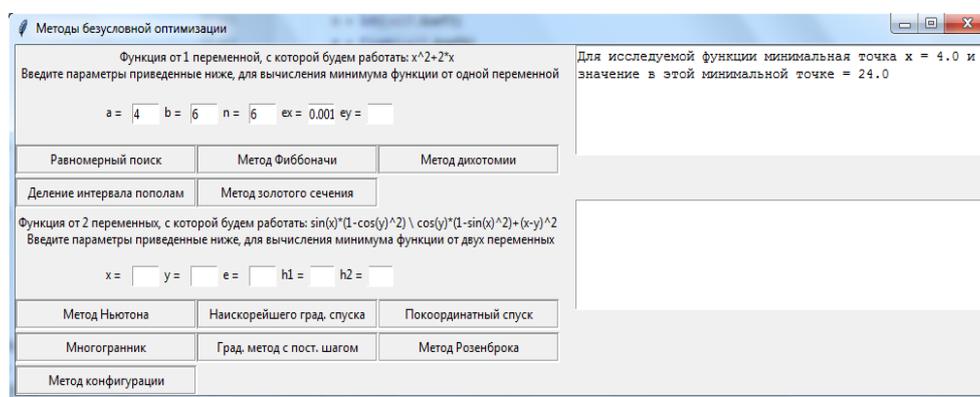


Рисунок 1 – Программная реализация

## Выводы

Численные результаты демонстрируют необходимость проявлять осторожность при использовании асимптотически оптимальных алгоритмов. Можно предложить некоторые эвристические правила для модификации алгоритмов на начальных итерациях.

Для применения оптимальных алгоритмов, если матрица  $\nabla^2 J(c^*)$  неизвестна, ее можно аппроксимировать, используя предыдущие градиенты:  $y_n - y_{n-1} \approx \nabla^2 J(c^*)(c_n - c_{n-1}) + \xi_n - \xi_{n-1}$ . Оценка  $\nabla^2 J(c^*)$  может быть произведена как в регрессионных задачах. В некоторых задачах доступной информацией являются значения функции, искаженные шумом. В этом случае следует применять алгоритмы поиска. Они могут рассматриваться в рамках одного и того же подхода.

## Литература

16. Андреева, Е.А. Вариационное исчисление и методы оптимизации. / Е.А. Андреева. – М.: Высшая школа, 2006. – 584 с.
17. Аттетков, А.В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. – М.: ИЦ РИОР, НИЦ Инфра-М, 2013. – 270 с.
18. Аттетков, А.В. Введение в методы оптимизации / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 272 с.
19. Аттетков, А.В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. – М.: Риор, 2016. – 48 с.

УДК 004.896

## СОЗДАНИЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ УЧАСТИЯ В СОРЕВНОВАНИИ «ЛАБИРИНТ»

**Тювикова И.М., Елисеев В.И.**

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: ilona.beautiful-flower@yandex.ru

### **Аннотация:**

*Тювикова И.М., Елисеев В.И. Создание программы для робота и реализация его функционирования. Проанализированы существующие модели роботов и возможные подходы к решению задачи по участию робота в соревновании «Лабиринт». Построена конструкция робота, пригодная для решения поставленной задачи. Определена среда, в которой будет разрабатываться алгоритм и сопровождаться программа для робота. Написана программа в среде NXT Programming для прохождения лабиринта.*

### **Annotation:**

*Tuvikova I.M., Eliseev V.I. Creation of a program for the robot and implementation of its functioning. The existing models of robots and possible approaches to solving the problem of participation of the robot in the competition "Labyrinth" are analyzed. The design of the robot suitable for solving the task was built. The environment in which the algorithm will be developed and the program for the robot will be accompanied is determined. A program was written in the NXT Programming environment for passing the maze.*

### **Общая постановка проблемы**

В настоящее время изучение робототехники начинается на основе конструкторов программируемых роботов, которые включают в свой состав все необходимые элементы для сборки различных моделей роботов. Интерес к роботам подкрепляется большим количеством соревнований. В мире робототехники существует целая система соревнований по робототехнике разного уровня. К классическим соревнованиям относятся: кегельринг, сумо, траектория, лабиринт и пр. Мы рассмотрим одну из соревновательных задач – «Лабиринт». Для участия в соревновании по прохождению лабиринта необходимо создать робота, который может быть построен из набора Lego NXT. В связи с этим возникает ряд задач, которые требуют решения.

Цель статьи – ознакомить с процессом создания робота для участия в соревнованиях по прохождению лабиринта.

### **Постановка задачи**

Выдвинутая цель требует решения следующих задач: 1) необходимость построить лабиринт с помощью подручных средств из типовых элементов; 2) разработка модели робота, который соответствует поставленной цели; 3) выбор среды программирования и поиск оптимального алгоритма работы робота.

### **Исследования**

Смысл соревнования «Лабиринт» состоит в том, что робот должен наиболее быстро добраться из зоны старта до зоны финиша по лабиринту. Одним из простых алгоритмов для прохождения лабиринта является правило «правой руки» или «левой руки». Отличие алгоритмов состоит в том, что в качестве опорной стены, по которой будет двигаться робот, выбирается одна из сторон. Мы будем описывать робота, действующего по правилу «правой руки».

Для создания лабиринта можно использовать материал ЛДСП. Поле имеет внутренние размеры 120×240 см и состоит из секций 30×30 см со стенкой и без стенки.

Высота стенки – 15 см, ширина – 16 мм. Цвет поля – белый, цвет старта – зеленый, финиша – красный. На рисунке 1 представлен пример лабиринта.

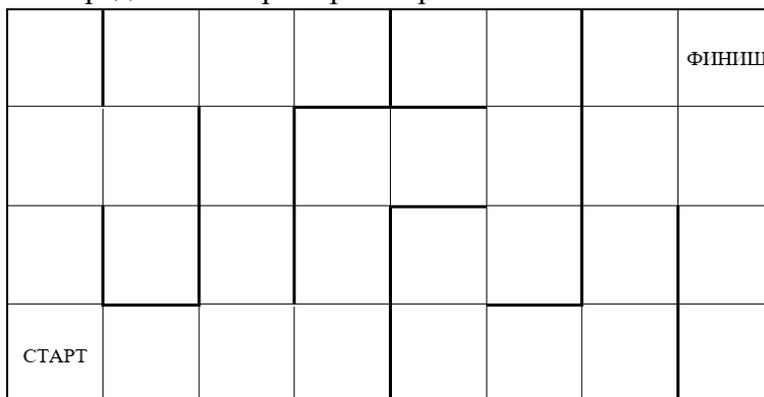


Рис. 1. Поле для соревнования «Лабиринт»

Максимальные размеры робота составляют 25x25x25 см. Перед началом соревнования робот помещается в зону старта и включается. После старта запрещаются действия, влияющие на работу робота на поле.

#### Алгоритм решения задачи

1. Робот начинает двигаться прямо.
2. Если справа свободно, робот поворачивает направо и проезжает вперед.
3. Если спереди обнаруживается стена, робот поворачивает налево.

Блок-схема алгоритма движения робота по правилу «правой руки» представлена на рисунке 2.

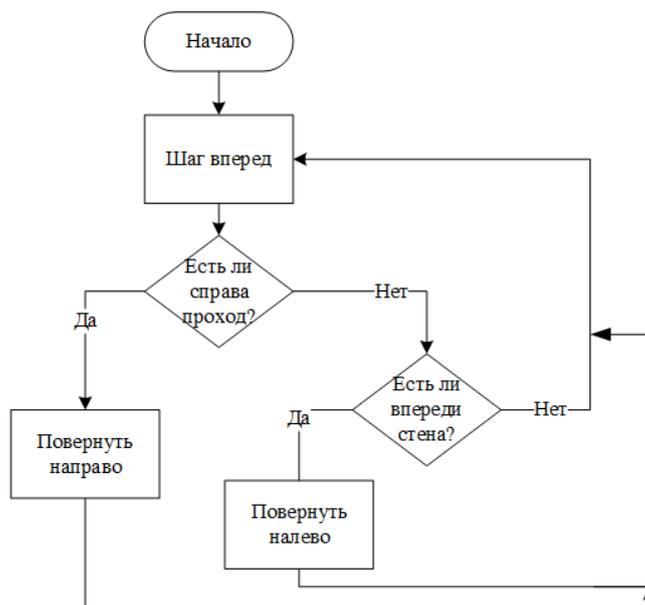


Рис. 2. Алгоритм движения робота по правилу «правой руки»

Таким образом, наш робот должен уметь:

1. Двигаться прямолинейно;
2. Вращаться на месте вокруг своей оси;
3. Обнаруживать препятствие в виде стены;
4. Обнаруживать секцию финиша.

#### Необходимые компоненты

С учетом всех требований, робот должен иметь следующую конструкцию:

1. Для реализации первых двух условий можно использовать робота, который имеет два мотора, собранного по стандартной инструкции для Lego Mindstorms.
2. Чтобы обнаружить препятствие будем использовать ультразвуковой датчик.
3. Для обнаружения секции финиша можно воспользоваться датчиком освещенности.

### **Программирование робота**

Для программирования роботов Lego Mindstorms NXT используются как графические, так и текстовые языки программирования. Базовым программным обеспечением робота Lego Mindstorms NXT является NXT Programming. Создание программы управления роботом при использовании NXT-G очень похоже на создание блок-схемы. Программа составляется с помощью имеющихся блоков и задает характеристики поведения робота.

Для движения робота используется блок Движение. Вращения робота вокруг своей оси происходят следующим образом: первый двигатель вращается в одну сторону, второй – в обратную. Чтобы обнаружить проход при повороте направо, считываются данные с ультразвукового датчика. Ультразвуковой датчик позволяет роботу видеть препятствия и определять расстояние. Работа датчика основана на принципе, аналогичном восприятию летучих мышей: расстояние измеряется путем расчета времени, в течение которого звуковая волна достигает предмета и возвращается. Важно правильно установить датчик расстояния, чтобы робот при повороте не задевал стенки лабиринта. После обнаружения прохода и поворота робот будет проезжать вперед. В случае, если робот сталкивается со стеной, происходит поворот налево.

Если во время движения робот находит секцию финиша красного цвета, движение прекращается. Для этого, во время движения происходит считывание данных с датчика освещенности. Если глаз человека видит разные цвета, то робот, через датчик освещенности с помощью измерения получает яркость в диапазоне от 0 (чёрный цвет) до 100 (белый цвет), хотя крайних значений на практике зафиксировать не удаётся.

### **Выводы**

Проанализированы существующие модели роботов и возможные подходы к решению задачи по участию в соревновании роботов «Лабиринт». Построена модель робота, отвечающая требованиям поставленной задачи. Разработан алгоритм движения робота в лабиринте и написана программа в среде NXT Programming.

### **Литература**

1. Пономарева Ю.С., Шемелова Т.В. Практикум по основам робототехники. Задачи для Lego indstorms nxt и ev3: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]// Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/54361.html>
2. Лабиринт [Электронный ресурс]// Altairobot.ru [сайт]. — Режим доступа: URL: <http://altairobot.ru/meropriyatiya/olimpiady/ochnye-olimpiady/vi-olimpiada/zadaniya-lego-mindstorms/zadanie-2>
3. Мультибот: Базовое транспортное средство [Электронный ресурс]//Prorobot.ru [сайт]. — Режим доступа: URL: [http://www.prorobot.ru/lego/multibot\\_transport.php](http://www.prorobot.ru/lego/multibot_transport.php)
4. Елисеев В.И., Левкина А.В. Конспект лекций по дисциплине «Информационные системы» программирование роботов Lego Mindstorms NXT 2:0 на языке NXT-G: для студентов направления подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление», всех форм обучения/ ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. искусственный интеллект и системный анализ/ сост.: В.И. Елисеев, А.В. Левкина. – Электрон. дан. (1 файл 7.46 Мб). - Донецк: ДОННТУ. 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. Экрана

УДК 004.891.2

## РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

**Таратута М.А., Орлов Ю.К.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта

E-mail: [yakov77irina@gmail.com](mailto:yakov77irina@gmail.com)

### **Аннотация:**

*Таратута М.А., Орлов Ю.К. Разработки программного приложения планирования производства. Изучено состояние вопроса планирования объемов выпуска с учетом сбыта продукции. Обоснована актуальность создания подсистемы планирования объемов выпуска. Разработан алгоритм программы для эффективного формирования плана производства.*

### **Annotation:**

*Taratuta M.A., Orlov Yu.K. Development of a production planning software application. We studied the state of the issue of planning production volumes taking into account the sale of products. The relevance of creating a volume planning subsystem is justified. A program algorithm has been developed for the effective formation of a production plan.*

### **Общая постановка проблемы**

Планирование – это упорядоченный, основанный на обработке информации процесс по разработке комплекса планов предприятия, что определяет показатели для достижения целей в будущем. Результатом планирования является система планов..

### **Исследования**

Важнейшими в системе планов, которые разрабатываются на предприятии, есть план производства продукции. Он должен быть сбалансированным, внутренне согласованным и взаимосвязанным с расходами, необходимыми для осуществления запланированных объемов работ. В целом он должен дать ответ на один из важнейших вопросов: как наилучше использовать имеющиеся в распоряжении предприятия ресурсы? [1].

На предприятии, процесс планирования реализуется в виде системы планов, на основе которой осуществляется организация запланированных работ, мотивация задействованного персонала, контроль результатов, их оценка с точки зрения плановых показателей, и т.п.

Центральными звеньями этой системы являются планы производства продукции. Они помогают ответить на вопрос: как наилучше использовать имеющиеся в распоряжении предприятия ресурсы?

В современных условиях планирования на промышленных предприятиях должно отвечать следующим требованиям:

Во-первых, планирование должно осуществляться максимально быстро и с минимальными расходами.

Во-вторых, должна быть предусмотрена возможность корректировки плана при изменении цен на ресурсы, используемые в процессе производства, цен на продукцию, технологии и т.д.

В-третьих, планы производства и реализации продукции должны быть взаимосвязанными со всеми расходами, которые необходимы для производства и реализации запланированных объемов продукции.

Перечисленные требования к планированию на промышленном предприятии, определили актуальность работы.

### **Описание планирования объемов производства как объекта исследования**

Методологическую основу планирования, что определяет требования к построению планов, составляют принципы, методы, объекты, задания и временные сроки планирования [2].

К основным принципам планирования на предприятии принадлежат: непрерывность, адаптивность, обоснованность, оптимум.

Непрерывность планирования заключается в сопряженности плановых показателей на разных стадиях планирования (при этом придерживаются связи прогнозирования, перспективного и текущего планирования) и во взаимосвязи и сопряженности плановых показателей по уровням иерархии и функциональных направлений деятельности предприятия.

Адаптивность, то есть гибкость, планирование предусматривает возможность оперативной корректировки показателей плана в связи с изменением конъюнктуры потребительского рынка, требований к качеству выпускаемой продукции, повышением технического уровня производства.

Обоснованность заключается в том, что планирование осуществляется на основе:

- а) информации о требованиях потребителей к техническому уровню и качеству выпускаемой продукции, уровню цен на эту продукцию и возможный объем поставок;
- б) нормативной базы планирования, необходимой для расчета потребности в ресурсах.

Оптимум планирования содержит в себе выбор наиболее целесообразного метода использования производственных ресурсов предприятия (трудовых, материальных, финансовых) путем обоснования наилучшего варианта плана производства с точки зрения принятого критерия (например, максимум прибыли, минимум расходов производства).

Для решения задания оптимизации плана необходимо изучить объект планирования, выявить имеющиеся ресурсы и факторы, которые влияют на развитие этого объекта, и установить критерий оптимизации. Потом формируется экономико-математическая модель объекта планирования, что включает в себя целевую функцию за принятым критерием оптимума и систему ограничений.

В условиях рынка предприятие может преследовать разные цели. Выбор их зависит от ситуации, что сложилась до этого времени на рынке и от состояния дел на самом предприятии. Как правило, руководство предприятия выбирает одну из следующих стратегий поведения:

- выживание в долгосрочном периоде (особенно в кризисной ситуации);
- завоевание большей части рынка или выход на новый рынок;
- максимизация прибыли.

Очевидно, что касательно к промышленному предприятию каждая из этих стратегий имеет в виду ведение производственной деятельности. Производство же, как известно, характеризуется целеустремленными расходами ресурсов для получения определенных результатов, причем понесенные расходы требуют постоянного сравнения при этом с производственными результатами, что достигнени на это время. Таким образом, прежде чем приступить к выпуску продукции нужно экономически обосновано рассчитать объемы выпуска по каждому виду продукции. Для этого нужен план, что позволил бы ответить на два вопроса:

1. Что и в каких объемах делать?
2. Сколько ресурсов и в каком количестве необходимо использовать в производственных процессах?

Предприятие должно разрабатывать только те программы, которые оно может действительно реализовать. Если устанавливать производственную программу выходя только из потребностей, она может оказаться необеспеченной возможностями производства, а, следовательно, нереальной. Если же ее устанавливать только за возможностями производства, могут оказаться неудовлетворенными какие-либо потребности.

При формировании ассортиментов и структуры выпуска продукции предприятие должно учитывать, с одной стороны, спрос на данные виды продукции, а из другой стороны – наиболее эффективно использовать трудовые, сырьевые, технические, технологические, финансовые и другие ресурсы, имеющиеся в его распоряжении.

Подсистема планирования объемов производства с учетом сбыта продукции предназначена для формирования оптимальной программы планов по выпуску продукции, с учетом продаж за предыдущие периоды. То есть, сформированный план должен приносить прибыль при каких-нибудь возможных вариантах спроса на продукцию.

С помощью этой подсистемы можно будет проверять корректность планов созданных с помощью других разных программ и дополнений; на основе этого плана можно будет принимать решение о корректировке некоторых показателей, ранее созданных планов. То есть этой подсистемой будет создан план, что, безусловно, принесет вам определенная средняя прибыль, убытки исключены.

Целью магистерской работы является создание подсистемы оптимального планирования объема выпуска продукции с учетом ее сбыта, причем план выпуска должен отвечать требованиям:

1. Оптимума, то есть он должен приносить прибыль при каких-нибудь вариантах спроса и разных условий окружающей среды;
2. Взаимувязка с расходами, необходимыми для производства и реализации запланированных объемов продукции;

Такое планирование должно осуществляться быстрее и более дешево, должна быть предусмотрена возможность быстрой корректировки плана, при изменении каких-либо составных расходов или результатов производства.

Исходя из поставленной цели, в работе решаются следующие основные задачи:

- определение функций планирования в современных условиях;
- рассмотрение требований, предлагаемых к планированию на промышленных предприятиях в современных условиях;
- обзор методов, применяемых на предприятиях для целей планирования; анализ существующих методов искусственного интеллекта, используемых для планирования;
- сравнение методов и выбор наилучшего, что позволяет получить оптимальный план с учетом сбыта продукции;
- построение математической модели планирования объемов производства продукции с учетом ее сбыта для предприятия;
- моделирование оптимальной производственной программы предприятия с учетом сбыта продукции;
- расчет средней величины прибыли при каком-нибудь варианте спроса.

#### **Разработка структуры подсистемы**

В данной работе разрабатывается подсистема планирования объемов выпуска с учетом сбыта продукции, что отличается от всех существующих тем, что она формирует план не для того чтобы полностью потратить все ресурсы, то есть не для оптимального их использования, а с целью формирования плана с учетом сбыта продукции за предыдущие периоды. То есть сформированный план должен приносить прибыль при каких-нибудь условиях внешней среды, то есть при каких-нибудь вариантах спроса на данный вид продукции будет получена гарантированная средняя прибыль.

Можно выделить основные задания, которые выполняет данная подсистема:

1. Регистрация и документирование данных о выпуске, сбыте продукции, об их ценах и т.д.;
2. Сохранение и поиск информации;
3. Решение задачи математическим методом оптимизации;
4. Справочное ознакомление с основными показателями;



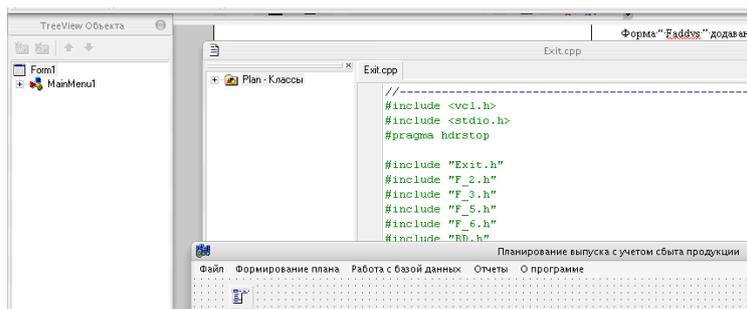


Рисунок 3.8 - Форма Form1, главная форма программы

## Выводы

Подводя итоги данной работы, можно отметить следующие ее результаты.

1. Изучено сформированное на сегодняшний день состояние вопроса планирования объемов выпуска с учетом сбыта продукции. Был проведен анализ существующих на сегодняшний день систем планирования объемов выпуска продукции и обоснована актуальность создания подсистемы планирования объемов выпуска с учетом сбыта продукции.

2. Проведено обзор и анализ существующих методов оптимизации задач линейного программирования, потому что поставленная задача планирования заключается в рамки линейного программирования.

3. Идеей работы является использование симплекс-метода линейного программирования и генетического алгоритма для планирования объемов выпуска с учетом сбыта продукции путем обоснованного выбора представления целевой функции и ограничений задачи, что отвечает поставленной цели магистерской работы.

4. Для реализации идеи и достижения цели работы поставлены и решены следующие задачи:

- проанализированы методические и теоретические материалы по планировании объемов выпуска продукции, а также возможные варианты спроса на продукцию;
- проанализировано математические методы и обосновано избранный метод для достижения поставленной цели магистерской работы;
- выполнена формализация задачи;
- разработан алгоритм программы, что эффективно формирует план для производства, а также четко решает задачу гарантированной средней прибыли.

## Литература

1. Организация системы планирования деятельности промышленного предприятия в условиях рыночных отношений. Боровков Евгения Вячеславович. Автореферат диссертации на соискание научной степени кандидата экономических наук / Способ доступа: URL: [http://www.nngasu.ru/bibl/avtoreferat/e\\_borovkov.pdf](http://www.nngasu.ru/bibl/avtoreferat/e_borovkov.pdf).

2. Маляренко, И. Планирование и оптимизация // Корпоративные системы. – 2006. – № 27. – С. 29-32.

3. Одинцова, Л.А. Планирование на предприятии: учеб. для студ. высш. учеб. заведений. / Л.А. Одинцова, – Г.: Издательский центр «Академия», 2007. - 272 с.

УДК 51-76

## ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЛОВЕСНОГО ОПИСАНИЯ СИМПТОМАТИКИ БОЛЕЗНЕЙ В ЧИСЛОВОЙ ВИД

**Кравцов Д.Г. Орлов Ю.К.**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта  
E-mail: [davidkravtsov8@gmail.com](mailto:davidkravtsov8@gmail.com)

### *Аннотация:*

*Кравцов Д.Г., Орлов Ю.К. Преобразования словесного описания симптоматики болезней в числовой вид. Рассмотрена симптоматика заболеваний на примере гриппа, ОРВИ и простуды и отображение симптоматики в табличном и графическом виде. Также рассмотрена частота разных симптомов в зависимости от болезней.*

### *Annotation:*

*Kravtsov D.G., Orlov Yu.K. Transformation of the verbal description of the symptoms of diseases into a numerical form. The symptoms of diseases are considered on the example of influenza, SARS and colds and the display of symptoms in tabular and graphical form. The frequency of different symptoms depending on the diseases is also considered.*

### **Общая постановка проблемы**

Симптомы заболеваний в разных материалах подаются в виде словесного описания, которое не подходит для работы в компьютерных информационных системах. Для корректного взаимодействия компьютера и словесного описания необходимо второе перевести в численный вид.

### **Исследование**

ОРВИ, или острые респираторные вирусные инфекции, представляют собой обширную группу острых инфекционных заболеваний, которые вызывают вирусы, поражающие слизистую оболочку дыхательных путей. Основные симптомы респираторных инфекций – насморк, боль в горле и кашель – обусловлены воспалительными процессами в верхних и нижних дыхательных путях. Заболевания также сопровождаются подъемом температуры тела, интоксикацией и слабостью, иногда тошнотой и рвотой. Одним вирусным инфекциям свойственна сезонность, заболеваемость другими равномерно распределена в течение года.

Простуда – клинический синдром острого воспаления верхних дыхательных путей, затрагивающего преимущественно нос и возникающего из-за неспецифической острой респираторной инфекции. Простуда является традиционным термином для обозначения лёгких случаев заболевания верхних дыхательных путей.

Симптомы простудных заболеваний, включают:

- высокую температуру;
- кашель;
- боли в горле;
- насморк заложенность носа;
- ломота в теле, головная боль;
- озноб, слабость.

Грипп – это инфекционное заболевание, заболеть которым может любой человек. Возбудителем гриппа является вирус, который от инфицированных людей попадает в носоглотку окружающих.

Грипп и другие сезонные вирусные инфекции часто имеют схожие симптомы:

- насморк или ощущение «заложенности» носа;
- краснота, жжение в глазах, слезотечение;
- першение и боль в горле;
- сухой кашель.

Симптомы гриппа, нехарактерные для острой респираторной вирусной инфекции:

- стремительное начало.
- высокая температура (более 38,5).
- холодный пот, озноб.
- сильная головная боль, светобоязнь.
- ноющие суставы (ломота), боль в мышцах.

Изучив статистику симптоматики этих заболеваний можно выразить основные симптомы в табличном виде (см. таб. 1).

Таблица 1 – словарная симптоматика.

<b>Симптомы</b>	<b>Грипп</b>	<b>Простуда</b>	<b>ОРВИ</b>
Начало симптомов	Внезапное	Постепенное	Быстрое
Высокая температура тела	Обычно(>38,5)	Изредка(>38,5)	Изредка(>38,5)
Головная боль	Обычно	Незначительно	Редко
Лихорадка	Довольно часто	Обычно не бывает	Обычно не бывает
Усталость, слабость	Обычно	Иногда	Редко
Чихание	Иногда	Обычно	Обычно
Заложенность носа	Иногда	Обычно	Обычно
Боль в горле	Иногда	Обычно	Обычно
Кашель	Обычно	Иногда	Обычно

После преобразования значений таблицы 1 в числовой вид получаются таблица 2.

Таблица 2 – числовая симптоматика.

<b>Симптомы</b>	<b>Грипп</b>	<b>Простуда</b>	<b>ОРВИ</b>
Начало симптомов	Внезапное	Постепенное	Быстрое
Высокая температура тела	0,8	0,25	0,25
Головная боль	0,8	0,1	0,15
Лихорадка	0,9	0,2	0,2
Усталость, слабость	0,8	0,35	0,15
Чихание	0,35	0,8	0,8
Заложенность носа	0,35	0,8	0,8
Боль в горле	0,35	0,8	0,8
Кашель	0,8	0,35	0,8

Отобразив числовые значения на графике можно увидеть, что разница между простудой и ОРВИ есть, такая как кашель. У ОРВИ кашель является частым симптомом, а у простуды кашель не столь частый симптом. Также график показывает наглядную разницу между общей симптоматикой ОРВИ, простуды и гриппом.

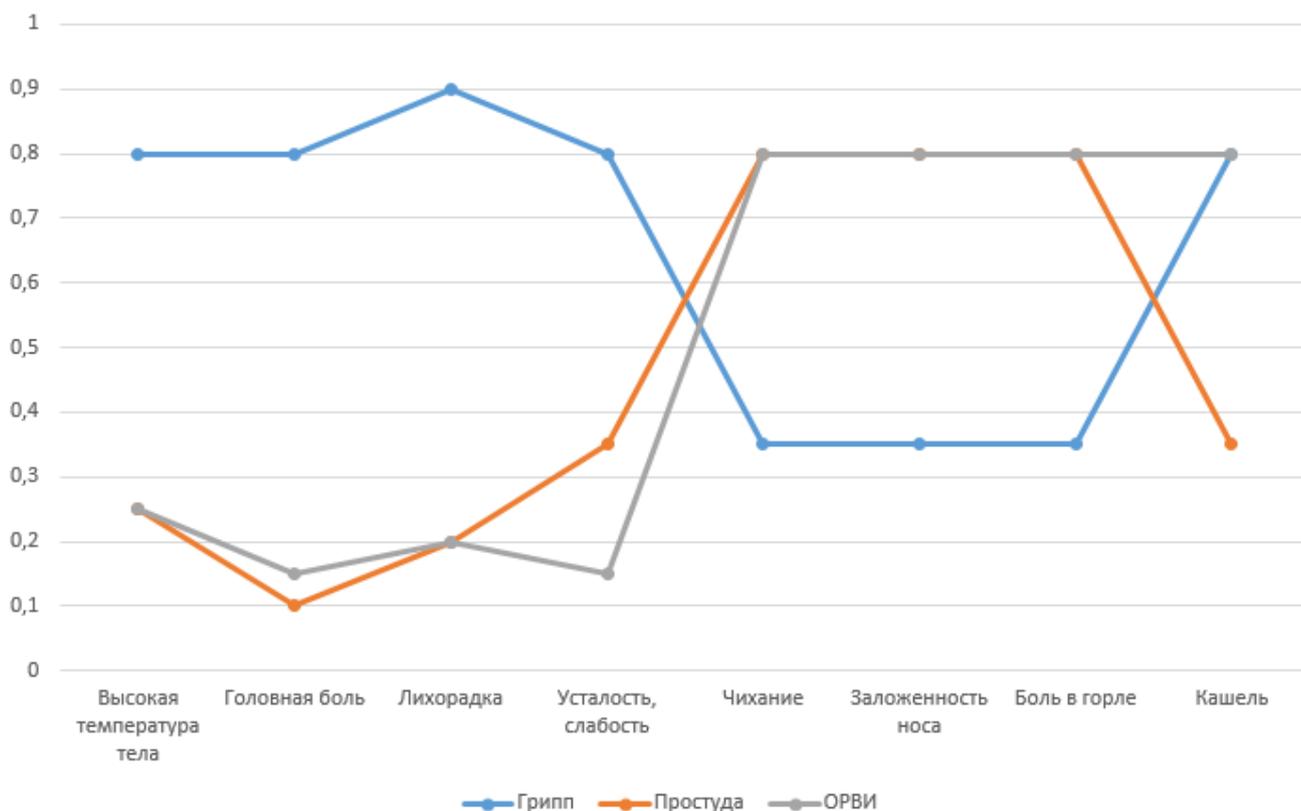


Рисунок 1 – график общей симптоматики заболеваний

### Выводы

В данной статье описан пример конвертации симптоматики общего вида из словестного представления в числовой вид для корректной работы в информационных системах.

На графе также можно увидеть наглядную разницу у симптомов гриппа, ОРВИ и простуды.

### Литература

1. Пакори, Марко Тайный язык симптомов. Как распознать SOS-сигналы своего тела / М. Пакори. – Москва: Наука, 2019. – 244 с.
2. Савченко Л.М. Универсальный медицинский справочник. Все болезни от А до Я / Л.М. Савченко. – СПб, 2009. – 205 с.
3. Щелканов М.Ю. Грипп: история, клиника, патогенез. Лечащий врач / М.Ю. Щелканов, Л.В. Колобухина, Д.К. Львов. – Киев, Наука 2011. – 100 с.
4. Васильева, Александра Грипп, ОРВИ и другие простудные заболевания / Александра Васильева. – М.: Невский проспект, 2004. – 160 с.
5. Орлова Н.В. Острые респираторные заболевания: особенности течения, медикаментозная терапия / Н.В. Орлова, Т.Г. Суранова, – Москва: Медицинский совет, 2018. – 160 с.

Научное издание

**ИНФОРМАТИКА, УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ,  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
(ИУСМКМ-2022)**

Материалы XIII Международной научно-технической конференции в  
рамках  
VIII Международного Научного форума  
Донецкой Народной Республики

25-26 мая 2022 г.

**Редактор: Р. В. Мальчева**

**Дизайн и верстка: М. П. Руденко**

**А.А. Бабакина**

**Д.А. Логвиненко**

Web-сайт конференции: <http://www.iuskm.donntu.ru>