



ИНСТИТУТ
МАТЕМАТИКИ
МЕХАНИКИ
КОМПЬЮТЕРНЫХ
НАУК

имени И.И. Воровича —

XXXII НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**СОВРЕМЕННЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
ТЕНДЕНЦИИ И
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Материалы конференции

17 – 19 апреля 2025 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования**

«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики, механики и компьютерных наук им. И. И. Воровича



Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития

**Материалы
XXXII научной конференции
(Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону, 17 – 19 апреля 2025 г.)**

Ростов-на-Дону – Таганрог

Издательство Южного федерального университета

2025

УДК 004(063)
ББК 32.97я43
С568

Редакционная коллегия:

Г. В. Муратова, Е. Е. Блинова, Я. М. Демяненко,
В. В. Махно, В. А. Нестеренко, А. Н. Соловьев,
М. А. Сумбатян, В. Ю. Тополов

С568 Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития [Электронный ресурс] : Материалы XXXII научной конференции (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 17 – 19 апреля 2025 г.) – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2025. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 15,5 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Системные требования: процессор с тактовой частотой 1,5 ГГц и выше, 2 Гб оперативной памяти, Windows 7 SP1/8, 8.1/10 (32- и 64-разрядные версии), Windows 11 (64-разрядная версия), Acrobat Reader, привод DVD-ROM. – Загл. с экрана. – 535 с.
ISBN 978-5-9275-4918-4

В сборнике представлены доклады участников научной конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития» (Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, 17 – 19 апреля 2025 г.).

Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-9275-4918-4

УДК 004(063)
ББК 32.97я43

© Южный федеральный университет, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ЮФУ В ЛИЦАХ Муратова Г. В.	14
ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ГЕНЕРАЦИИ ДЛЯ СРЕДЫ MOODLE НАБОРОВ ТЕСТОВ, СВЯЗАННЫХ С ЧИСЛЕННЫМИ РАСЧЕТАМИ Абрамян М. Э.	19
ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РАЗРАБОТКЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КИТАЙСКОЙ ЛЕКСИКИ Абрамян М. Э., Овсянников К. Д.	22
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАДАЧНИКА PROGRAMMING TASKBOOK, СВЯЗАННЫЕ С АНАЛИЗОМ ДАННЫХ: ПОДДЕРЖКА ЯЗЫКА R И МОДУЛЕЙ NUMPY И PANDAS ЯЗЫКА PYTHON Абрамян М. Э., Ляо Ханьюй (廖晗玉)	24
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОНСТРУКТОР ДЛЯ БЫСТРОЙ РАЗРАБОТКИ ЗАДАНИЙ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ Абрамян М. Э., Чумаков В. В.	27
НЕКОТОРЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УСКОРЕНИЮ УНИВЕРСАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ДЕКОДИРОВАНИЯ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ СОВОКУПНОСТЯМ Айдаркин Е. Е., Могилевская Н. С.	31
ТЕХНОЛОГИИ СМЕШАННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ВСТРАИВАНИЯ 3D ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ СЦЕНЫ Айдинян Л. А., Демяненко Я. М.	34
РАЗРАБОТКА ИГРЫ В ЖАНРЕ ЭКШЕН-АДВЕНЧУРЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ СЛЭШЕРА В РАМКАХ ДВИЖКА UNITY Алёхов А. Г., Козловский А. А., Колесникова Е. А., Сушко А. Н., Селина М. К., Таилова Н. Г.	37
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ТРЕНАЖЕРОВ Афанасьев В. А., Тясто С. А.	40
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ИГРОВОЙ КОНФИГУРАЦИИ НА ПРИМЕРЕ КОЛОДОСТРОИТЕЛЬНОГО РОГАЛИКА Безуглов Р. А.	42
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ИНФОРМАТИКИ Блинова Е. Е., Ищенко П. А.	45
МЕСТО НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ В ШКОЛЬНЫХ КУРСАХ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ Блинова Е. Е., Полупанова И. И.	50
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ КОПИИ ЧЕЛОВЕКА В ВИДЕ ЧАТБОТА Бобровский Д. В.	54
СТРУКТУРИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ О РАБОТЕ С POWER BI Бобровский П. В.	58

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ С МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ НА ПРИМЕРЕ РЕДАКТОРА КАРТОЧЕК Богословский Н. П.	62
«МАСТЕРСКАЯ» ПО ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЕ В ГОДОВОМ КУРСЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ НА ХИМИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ УНИВЕРСИТЕТА (ЮФУ) Боев Н. В.	64
ФОКУСИРОВКА ВОЛН ВНУТРИ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ОТРАЖАТЕЛЯ Боев Н. В., Сумбатян М. А., Харитонов В. С.	68
МОДИФИКАЦИЯ КУРСА МАТЕМАТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ИТ-НАПРАВЛЕНИЙ Бугаева И. А.	73
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ СТАРШЕКЛАССНИКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ Букреева Е. А.	75
АРХИТЕКТУРА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЕ Бурым В. Г.	77
МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ Буталова Ю. А.	79
ОЦЕНКА РОЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ГЕНЕТИКИ В ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ Бутенко Е. В., Романова О. В., Деревянчук Е. Г., Усатов А. В.	81
РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННОГО ТРАССИРОВЩИКА ЛУЧЕЙ: АДАПТАЦИЯ КОДА ДЛЯ CPU И GPU Вавилкин М. А., Демяненко Я. М.	85
РАЗРАБОТКА МЕХАНИК ДЛЯ ГОЛОВОЛОМКИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЕ Виниченко А. В.	88
ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ СВЧ ДИАПАЗОНА Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П.	89
КОНЦЕПЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХСКОРОСТНЫХ И СВЕРХБЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ МИКРОСХЕМ ИНЖЕНЕРНЫМ СПОСОБОМ Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П.	93
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОННЫМИ ТАБЛИЦАМИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЕГЭ ПО ИНФОРМАТИКЕ Воронцова М. И., Майер С. Ф.	97
ВЛИЯНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ДИСЛОКАЦИЙ НА КРУЧЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЫ С ВНУТРЕННИМ ДАВЛЕНИЕМ Гайбарян С. А., Зубов Л. М.	102
ПОДХОДЫ И ПРОБЛЕМЫ 2D И 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ФОРМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ Гармашов С. И.	106
GOOGLE COLAB КАК СРЕДСТВО ИЗУЧЕНИЯ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ Генералова А. А., Карякин М. И.	112

ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СФЕРЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	116
Гинис Л. А., Капустянская Л. Р.	
АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ РЕШЕНИЙ НА ДАТАСЕТЕ AVA ДЛЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ ЧЕЛОВЕКА	120
Гладкова К. Н., Демяненко Я. М.	
КЛАСТЕРИЗАЦИЯ СОСТОЯНИЙ МОЛЕКУЛ ДЛЯ АНАЛИЗА И ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТОДАМИ IN SILICO (НА ПРИМЕРЕ МУТАНТОВ БЕЛКА CRISPR/CAS)	124
Горносталя А. А., Юрушкин М. В., Бачурин С. С.	
ГЕНЕРАЦИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕМОВ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С РЕГУЛЯРНОЙ СТРУКТУРОЙ	128
Горшков С. А., Фоменко Е. И.	
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА FIGMA В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО И ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	132
Губанова Э. М., Кузнецова Е. М.	
ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ФОРМ И МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ПРЕПОДАВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА)	134
Гудзенко Е. О.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ НОВОСТЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ КУРСА АКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТОВ	138
Гурин И. С., Лошкарёв И. В.	
ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК МОСТ МЕЖДУ УНИВЕРСИТЕТОМ И IT-ИНДУСТРИЕЙ: ОПЫТ МАГИСТРАТУРЫ ИММИКН ЮФУ ИМ. И. И. ВОРОВИЧА	142
Демяненко Я. М., Лошкарёв И. В., Оганесян П. А.	
ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРОВ ФИИТ: 7 ЛЕТ ОПЫТА И ДОСТИЖЕНИЙ	145
Демяненко Я. М., Оганесян П. А.	
ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕНЕТИКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВУЗАХ МИРА	148
Деревянчук Е. Г., Бутенко Е. В., Усатов А. В.	
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ТЕМЕ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ	150
Донец И. В., Цветковская С. М.	
РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА «КОНСТРУКТОР КОМАНД» ДЛЯ УЧЕБНОГО КУРСА ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	153
Доц Е. А., Иванов В. О., Лошкарёв И. В., Пономарев Д. Р., Терещенко О. В.	
ВАЛИДАЦИЯ ЛЕГКОВЕСНЫХ ГРАММАТИК ЯЗЫКА GO	156
Дроздов Д. С., Михалкович С. С.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ LO BASE ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ РАБОТЕ С БАЗАМИ ДАННЫХ В ПРОФИЛЬНЫХ КЛАССАХ	161
Дуброва К. А., Кувшинова Е. Н.	

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛИ ВЫСОКОЭЛАСТИЧНОГО МАТЕРИАЛА Егорова С. А., Карякин М. И.	166
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ САМООБУЧЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ Ермолаев Д. А., Демяненко Я. М.	170
АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДХОДА «ZERO-CODING» В ОБУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАНИЮ В ШКОЛЕ Ёлшина Е. Б.	174
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ПРИ ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ ЛИЧНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Жердева К. Р.	178
ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ С ЛЕНТОЧНО-ДИАГОНАЛЬНОЙ МАТРИЦЕЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ АЛГОРИТМАМИ Жилин В. А., Штейнберг Б. Я.	183
МЕТОД ГРАНИЧНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ОБТЕКАНИИ КРУГОВОГО ЦИЛИНДРА ПОТОКОМ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ Закарян Р. М.	188
РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ VFX-КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ WEB-ИГР Заломнова Е. В.	192
ПОСТРОЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ НЕКОТОРЫХ АЛГОРИТМОВ СВЕРТОК Захаренко А. А.	195
РАЗНООБРАЗИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ «ХИЩНИК-ЖЕРТВА» Зеленчук П. А., Цибулин В. Г.	197
РАЗРАБОТКА ADVENTURE ИГРЫ НА ПЛАТФОРМЕ UNITY 3D Зиннатуллин К. С.	201
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИОННОГО ЛАЗЕРА НА СМЕСИ ПАРОВ ЗОЛОТА С ГЕЛИЕМ И НЕОНОМ Иванов И. Г.	203
СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ СЦЕН НА ОСНОВЕ ГАУССИАН ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ UNITY Игнатенко И. Д.	205
ТРЕХМЕРНЫЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ТОНКОЙ ЛОПАСТИ Казаков Е. А., Бондарчук А. А.	208
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АППЛЕТОВ GEOGEBRA ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ФИЗИКА Какурин Ю. Б., Какурина Н. А.	212
СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ LLM ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ NL2SQL Кириченко А. О., Адигеев М. Г.	214
ВЛИЯНИЕ ИНТЕРПОЛЯЦИИ СКРЫТЫХ ПРИЗНАКОВ UNET-ПОДОБНЫХ АРХТЕКТУР НА ТОЧНОСТЬ ПОДАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОГО ШУМА Коваленко А. С.	216

РОЛЬ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ХОДЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В РАМКАХ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА» Колпачева О. В., Колпачев А. Б., Тополов В. Ю.	218
ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА» В УНИВЕРСИТЕТЕ Колпачева О. В., Колпачев А. Б., Тополов В. Ю.	222
СИСТЕМА АКТУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕРАКТИВНОМ РАСПИСАНИИ Костенко М. С., Чердынцева М. И.	226
ТЕХНОЛОГИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ МАСТЕРСКОЙ В КУРСЕ ТЕОРИИ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО Костецкая Г. С., Пичугина О. А.	228
РАЗНОСТНАЯ СХЕМА ДЛЯ РАСЧЕТА КОНВЕКЦИИ В ВЕРТИКАЛЬНОМ ПОРИСТОМ ЦИЛИНДРЕ Коханов П. В.	232
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОДНОВРЕМЕННОГО РЕДАКТИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ Кроль О. В.	237
СПАЙКОВЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНЫ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЦИОНА Крупнов Л. М.	239
РАЗРАБОТКА ПРАВИЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ИИ ПРИ НАПИСАНИИ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ Крылов В. В., Михалкович С. С.	241
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧИ О ПЕРЕГОВОРАХ В КУРСЕ ПО ТЕОРИИ ИГР Кубанцев Д. Г., Усов А. Б.	246
ИСКУССТВО ПРОМТИНГА ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ: РАСКРЫВАЕМ ПОТЕНЦИАЛ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА Кузнецова Е. М.	248
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ГЕОИНСТРУМЕНТА ДЛЯ АНАЛИЗА РЫНКА ЖИЛЬЯ Курдяев А. О.	251
ИНСТРУМЕНТЫ ПОДГОТОВКИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАДАНИЯМ ОГЭ ПО ИНФОРМАТИКЕ: ОСОБЕННОСТИ СКРИНКАСТА Кушкова В. А., Шабас И. Н.	256
РЕАЛИЗАЦИИ АБСТРАКТНОЙ СЕТКИ ДЛЯ ДЕФОРМАЦИИ 3D ОБЪЕКТА НА ИГРОВОМ ДВИЖКЕ UNREAL ENGINE Лаврухин Е. А.	260
МЕТОД КАРТ КАРНО КАК СРЕДСТВО УПРОЩЕНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ВЫРАЖЕНИЙ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ В 10 КЛАССАХ УГЛУБЛЕННОГО УРОВНЯ Лебедев М. А.	263
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ РАБОТЕ СО СТУДЕНТАМИ Литвиненко А. Н.	268
ОРКЕСТРАЦИЯ ПРИ ПОМОЩИ БОЛЬШОЙ ЯЗЫКОВОЙ МОДЕЛИ Литвиненко М. М.	273

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ PASCALABC.NET В ПОДГОТОВКЕ ЕГЭ ПО ИНФОРМАТИКЕ Майер С. Ф., Мордюкова А. В.	275
ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕК PYTHON В ШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ УГЛУБЛЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКИ Майер С. Ф., Цыгикало С. С.	280
МЕТОДЫ СОПРЯЖЁННЫХ ГРАДИЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОБОБЩЁННОЙ ЗАДАЧИ НА СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ Мартынова Т. С., Муратова Г. В., Оганесян П. А., Игнатенко И. Д.	284
АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА Матющенко И. И., Климина Т. С., Крукиер Б. Л.	289
ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА Махно А. С.	293
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ Махно В. В.	296
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИК ПОСТРОЕНИЯ ГОЛОВОЛОМОК В ГЕНЕРАЦИИ УРОВНЯ Мельников В. К.	300
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ PASCALABC.NET Михалкович С. С.	302
КЛАССИФИКАЦИЯ МИКРОВЫРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА С УЧЁТОМ ГЕНДЕРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ Мишин Н. А.	307
ГРАФИКА В ОБУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАНИЮ Нарыжная В. М.	310
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ: РАЗРАБОТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ Наседкин А. В.	312
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СОСТАВНЫХ ПОРИСТОУПРУГИХ ТЕЛ В РАМКАХ МИКРО-ДИЛАТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ Нестеров С. А.	316
ИГРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ: ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ Николаева С. П.	319
ОБРАЗОВАНИЕ КАВЕРНЫ С НЕПОДВИЖНЫМИ ТОЧКАМИ ОТРЫВА НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ПЛАВАЮЩЕГО ПРЯМОУГОЛЬНОГО ЦИЛИНДРА Норкин М. В.	321
МАСТЕРСКИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРЕПОДАВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН В ВУЗЕ Носова В. О., Вечканов Е. М., Плотников А. А.	325

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ: «ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНИКИ»	
Овсебян Н. К.	326
КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	
Орехова Д. А.	328
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ИНТЕРФЕЙСОВ ПРИЛОЖЕНИЙ НА БАЗЕ СПЕЦИФИКАЦИЙ OPENAPI	
Очеретов И. А.	333
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ РОБОТОТЕХНИКЕ ШКОЛЬНИКОВ В РАМКАХ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА УРОВНЕ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	
Панова А. О.	335
ПРОЦЕДУРНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ КАРТЫ БИОМОВ ДЛЯ ИГРЫ С ОТКРЫТЫМ МИРОМ	
Петросян А. В.	338
ИЗУЧЕНИЕ ИЗБРАННЫХ РАЗДЕЛОВ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ В ФОРМЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ МАСТЕРСКОЙ	
Пичугина О. А., Костецкая Г. С.	341
ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ НА ЭТАПАХ ДОШКОЛЬНОГО И НАЧАЛЬНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В РАМКАХ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ	
Подборная С. О., Евланова А. Г.	344
ЭФФЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КЛИЕНТСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ДАННЫХ	
Проскуряков А. А.	349
РОССИЙСКАЯ ПЛАТФОРМА ENGEE КАК АЛЬТЕРНАТИВА МАТЛАВ	
Пустовалова О. Г.	352
ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Пучкова Т. В.	355
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ	
Раевская С. И.	359
АРХИТЕКТУРА МАСШТАБИРУЕМОГО ВЕБ-СЕРВИСА: ИНТЕГРАЦИЯ DJANGO, REACT И POSTGRESQL	
Рой А. С.	362
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕНТАГОНАЛЬНОЙ УПАКОВКИ ПЕНРОУЗА В ПРИБЛИЖЕНИИ РЕШЕТОЧНОГО ГАЗА	
Рошаль А. С., Рошаль С. Б.	366
СТРУКТУРНЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ В ВИРУСНЫХ ОБОЛОЧКАХ	
Рошаль Д. С., Коневцова О. В., Рошаль С. Б., Подгорник Р.	369
ОБ ОЦЕНКАХ ФУНКЦИЙ В НОРМАХ ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТОЧЕК СИНГУЛЯРНОСТИ	
Рукавишников В. А., Булгаков Д. С., Рукавишникова Е. И.	372

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ КРИТИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В УГЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ТРУБОПРОВОДОВ	376
Рукавишников В. А., Ткаченко О. П., Цай В. С.	
ПОСТРОЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА РЕШЕНИЯ БИГАРМОНИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ В НЕВЫПУКЛОЙ ОБЛАСТИ	380
Рукавишников В. А., Юров Я. В., Рукавишников А. В.	
РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ДВИЖКА ДЛЯ ДВУХМЕРНЫХ ВИДЕОИГР	385
Рябцев М. С.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ОКСИДА МЕДИ И ОКСИДА ЦИНКА	387
Саенко А. В., Фильжак В. Н., Шиховцов И. А., Смирнов В. А.	
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧИТЕЛЯ	390
Салмашова А. А., Кузнецова Е. М.	
СРАВНЕНИЕ ТЕОРИИ И ЭКСПЕРИМЕНТА В АЭРОДИНАМИКЕ ТОНКОЙ ПЛАСТИНКИ С ВИНГЛЕТАМИ	393
Самсонов И. К.	
РЕАЛИЗАЦИЯ НАБОРА ШЕЙДЕРОВ ДЛЯ ИГРОВЫХ ПРОЕКТОВ ДЛЯ ДВИЖКА UNITY	397
Селина М. К., Демяненко Я. М.	
ДИСКРЕТИЗАЦИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ КОНВЕКЦИИ НА ОСНОВЕ КОМПАКТНОЙ РАЗНОСТНОЙ СХЕМЫ	401
Селищев А. А.	
ПРОЦЕДУРНАЯ АНИМАЦИЯ В ИГРОВЫХ ДВИЖКАХ	406
Сеничев Л. М.	
МОДИФИКАЦИЯ БИБЛИОТЕКИ DAFNA ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ НУКЛЕОТИДНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ РЕАЛЬНЫХ ОЛИГОНУКЛЕОТИДОВ-ТРАНСФОРМЕРОВ	407
Слынько И. А., Юрушкин М. В., Бачурин С. С.	
ПРОБЛЕМЫ СТРУКТУРИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАТОВ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ	411
Смагличенко А. В., Смагличенко Т. А.	
ДВУХ ГРАДИЕНТНАЯ МИНИМАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ КАК ПРОДВИЖЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	417
Смагличенко Т. А., Смагличенко А. В., Саянкина М. К.	
ВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ ТЕКСТА ДАТЫ ИСПОЛНЕНИЯ ДОКУМЕНТА МЕТОДАМИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	421
Сударкина Д. А.	
МЕТОД ГРАНИЧНЫХ УРАВНЕНИЙ В ПРОБЛЕМЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ ДЛЯ МНОГОУГОЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ	422
Сумбатян М. А., Титаренко Е. А.	
О ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ МНОГОСЛОЙНЫМИ УПРУГО-АКУСТИЧЕСКИМИ СТРУКТУРАМИ, ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ	426
Сумбатян М. А., Черникова М. В.	

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИГРЫ С ПРОЦЕДУРНО-ГЕНЕРИРУЕМЫМ МИРОМ Таилова Н. Г.	430
ВЕБ-СЕРВИС ДЛЯ НАВИГАЦИИ ПО КОРПУСАМ ЮФУ Тараненко А. М.	433
ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ КРАФТА В ВИДЕОИГРУ НА ПЛАТФОРМЕ UNITY Тарасов С. С.	434
ЧАТ-БОТ КАК ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРЕПОДАВАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ Тимофеев Ю. В., Тихонов А. В., Романчук Р. В., Синявская В. С., Климович К. Г.	436
РАЗРАБОТКА И ТЕСТИРОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ, МОДЕЛИРУЮЩЕЙ МИГРАЦИЮ ТРЕХМЕРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ Тонконогов Н. И., Гармашов С. И.	439
МЕТОДИЧЕСКИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ОНЛАЙН-КУРСА «ФИЗИКА СГНЕТО- И ПЬЕЗОЭЛЕКТРИКОВ» ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ Тополов В. Ю.	443
ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕССВИНЦОВЫХ СГНЕТО- И ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ Тополов В. Ю.	446
РАЗВИТИЕ ГЕНЕТИКИ И БИОТЕХНОЛОГИИ В ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ Усатов А. В., Бутенко Е. В., Деревянчук Е. Г.	450
МУЛЬТИМЕДИА ПРЕЗЕНТАЦИЯ КАК МЕТОД ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ Файн М. Б., Файн Е. Я., Мухаммедов В., Файн Е. Е.	452
МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ ЮФУ Файн М. Б., Файн Е. Я., Файн Е. Е.	456
РАЗНОМАСШТАБНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЕМОНИСТРИРУЮТ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ Федоренко К. К., Рошаль Д. С., Рошаль С. Б., Багдигян С.	460
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ РАБОТЕ С БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ В ФОРМАТЕ ДАТА-ЭКСПЕДИЦИЯ Фидрик Ю. П., Блинова Е. Е.	463
ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПОЛОГИИ БИМОРФА С УЧЕТОМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ Фоменко Е. И., Оганесян П. А.	468
РЕАЛИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ RESIZE НА ТЕНЗОРНЫХ ПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЁРТОК Хачумов О. А., Демяненко Я. М.	471
ОБНАРУЖЕНИЕ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТОВОЙ МОДЕЛИ YOLO11 Хоружая В. В.	475
ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН Цветянский А. Л., Монастырский Л. М.	477

ПРЕИМУЩЕСТВА ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАТИКИ В РАЗЛИЧНЫЕ ШКОЛЬНЫЕ ПРЕДМЕТЫ Чаплыгина Л. Ю.	479
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНЫХ СРЕД РЕКОМБИНАЦИОННЫХ ЛАЗЕРОВ Чеботарев Г. Д.	482
ЧИСЛЕННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРА НА САМООГРАНИЧЕННЫХ ПЕРЕХОДАХ ИОНА СТРОНЦИЯ Чеботарев Г. Д., Егиазарян К. А.	484
ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ АЛГОРИТМАМИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ Ченцов А. С., Демяненко Я. М.	486
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ТРАССИРОВКИ ПУТИ Череватов М. В., Демяненко Я. М.	488
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСКОЛЬКИХ УСТРОЙСТВ В ОДНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ Черноусова А. А.	492
ПРОБЛЕМАТИКА ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ИНФОРМАТИКЕ В ШКОЛЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА Чудскаева А. И.	493
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НЕСТРУКТУРИРОВАННОГО ТЕКСТА В SQL-ЗАПРОСЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LLM Шевченко А. Е., Юрушкин М. В.	497
НЕЙРОСЕТЕВОЙ АНАЛИЗ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ В ВИДЕО ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ УТОМЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА Шепелев Д. И., Демяненко Я. М.	499
МЕТОДОЛОГИЯ SFST ДЛЯ РАСЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ Шишкина А. Д.	502
ПРОТОТИПИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО САУНДТРЕКА В КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЕ Шишкина В. И.	506
НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРОСТЫХ РЕЧЕВЫХ КОМАНД Шпуганич А. А., Абрамян А. В.	508
VIDEOBOX: ИНТЕРАКТИВНЫЙ ВИДЖЕТ ДЛЯ ПОКАДРОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВИДЕОЗАПИСЕЙ Щербина Д. Н.	511
МАСШТАБИРУЕМЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ IPYWIDGETS Экизян А. Х., Щербина Д. Н.	514
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ Юров И. А., Левонюк С. В.	516

АВТОМАТИЧЕСКОЕ СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗЮМЕ И ВАКАНСИЙ С АССИМЕТРИЧНОЙ ОЦЕНКОЙ ПОЗИЦИЙ	
Яценко А. А., Юрушкин М. В.	520
APPLICATIONS OF SPIKING NEURAL NETWORKS TO COMPUTATIONAL FINANCE	
Guanghang Huang	522
THE CONSTRUCTION OF CONVECTION-DIFFUSION MATHEMATICAL MODEL FOR WATER POLLUTION	
Wang Youfang	526
NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECTIVE MECHANICAL PROPERTIES FOR METAL LATTICE STRUCTURES WITH DIFFERENT POROSITY	
Xu Shihao, Nasedkina A. A.	531

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ЮФУ В ЛИЦАХ

Муратова Г. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: muratova@sfedu.ru*

32-я ежегодная научная конференция «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития» (СИТО 2025) проводится в год 110-летия университета. В такой момент принято подводить итоги, анализировать достижения и намечать пути дальнейшего развития. Порядковый номер конференции показывает количество лет активного развития и внедрения современных информационно-коммуникационных технологий. Именно так назывались технологии в середине 90-х годов прошлого столетия. Это потом уже появились термины компьютеризация, цифровизация, цифровая трансформация. За прошедшие годы ИТ-сфера пережила много разных этапов. Но следует отметить, что ИКТ-технологии появились не на пустом месте. Мощная база для их развития была создана ранее, примерно в середине 20-го столетия.

В каждом из 4-х вузов (Ростовский государственный, Таганрогский радиотехнический, Ростовский государственный педагогический университеты, Академия архитектуры и искусств), образовавших в 2006 году Южный федеральный университет, были свои особенности развития ИТ. Но вне зависимости от вуза и этапов развития информационных технологий за каждым успешным проектом стояли люди, профессионалы и энтузиасты этого направления. В данной статье мы вспомним некоторых наших коллег, обеспечивших внедрение информационных технологий в РГУ.

Чикин Лев Александрович



Первые вычислительные центры начали создаваться в вузах страны в 50-е годы XX века. Появились новые ЭВМ, возросла роль вычислительной техники в научных исследованиях и производстве. В Ростовском государственном университете в сентябре 1958 года появилась одна из первых в стране ЭВМ «Урал-1». В октябре 1958 года в РГУ был создан первый вузовский Вычислительный центр [1].

На переподготовку в МГУ были отправлены два сотрудника университета – заместитель декана физико-математического факультета доцент Чи-

кин Л. А. и только что защитившийся аспирант профессора Гахова Ф. Д. Зарипов Р. Х. В бригаду электронщиков, получавших ЭВМ «Урал-1», вошли Синельников Д. Е., Ротов Е. Г., Голянд И. И., Золотов О. М., а также электромеханик Курдин. День принятия их на работу – 4 октября 1958 года и считается днем основания ВЦ РГУ [2].

Лев Александрович Чикин стал первым директором Вычислительного центра РГУ и руководил им с 1958 по 1964 гг. Он приложил много усилий для развития Центра. Благодаря Льву Александровичу и команде сотрудников в Вычислительном центре появились новые вычислительные машины – БЭСМ-6, ЭВМ серии ЕС и др. ВЦ активно развивался. Молодые сотрудники Центра не боялись самых сложных научных и организационных задач.

Фуксман Адольф Львович



Одна из ярких страниц ВЦ связана с именем Фуксмана Адольфа Львовича, являвшегося директором ВЦ с 1964 по 1978 гг., заложившего основы научных исследований в области системного программирования. С 1973 года по инициативе А. Л. Фуксмана стали проводиться ежегодные всесоюзные школы-семинары по системному и теоретическому программированию, на которых собирались лучшие специалисты страны.

А. Л. Фуксман занимался теоретическими вопросами программирования. Им была предложена технология расслоенного программирования (RD-технология), которая получила признание в стране.

Многие его идеи и по сей день являются актуальными и разрабатываются молодыми математиками.

Николаев Игорь Анатольевич



Огромную роль в развитии информационных технологий в университете сыграл профессор И. А. Николаев. В трудные времена, когда в других вузах вычислительные центры закрывались, Игорь Анатольевич создал Южно-российский региональный центр информатизации (ЮГИНФО), объединив ресурсы вновь созданного центра с мощным кадровым потенциалом ВЦ РГУ. Игорь Анатольевич руководил Центром с 1987 по 2000 годы. По его инициативе и при непосредственном участии в университете были созданы Центр Интернет, Центр высокопроизводительных вычислений РГУ, кафедра информационно-коммуникационных технологий, диссертационный совет [2].

Крукиер Лев Абрамович



Лев Абрамович Крукиер продолжил дело первого директора ЮГИНФО РГУ профессора Игоря Анатольевича Николаева, став директором ЮГИНФО в 2000 году. В эти годы было реализовано большое количество актуальных проектов в области информационно-коммуникационных технологий. Сотрудники ЮГИНФО совместно с преподавателями университета активно создавали и внедряли современные информационные ресурсы, электронные учебники в образовательный процесс. В ЮГИНФО в течение многих лет работали курсы повышения квалификации кадров в области ИТ. В то же время на мехмате осуществлялась подготовка высококвалифицированных кадров в области математического моделирования и информационных технологий. По инициативе и при непосредственном участии профессора Л. А. Крукиера были реализованы инновационные для того времени проекты создания единой образовательной информационной среды ЮФУ, города, области и округа. Продолжилось и развитие Центра высокопроизводительных вычислительных систем. Еще одна огромная заслуга Льва Абрамовича в том, что он создал замечательную команду профессионалов – единомышленников. Многие из них и сегодня работают в университете, развивая современные технологии в образовании, науке, управлении.

Дацюк Виктор Николаевич



В 1976 году Виктор Николаевич начал работать в вычислительном центре РГУ. Много лет В. Н. Дацюк посвятил развитию высокопроизводительных вычислений, был одним из первых, кто освоил работу на суперкомпьютерных системах. В 1997 году Виктор Николаевич возглавил сектор высокопроизводительных вычислительных систем, образованный в структуре ВЦ РГУ (позднее ЮГИНФО ЮФУ) в соответствии с приказом ректора РГУ "О создании суперкомпьютерного центра РГУ".

Вместе со своими коллегами Виктор Николаевич занимался эксплуатацией и развитием вычислительных ресурсов суперкомпьютерного центра ЮФУ, развитием системного и прикладного программного обеспечения высокопроизводительных вычислительных систем, организацией и обеспечением учебного процесса в области высокопроизводительных вычислительных технологий. В. Н. Дацюк вел научные исследования, опубликовал большое количество научных статей, участвовал в различных конференциях, в том числе и в СИТО. Так случилось, что Виктор

Николаевич трагически ушел из жизни, не дожив до конференции СИТО 2025 менее месяца.

Список сотрудников, внесших большой вклад в развитие современных технологий, можно продолжать бесконечно. Но кроме ИТ-специалистов следует назвать имена руководителей университета, поддержавших административно на этапе становления ИТ – технологии. В первую очередь это **проректоры РГУ А. И. Нарезный и Н. В. Изотова**. Именно ими были поддержаны многие значимые проекты, в том числе и проведение с 1994 года ежегодных конференций «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития».

Историю развития информационных технологий в университете можно проследить по материалам конференций СИТО.

Отметим наиболее важные направления развития ИТ-технологий, которые, по мнению экспертов, выходят на первый план цифровой трансформации [3].

- **Импортозамещение.** Эксперты прогнозируют смещение акцента с всеобъемлющего импортозамещения на целевые решения. В первую очередь это коснется сферы критически важной инфраструктуры.
- **Осознанное использование ИИ.** Искусственный интеллект перейдет из стадии ажиотажа в фазу осознанного применения. По мнению экспертов особое внимание будет уделено этическим стандартам, безопасности данных и повышению прозрачности алгоритмов.
- **Качество ИТ-образования.** Большой проблемой остается дефицит квалифицированных кадров в ИТ-отрасли. Эксперты прогнозируют усиление сотрудничества между образовательными учреждениями и ИТ-компаниями. Будут активнее внедряться практико-ориентированные программы для повышения уровня подготовки специалистов.
- **Платформенные и облачные решения.** Эксперты считают, что в 2025 году платформенные решения станут основным инструментом для ускорения импортозамещения и повышения эффективности ИТ-инфраструктуры. Продолжится развитие облачных технологий.
- **Экспорт российских ИТ-решений.** По прогнозам экспертов российские ИТ-компании будут активно продвигать свои продукты и платформы в дружественные страны.
- **Информационная безопасность.** Кибербезопасность остается, по мнению экспертов, одной из важных задач современности. Рост числа кибератак и ужесточение регуляторных требований будут стимулировать спрос на отечественные решения в области ИБ.
- **Востребованность ИТ-аутстаффинга** (от английского outstaffing – «вне штата»). Дефицит ИТ-специалистов, высокая стоимость их

найма приводят к тому, что аутстаффинг и аутсорсинг становятся всё более востребованными.

Эти и многие другие актуальные темы станут предметом обсуждений на пленарных и секционных заседаниях нынешней конференции СИТО 2025.

Литература

1. Крукиер Л. А., Муратова Г. В. ВЦ – ЮГИНФО: история и современность // Научно-методическая конференция «Современные информационные технологии в образовании: Южный Федеральный округ», 23 – 25 октября 2008 г. Материалы конференции. - Ростов-на-Дону : Изд-во "ЦВВР", 2008. – С. 11–13.
2. Муратова Г. В. Информационные технологии – современные тренды и исторические факты // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития: Материалы XXXI научной конференции (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 18 – 20 апреля 2024 г.). – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2024. – С. 12–15.
3. Топ-10 ИТ-трендов в России на 2025 г. по версии CNews <https://www.cnews.ru/analytics>.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ГЕНЕРАЦИИ ДЛЯ СРЕДЫ MOODLE НАБОРОВ ТЕСТОВ, СВЯЗАННЫХ С ЧИСЛЕННЫМИ РАСЧЕТАМИ

Абрамян М. Э.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: mabr@sfedu.ru

В Институте математики, механики и компьютерных наук ЮФУ давно и успешно используется система управления обучением Moodle (moodle.org). Несмотря на параллельное использование системы Microsoft Teams, система Moodle остается востребованной благодаря удобному пользовательскому интерфейсу и богатству возможностей [1]. Одной из таких возможностей является создание наборов тестов с применением *банка вопросов*.

Как правило, тестовые вопросы добавляются в банк вопросов с помощью специального редактора (в который даже входит редактор формул). Однако имеется альтернативный подход, основанный на *импортировании* набора вопросов, подготовленных заранее и сохраненных в обычных текстовых файлах в одном из форматов, которые распознаются системой Moodle. Такой способ заполнения банка вопросов имеет ряд преимуществ; в частности, он позволяет сразу включить в банк большое количество вопросов, оформив их в особую группу.

Подготовку тестовых вопросов к импортированию в банк вопросов Moodle можно автоматизировать, что позволит быстро создавать наборы вопросов с дополнительными возможностями. На конференции СИТО 2021 автором был представлен доклад [2] с описанием подобной автоматизации для генерации наборов тестов, включающих графическую информацию (например, изображения сложных математических формул или фрагментов программного кода).

Настоящий доклад посвящен дополнительным приемам создания наборов *вычисляемых тестовых вопросов*, в которых ответ должен быть вычислен с использованием числовых исходных данных, входящих в формулировку вопроса. В базовый набор доступных типов вопросов системы Moodle входит *вычисляемый тип* (Calculated Question). При определении подобного вопроса можно ввести в формулировку набор исходных числовых данных, задать правило для случайной генерации их значений, а в качестве ответа указать формулу, содержащую эти данные. Например, для проверки знания таблицы умножения можно подготовить вопрос, содержащий случайные значе-

ния двух чисел $\{a\}$ и $\{b\}$ в диапазоне от 2 до 9, а в качестве примера правильного ответа указать формулу $\{a\}*\{b\}$. Помимо математических операций формулы могут содержать стандартные математические функции (тригонометрические функции, логарифмы, степени, корни и т. д.). Можно также задавать точность ответа (число дробных знаков) и допустимую погрешность.

Однако для вычисляемого типа вопросов имеются существенные ограничения: его невозможно использовать, если вычисление правильного ответа требует разработки компьютерного алгоритма со сложной логикой или с применением библиотек специальных функций. Кроме того, большинство форматов для импортирования наборов тестов в Moodle не позволяет задавать вычисляемые вопросы. Исключением является формат Moodle XML, однако оформление вычисляемых вопросов в этом формате требует больших усилий.

В то же время, подобные вопросы могут быть очень полезными для проверки знаний, связанных с алгоритмами или специализированными библиотеками. В 2023-24 учебном году автор вел курс «Практикум на ЭВМ по экономическим задачам» с применением языка R. В рамках данного курса студенту мог быть предложен, в числе других, такой вопрос (приведен вид вопроса в формате GIFT, который можно использовать для импортирования в банк вопросов Moodle):

```
::10BondPVMod1::Найти приведенную стоимость трехлетней купонной облигации с номиналом 5100 и годовым купонным доходом 16.3%, если рыночная доходность для первого года равна 8.5%, для второго года 9.9%, а для третьего года 11.3%. При выводе результата ОТБРАСЫВАТЬ дробную часть. Например, для номинала 4200, годового купонного дохода 21.8% и значений рыночной доходности 7.2%, 8.5%, 9.8% ответ должен быть следующим: 5496
```

```
{  
=5756  
}
```

Студент должен разработать программу на языке R для нахождения ответа, протестировать ее, введя данные, указанные в завершающей части формулировки, и, убедившись в правильности алгоритма, получить ответ для исходного набора данных.

При подготовке подобных вопросов следовало обеспечить *вариативность* исходных данных, а также добиться того, чтобы процесс импортирования вопросов в Moodle был достаточно простым.

Для этого автором была использована следующая схема. На первом этапе готовится *прототип* вопроса (оформленный в формате, близком к формату GIFT), в котором на позициях числовых данных и правильного ответа указываются их идентификаторы, например:

```
::Найти приведенную стоимость трехлетней купонной облигации с номиналом {nom1} и годовым купонным доходом {kproc1}%, если рыночная доходность для первого года равна {aproc1}%, для второго года
```

{bproc1}%, а для третьего года {сproc1}%. При выводе результата ОТБРАСЫВАТЬ дробную часть. Например, для номинала {nom2}, годового купонного дохода {kproc2}% и значений рыночной доходности {aproc2}%, {bproc2}%, {сproc2}% ответ должен быть следующим: {pv2}
={pv1}

На втором этапе разрабатывается программа (в данном случае на языке R), в которой генерируется 100 наборов случайных значений исходных данных, для каждого набора определяется правильный ответ, и все эти данные сохраняются в файле.

На третьем этапе запускается программа, которая принимает на вход файл с прототипом вопроса и файл с набором сгенерированных данных и возвращает на выходе файл в формате GIFT, содержащий 100 формулировок данного вопроса с различными наборами данных (такая программа может быть разработана на любом языке). В начале итогового GIFT-файла указывается директива CATEGORY, которая обеспечивает импортирование всех 100 вариантов вопроса в особую группу банка заданий, например, \$CATEGORY: \$course\$/top/Default/10BondPVMod.

Остается импортировать полученный GIFT-файл в систему Moodle. После этого никакая дополнительная настройка вопросов не требуется.

На этапе создания теста достаточно указать для каждого вопроса вариант Random и связать этот вопрос с одной из созданных групп вопросов. Таким образом, при генерации теста для каждого студента будет выбран один из 100 вопросов, входящих в группу, что с большой вероятностью гарантирует предоставление различных вариантов исходных данных различным студентам.

Описанная схема является простой и универсальной. Ее важной особенностью является легкость внесения корректировок в формулировки вопросов. При обнаружении недочетов в некоторых вопросах достаточно внести требуемые исправления в шаблон вопроса, сгенерировать новый вариант GIFT-файла, удалить ранее созданную группу в банке вопросов Moodle и импортировать ее заново. Подобные корректирующие действия никак не скажутся на уже разработанных тестах, которые по-прежнему будут связаны с теми же группами вопросов.

Литература

1. Анисимов А. М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle. 2-е изд. Харьков: ХНАГХ, 2009. 292 с.
2. Абрамян М. Э. О некоторых приемах автоматизации подготовки тестов по математике в системе Moodle // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXVIII научной конференции. Изд-во ЮФУ, 2021. С. 17–19.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РАЗРАБОТКЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КИТАЙСКОЙ ЛЕКСИКИ

Абрамян М. Э., Овсянников К. Д.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича

E-mail: mabr@sfedu.ru, , kostybah@gmail.com

Мобильные приложения всё чаще становятся ключевым инструментом в современном образовательном процессе. Возможность создавать для подобных приложений кроссплатформенные решения на основе единой кодовой базы особенно актуальна в рамках образовательных проектов, требующих поддержки различных операционных систем.

В докладе описываются возможности и особенности реализации мобильного приложения HIVE, предназначенного для изучения китайского языка. Приложение спроектировано таким образом, чтобы максимально эффективно помочь пользователю освоить язык с помощью многоуровневой структуры материала. Учебный контент организован в курсы (рис. 1а), каждый из которых включает описание, указание направленности и набор интерактивных тестовых заданий (рис. 1б). Благодаря такой структуре пользователь может самостоятельно выбирать интересующие его темы и осваивать материал последовательно, в комфортном темпе.

Реализация интерактивных заданий включает в себя разнообразные типы упражнений: от вопросов с выбором одного или нескольких правильных ответов (рис. 1с) до задач на распознавание аудио-фрагментов. Особое внимание уделено письменной части китайского языка: реализован специальный режим тренировки, где пользователь может нарисовать иероглиф на экране (рис. 1д). Все результаты прохождения заданий хранятся в персональном профиле пользователя, формируя статистику прогресса, включая ошибочные ответы.

Приложение HIVE разработано на основе кроссплатформенного фреймворка Flutter от компании Google, который позволяет создавать единую кодовую базу и формировать приложения как для iOS, так и для Android устройств. Для реализации функционала распознавания рукописного ввода иероглифов интегрируется технология Google ML Kit [1], а именно компонент Digital Ink Recognizer, что обеспечивает высокую скорость обработки и точность распознавания. Для проигрывания звуков используется библиотека Flutter TTS (Text to Speech).

Облачной платформой для хранения данных, авторизации пользователей и управления синхронизацией выступает система Firebase, на основе которой реализованы управление учётными записями, централизованная синхронизация и доставка push-уведомлений пользователям.

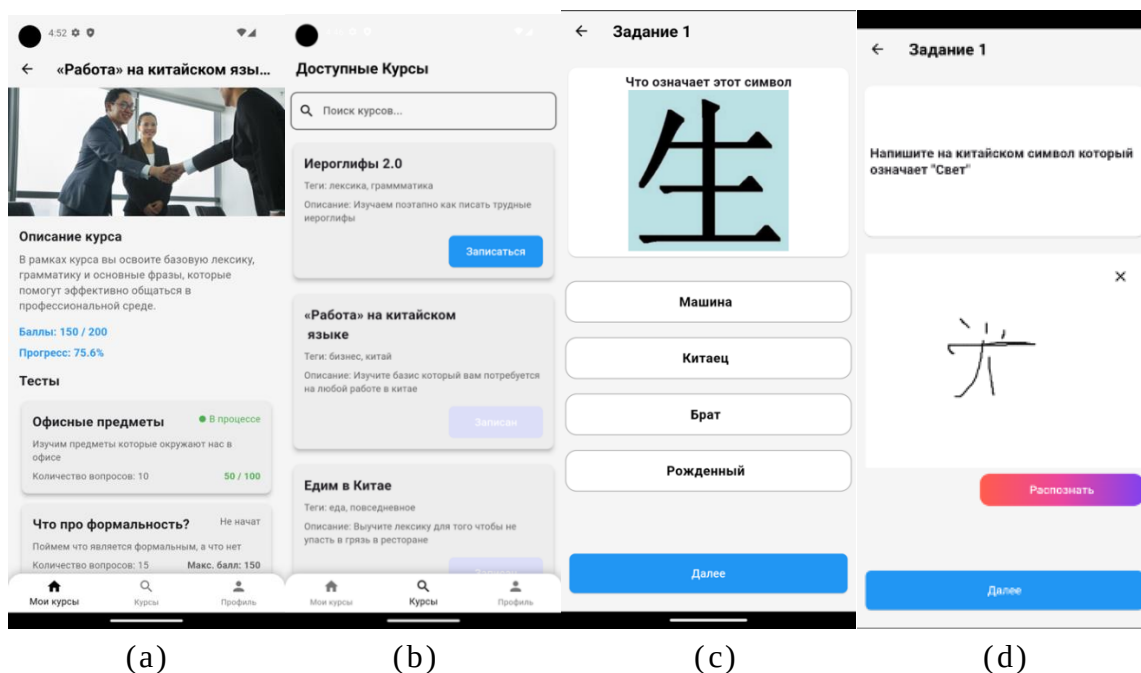


Рис. 1. Список курсов (a), страница курса (b), вопрос с вариантами ответа (c), задание на рисование иероглифа (d)

Архитектура приложения основана на принципах «чистой архитектуры» (Clean Architecture) [2]. Исходный код разделяется на несколько слоёв: слой данных (data), слой бизнес-логики и правил приложения (domain), а также слой представления (presentation). Использование управления зависимостями с помощью фреймворка Score [3] позволяет сервисам и объектам работать только в актуальном контексте, предотвращая чрезмерное потребление оперативной памяти и улучшая стабильность мобильного приложения.

Таким образом, Nive является примером эффективного применения современных кроссплатформенных технологий и архитектурных решений, позволяющих сделать изучение китайского языка удобным, доступным и результативным.

Литература

1. Документация Google ML kit [Электронный ресурс]. URL: <https://developers.google.com/ml-kit?hl=ru>.
2. Мартин Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. 2018. СПб.: Питер, 2018. 352 с.
3. Кольцов С. Встречаем YX Score: DI фреймворк для работы со скоупами в открытом доступе. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/yandex/articles/852278/>.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАДАЧНИКА PROGRAMMING TASKBOOK, СВЯЗАННЫЕ С АНАЛИЗОМ ДАННЫХ: ПОДДЕРЖКА ЯЗЫКА R И МОДУЛЕЙ NUMPY И PANDAS ЯЗЫКА PYTHON

Абрамян М. Э.^{1,2}, Ляо Ханьюй (廖晗玉)¹

¹ Университет МГУ-ППИ в Шэньчжэне (КНР)

² ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича

E-mail: mabr@sfedu.ru, 1758601600@qq.com

Доклад посвящен новым возможностям электронного задачника Programming Taskbook версии 4.25, которые предназначены для изучения технологий и библиотек, связанных с анализом данных.

В настоящее время наиболее популярными языками, используемыми при анализе данных, являются Python и R [1, 2]. В языке Python для анализа данных предусмотрены специальные библиотеки, прежде всего, NumPy и Pandas. Язык R изначально разрабатывался как язык для статистического анализа и визуализации данных, поэтому средства анализа встроены в язык, однако имеются и дополнительные библиотеки, расширяющие стандартные возможности, в частности, библиотека dplyr.

В 2023-24 учебном году первый из авторов настоящего доклада вел курс «Практикум на ЭВМ по экономическим задачам» с применением языка R. Чтобы обеспечить методическую поддержку данного курса, в новую версию электронного задачника Programming Taskbook была добавлена поддержка языка R и интегрированной среды RStudio.

Для подключения задачника к программе на языке R достаточно использовать в начале программы директиву `source("PT4.R")`. Решение задачи должно оформляться в виде функции `Solve`, заготовка которой выглядит следующим образом:

```
Solve <- function() {  
  Task("Begin1")  
}
```

Язык R, как и язык Python, является языком с динамической типизацией, поэтому для ввода исходных данных в варианте задачника для языка R предусмотрена универсальная функция `Get()`, позволяющая вводить данные любых стандартных типов. Для вывода результатов реализована универсальная функция `Put(...)`, которая может принимать любое число параметров, в том числе параметры, соответствующие стандартным структурным типам языка R – векторам, матрицам, массивам, спискам, факторам (factors) и таблицам (data frames). Учитывая важность векторных типов данных

в языке R, для их ввода были предусмотрены специальные функции `GetV` (ввод векторов) и `GetM` (ввод матриц). Для функции `Put` также предусмотрено несколько модификаций, в частности, функция `PutN(v)`, которая вначале выводит размер структуры данных `v`, а затем элементы этой структуры.

Функция `Show(...)` и ее модификации позволяют выводить в раздел отладки окна задачника не только скалярные данные, но и структуры перечисленных выше типов с указанием дополнительных характеристик выводимых структур. Например, таблица (data frame) отображается с указанием имен столбцов и номеров строк; при этом тип данных в каждом столбце таблицы можно определить по его представлению, например:

```
{  $Name      $Gender $Height $Class $DevClub
  1 "Aleksandrov" Male      162      8      TRUE
  2 "Alekseeva"  Female   163      7      FALSE
  3 "Baranov"    Male      171      7      TRUE
}
```

На языке R можно выполнять все задания, входящие в базовый набор электронного задачника, в том числе задания на обработку строк, файлов и динамических структур. Однако наиболее важными группами заданий являются `Array` и `Matrix`, связанные с изучением одномерных и двумерных наборов данных, которые в языке R реализуются с помощью векторов и матриц. Благодаря векторным операциям и другим особым средствам языка R, решения многих из этих заданий являются очень краткими.

Для изучения возможностей, связанных с анализом данных, в базовый набор задачника были добавлены две новые группы: `TablBase` («Обработка табличных данных», 30 задач) и `TablExt` («Дополнительные задачи на обработку табличных данных», 100 задач). В каждой из этих задач дается таблица (структура типа `Data.Frame`), которую надо проанализировать или преобразовать требуемым образом. В задачнике имеются специальные функции для ввода этих таблиц, причем заготовки для заданий из данных групп уже содержат вызовы требуемых функций ввода.

С помощью групп `TablBase` и `TablExt` можно также изучать расширенные возможности по обработке табличных данных, входящие в модуль `dplyr` языка R. В частности, в этом модуле имеется особая операция `%>%`, позволяющая оформлять вызовы различных функций пакета в виде цепочки (pipe), в которой результат предыдущей функции передается в качестве особого параметра в следующую функцию. Аналогичные возможности предусмотрены и для функций задачника, связанных с выводом результатов (функция `Put` и ее варианты), отладочным выводом (функция `Show` и ее варианты), а также с настройкой вида данных, выводимых в раздел отладки (функции `SetWidth` и `SetPrecision`).

В языке Python базовые средства для анализа данных реализованы в модулях `NumPy` (работа с одномерными и многомерными массивами) и `Pandas`

(работа с табличными данными), причем эти средства достаточно похожи на аналогичные средства языка R. Поэтому возникла идея расширить возможности варианта электронного задачника для языка Python [3], добавив в них поддержку новых структурных типов, определенных в модулях NumPy и Pandas. Выполнить подобную адаптацию было предложено второму автору настоящего доклада.

В результате вариант задачника для языка Python был дополнен новыми функциями, а возможности существующих функций были расширены. Были реализованы дополнительные функции `get_array` и `get_array2` для ввода одномерных и двумерных массивов NumPy, а универсальная функция вывода `put` дополнена возможностью вывода данных различных структурных типов из модулей NumPy и Pandas. Кроме того, как и для языка R, была разработана специальные функции для ввода табличных данных, предлагаемых в задачах групп `TablBase` и `TablExt`. Функция отладочного вывода `show` и ее модификации были дополнены возможностью вывода в раздел отладки новых структурных данных, в том числе одномерных и многомерных массивов из модуля NumPy и структур `Series` и `DataFrames` из модуля Pandas.

Для ознакомления с приемами обработки массивов NumPy можно использовать группы заданий `ZArray` и `ZMatrix` (в этих вариантах групп `Array` и `Matrix` предполагается, что индексация элементов массивов начинается от 0). При этом можно получить очень краткие решения задач, применяя дополнительные возможности по обработке массивов NumPy. В качестве иллюстрации можно привести решение задачи `ZMatrix1` на формирование матрицы размера $M \times N$, в которой все элементы i -й строки имеют значение $10 \cdot i$, $i = 0, \dots, M$:

```
put(10 * np.tile((np.arange(get()) + 1)[: , np.newaxis], get()))
```

Описание новых возможностей, связанных с языками Python и R, приводится в разделе «Решения | Python и R» сайта электронного задачника <http://ptaskbook.com>. Благодаря общности подходов к анализу данных в языках Python и R, их можно изучать совместно, рассматривая решения одних и тех же задач, реализованные на этих языках.

Литература

1. McKinney W. Python for Data Analysis. Boston: O'Reilly, 2018. 541 p.
2. Zumel N., Mount J. Practical Data Science with R. Shelter Island: Manning, 2020. 568 p.
3. Абрамян М. Э. Электронный задачник по программированию для языка Python / Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XIX научной конференции. Изд-во ЮФУ, 2012. С. 18–19.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОНСТРУКТОР ДЛЯ БЫСТРОЙ РАЗРАБОТКИ ЗАДАНИЙ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Абрамян М. Э., Чумаков В. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича

E-mail: mabr@sfedu.ru, chumakov225@gmail.com

Доклад посвящен новым компонентам версии 3.4 программного комплекса для преподавателя Teacher Pack. Комплекс Teacher Pack предназначен для применения совместно с электронным задачником Programming Taskbook и может использоваться для двух основных целей. Во-первых, он позволяет настраивать электронный задачник в соответствии со сценариями проведения практических занятий, т. е. создает *инфраструктуру*, в которой функционирует задачник. Для этого предназначены программы PT4Teach (контрольный центр преподавателя) и PTVarMaker (конструктор вариантов). В частности, контрольный центр позволяет создавать и настраивать удаленные ftp-репозитории, а также рецензировать тексты программ учащихся, хранящиеся в репозиториях. Данные возможности комплекса Teacher Pack были подробно описаны в статьях [1–3]. Во-вторых, комплекс Teacher Pack включает набор *конструкторов учебных заданий*, позволяющих разрабатывать новые группы заданий для электронного задачника.

Базовый вариант конструктора учебных заданий PT4TaskMaker реализован для различных языков (Pascal, C++, C#, PascalABC.NET) и предоставляет разработчику полный контроль над содержимым всех разделов окна задачника [4, 5]. Однако конструктор PT4TaskMaker является достаточно сложным для применения, поэтому для языка PascalABC.NET был разработан его упрощенный вариант — конструктор PT4MakerNetX [6]. Основным ограничением этого варианта, как и других вариантов конструкторов для языков PascalABC.NET и C#, является невозможность использования разработанных групп заданий для языков, не являющихся языками платформы .NET. Поэтому возникла идея создать упрощенный вариант конструктора для языка C++. Основные компоненты этого варианта, получившего имя PT4TaskMakerX, были реализованы вторым автором настоящего доклада в рамках выполнения выпускной квалификационной работы.

Наряду с самим конструктором была разработана вспомогательная программа PTGroupCreator, предназначенная для создания заготовок новых групп заданий. Использование программы PTGroupCreator существенно упрощает начальные действия по разработке новой группы. Сразу после

запуска программа проверяет наличие систем, связанных с конструктором PT4TaskMakerX. К обязательным системам относится сам задачник Programming Taskbook и компилятор g++ языка C++, входящий в систему Dev-C++; кроме того, желательно наличие редактора Visual Studio Code, применение которого упрощает процесс тестирования и отладки создаваемой группы заданий.

Для создания заготовки новой группы достаточно указать в окне программы PTGroupCreator имя группы и рабочий каталог, в котором она будет разрабатываться (рабочий каталог может содержать несколько различных групп). Кроме того, можно указать *локаль* создаваемой группы, которая может быть русской, английской или комбинированной. При наличии редактора Visual Studio Code созданная заготовка сразу загружается в этот редактор. Разрабатываемая группа заданий может быть откомпилирована и протестирована непосредственно из редактора Visual Studio Code благодаря специальным настройкам редактора, которые заносятся в файлы tasks.json и launch.json подкаталога .vscode рабочего каталога. В рабочий каталог автоматически копируются вспомогательные сpp- и h-файлы, входящие в состав конструктора PT4TaskMakerX. Кроме того, в этом же каталоге создаются два пакетных файла (bat-файла), запуск которых обеспечивает генерацию 32- и 64-разрядного варианта динамической библиотеки с данной группой заданий. Эти варианты библиотек необходимы для использования новой группы совместно с 32- и 64-разрядными системами программирования. Оба варианта библиотек включают один и тот же программный код. При компиляции указывается набор опций, обеспечивающий создание библиотек минимального размера.

Текст заготовки может рассматриваться как образец, содержащий вызовы основных функций конструктора PT4TaskMakerX. Он включает фрагменты, которые не требуют модификации (или требуют минимальной модификации), а также пример реализации простого задания, в котором вызываются все основные функции конструктора. Ниже приводится текст заготовки для русской локали:

```
#include "pt4taskmakerX.h"

DefineGroupName;

void __stdcall inittaskgroup()
{
    pt::NewGroup("Group description|Описание группы", "", "qwqfsdf13t");
}

DefineTask(Task1)
{
    pt::NewTask(R"(\SНазвание задания.\s Формулировка задания (строка 1)
    Формулировка задания (строка 2))
```

```

\РНовый абзац формулировки задания (строка 3))"
);
int a = pt::Random(1, 9);
pt::Data("Пример входных данных: a = ", a);
pt::Res("Пример результирующих данных: 2 * a = ", 2 * a);
pt::SetTestCount(5);
}

```

Порядок заданий в группе определяется порядком их определения в файле. Каждое задание оформляется в виде макроса DefineTask с уникальным параметром-идентификатором. Все функции задачника реализованы в виде функций-членов класса pt, что упрощает их использование, так как ввод текста «pt::» в редакторе Visual Studio Code приводит к появлению контекстной подсказки, содержащей список всех доступных функций и подробное описание выбранной функции.

Для каждого задания требуется указать его формулировку и задать исходные и контрольные данные (контрольные данные в дальнейшем сравниваются с результатами, полученными учебной программой). При определении формулировки задания в функции NewTask используется режим *дословной строки* (verbatim string), что позволяет явным образом разбивать формулировку на отдельные строки и указывать управляющие команды конструктора (например, «\S» или «\P») без экранирования символа «\». Для задания исходных и контрольных данных и связанных с ними комментариев предназначены шаблонные функции Data и Res. Предусмотрены варианты функций, позволяющие задавать как скалярные данные любых базовых типов, так и последовательности (векторы vector<T> или обертки над векторами Seq<T> из модуля linqcrrp.h, который описывается далее). Для последовательностей, как и для скалярных данных, выполняется автоматическая компоновка в окне задачника, причем последовательности могут отображаться на нескольких строках в соответствующем разделе окна. Имеются варианты функций DataPos и ResPos, позволяющие задавать данные и комментарии к ним в специальном *режиме явного позиционирования*, без применения автоматической компоновки.

В задания можно включать файловые данные (двоичные и текстовые). Также предусмотрены специальные функции для разработки заданий по параллельному MPI-программированию. Кроме того, конструктор позволяет импортировать задания из существующих групп.

Чтобы упростить генерацию исходных данных, в конструктор включены функции, возвращающие случайные числа из требуемого диапазона, случайные строки, а также случайные слова, предложения и многострочные тексты на русском и английском языках. Для каждого задания указывается количество тестовых испытаний, при прохождении которых задание считается выполненным. Для тестов с определенными номерами можно предусмотреть генерацию специальных данных, позволяющих проверить

правильность решения в особых ситуациях. Имеется также функция Show-Info(info), которая выводит на экран окно с текстом info и предназначена для отладки заданий.

В конструктор PT4TaskMakerX включен вспомогательный модуль linqcrrp.h, который содержит функции, аналогичные запросам LINQ платформы .NET, и шаблонный класс Seq<T>, позволяющий вызывать данные функции-запросы с применением точечной нотации. В ряде случаев применение этих функций позволяет упростить обработку наборов данных, хотя аналогичную обработку можно выполнять и стандартными средствами языка C++ (в частности, с помощью алгоритмов библиотеки STL). Модуль linqcrrp.h может также существенно упростить перенос групп заданий, разработанных для языка PascalABC.NET с применением конструктора PT4MakerNetX на платформу универсального задачника.

Подробное описание программы PTGroupCreator и конструктора PT4TaskMakerX содержится на сайте задачника <http://ptaskbook.com> в разделе «Teacher Pack», посвященном средствам для преподавателя.

Литература

1. *Абрамян М. Э.* Использование специализированного программного обеспечения для преподавателя при организации и проведении лабораторных занятий по программированию // Информатика и образование, 2011, № 5. С. 78–80.
2. *Абрамян М. Э.* Разработка компонентов электронных задачников по программированию для автоматизации проведения лабораторных занятий // Информатизация образования и науки. 2020, № 4 (48). С. 12–28.
3. *Абрамян М. Э.* Разработка компонентов электронных задачников по программированию для автоматизации проведения лабораторных занятий. Удаленные репозитории, управляемые сертификатами доступа // Информатизация образования и науки. 2022, № 3 (55). С. 63–79.
4. *Абрамян М. Э.* Конструктор учебных заданий для универсального варианта задачника Programming Taskbook 4 / Современные информационные технологии в образовании: Южный федеральный округ. Материалы конференции. Изд-во ЦВВР, 2009. С. 20–21.
5. *Абрамян М. Э.* Об опыте разработки конструктора учебных заданий по программированию // Труды научной школы И. Б. Симоненко. Изд-во ЮФУ, 2010. С. 7–21.
6. *Абрамян М. Э.* Конструктор для быстрой разработки заданий по программированию в среде PascalABC.NET / Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXIV научной конференции. Изд-во ЮФУ, 2017. С. 16–17.

НЕКОТОРЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УСКОРЕНИЮ УНИВЕРСАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ДЕКОДИРОВАНИЯ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ СОВОКУПНОСТЯМ

Айдаркин Е. Е., Могилевская Н. С.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: aidarkinzhenya@mail.ru, nmogilevskaya@sfedu.ru

В процессе передачи информации от отправителя к получателю данные могут быть «стерты», если, например, они не были получены или их качество не позволяет корректно интерпретировать информацию. В RAID-массивах или распределенных системах хранения стирания могут возникать из-за сбоев на дисках. Исправление стираний позволяет восстановить утраченные данные. Процесс восстановления использует избыточность, заложенную в передаваемых (хранимых) данных. В работах [1], [2], [3] предложено два способа кодирования данных с защитой от стираний, метод равновесных столбцов (РСт) и модификация метода равновесных столбцов (МРСт). Эти способы работают с двоичными данными, используют быстрый алгоритм генерацией порождающей матрицы, обладающей хорошим качеством с точки зрения вектора вероятностей успешного декодирования [4].

Важным техническим требованием к алгоритмам декодирования является минимизация времени и вычислительных ресурсов, необходимых для восстановления данных. В реальных системах (например, в стриминговых сервисах или беспроводных сетях) задержки при восстановлении данных могут критически влиять на качество обслуживания.

В качестве одного из алгоритма декодирования для методов РСт и МРСт предлагается адаптировать известный универсальный декодер по информационным совокупностям. Этот алгоритм позволяет эффективно восстанавливать данные, используя только часть полученной информации. Множество чисел

$$\gamma = \{j_1, j_2, \dots, j_k\}, 1 \leq j_1 < \dots < j_k \leq n,$$

называется информационной совокупностью (ИС) $[n, k]_q$ – кода C , если компоненты произвольного кодового слова с элементами из γ однозначно определяют это слово [5]. У декодера по информационным совокупностям есть 3 основных шага: выбор информационной совокупности, подходящей для восстановления; построение и обращение матрицы G' , связанной с выбранной информационной совокупностью и порождающей матрицей G кода C ; умножение вектора принятых символов на обратную матрицу.

Наиболее трудоемким этапом в процессе декодирования является нахождение обратной матрицы, связанной с информационной совокупностью. В процессе декодирования может быть сгенерировано до C_n^k матриц G' .

Очевидно, что можно значительно ускорить классический декодер по информационным совокупностям, если сгенерировать матрицы G' заранее или генерировать их в процессе работы декодера и запоминать в хеш-таблице. В этой работе сравнивается классический алгоритм с модифицированным, который запоминает обратные матрицы в процессе своей работы, сохраняет их в хеш-таблицу, позволяющую быстро осуществлять поиск необходимой обратной матрицы. А именно, при обработке каждого входного кодового слова модифицированный алгоритм вместо поиска обратной матрицы сначала осуществляет поиск по хеш-таблице, и к процедуре обращения матриц алгоритм переходит только если поиск заканчивается неудачей. Очевидным достоинством модифицированного алгоритма является увеличение скорости его работы по сравнению с классическим декодером по информационным совокупностям. К недостаткам модифицированного алгоритма стоит отнести повышение требований к объему используемой памяти. Оценка сверху объема хеш-таблицы: $C_n^k * (k^2 + k)$ бит (число возможных вариантов из k адресов, умноженное на размер обратной матрицы и на размер ключа). Заметим, что значения по большинству адресов будут пустые, т. к. эти столбцы не образуют информационную совокупность.

Для сравнительной оценки скорости алгоритмов классический и модифицированный декодеры по ИС были реализованы в рамках имитационной модели цифрового канала с защитой данных от стираний [6], построенной авторами. Алгоритмы реализованы в едином стиле, на базе одних и тех же инструментов. Имитационная модель в виде программного средства позволяет выбирать код, тип кодера и декодера и проводить различные эксперименты.

С помощью имитационной модели [7] проведены эксперименты, в которых рассматривался метод кодирования из работ [2] и [3]. В каждом эксперименте генерируется порождающая матрица G $[n, k]_2$ -кода, создается s случайных сообщений длины k и s случайных векторов стираний длины n . Случайные информационные сообщения преобразуются в кодовые слова путем умножения на матрицу G . Кодовые слова, поврежденные стираниями, поступают на вход классическому и модифицированного алгоритмам декодирования по информационным совокупностям. Результаты декодирования сравниваются с оригинальными сообщениями, фиксируется успешность декодирования и затраченное время.

Эксперименты показали, что оригинальный и модифицированный алгоритмы обладают одинаковой корректирующей способностью, время работы классического алгоритма практически одинаково для каждой итерации, а время работы модифицированного алгоритма сначала уменьшается

от итерации к итерации, а затем стабилизируется. Это позволяет сделать вывод, что накопление обратных матриц является эффективным с точки зрения скорости передачи сообщений.

Например, для 10000 итераций при работе с $[10, 5]_2$ -кодом общее время работы классического алгоритма составило 125,2 с, а общее время работы модифицированного алгоритма: 1,94 с. Таким образом, классический алгоритм декодирует ~ 80 сообщений в секунду, а модифицированный – 5200.

Таким образом, предложенная модификация показала значительный выигрыш по времени работы, но увеличила требования к доступной оперативной памяти.

Литература

1. Айдаркин, Е. Е. Построение кодирующих матриц с равновесными столбцами для использования в каналах со стираниями / Е. Е. Айдаркин, В. М. Деундяк // Телекоммуникации. – 2020. – № 3. – С. 11–17.
2. Айдаркин, Е. Е. О построении случайных кодирующих матриц специального вида для борьбы со стираниями в бинарных каналах передачи данных / Е. Е. Айдаркин, В. М. Деундяк // Вестник молодёжной науки России. – 2019. – № 6. – С. 6. – EDN IYIWRW
3. Aydarkin, E. E. Experimental study of a matrix method of equal-weight columns correcting ability to protect data from erasure / Aydarkin E. E, Mogilevskaya N. S. // Computer Optics. – 2022. – Vol. 46, No 5. – P. 840–847. – DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1122. (Q3).
4. Trullos-Cruces, O. Exact Decoding Probability Under Random Linear Network Coding / O. Trullos-Cruces // IEEE Communications Letters. – 2011. – vol. 15, № 1.
5. Крук, Е. А. Декодирование по обобщенным информационным совокупностям / Е. А. Крук, С. В. Федоренко // Пробл. передачи информ., 1995, том 31, выпуск 2, 54–61.
6. Деундяк, В. М. Математическое моделирование источника ошибок q-ичного канала передачи данных / В. М. Деундяк, Н. С. Могилевская // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2008. № 1 (143). С. 3–7.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613067 Российская Федерация. Программа моделирования передачи данных в каналах с защитой от стираний, основанная на методе равновесных столбцов : № 2021611988 : заявл. 20.02.2021 : опубл. 02.03.2021, Бюл. № 3 / Е. Е. Айдаркин, Н. С. Могилевская ; правообладатель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет».

ТЕХНОЛОГИИ СМЕШАННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ВСТРАИВАНИЯ 3D ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ СЦЕНЫ

Айдинян Л. А., Демяненко Я. М.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: aydinyan@sfedu.ru, demyana@sfedu.ru

Смешанная реальность (MR) представляет собой совокупность технологий, которые позволяют объединить физический и виртуальный миры в едином пространстве, обеспечивая интерактивное взаимодействие пользователя с цифровыми объектами. Она объединяет элементы дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR).

Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является интеграция 3D-объектов в сцену с учетом семантической сегментации. Это позволяет не просто накладывать объекты на изображение с камеры, но и анализировать сцену, распознавая элементы окружающей среды и адаптируя цифровые объекты в соответствии с их положением и характеристиками.

Семантическая сегментация – это процесс классификации каждого пикселя изображения в соответствии с определенной категорией, например, «пол», «стена», «стол», «человек». Она является ключевым элементом MR, поскольку позволяет системе понимать структуру окружающего мира и корректно взаимодействовать с ним. Использование семантической сегментации в MR открывает возможности для более точного размещения 3D-объектов в сцене, обеспечения их физического поведения и улучшения реалистичности визуализации. Без сегментации цифровые объекты могут казаться «плавающими» или «висящими в воздухе», что снижает достоверность и качество пользовательского опыта.

Для реализации семантической сегментации применяется классическая глубинная нейросетевая модель U-Net, которая позволила добиться высокой точности, способности выделять сложные паттерны на изображениях. Эта модель может работать как на облачных серверах, так и непосредственно на мобильных устройствах, что делает её особенно удобными для MR-приложений. Традиционные методы, такие как анализ градиентов и алгоритмы кластеризации, помогают ускорить процесс обработки изображения.

Помимо сегментации сцены, важным аспектом интеграции 3D-объектов в MR является использование AR-фреймворков, которые обеспечивают функционал для отслеживания окружающего пространства, анализа глубины сцены и взаимодействия с объектами. ARCore от Google позволяет

определять горизонтальные и вертикальные поверхности, отслеживать движение устройства в пространстве и корректировать освещение 3D-объектов в соответствии с реальными условиями освещенности.

Архитектура системы MR с семантической сегментацией включает несколько ключевых этапов:

- сначала камера устройства захватывает изображение окружающей сцены, после чего оно передается в модель семантической сегментации, которая анализирует сцену и определяет области, пригодные для размещения цифровых объектов;
- далее ARCore выполняет дополнительный анализ глубины сцены, что позволяет уточнить положение объектов в пространстве;
- после этого осуществляется рендеринг 3D-объектов с учетом полученных данных, включая освещение и физическое поведение.

Для удобного восприятия MR-контента на мобильных устройствах, особенно в сочетании с VR-аксессуарами, такими как Google Cardboard, важно отображать сцену в стереоскопическом формате. Это достигается путем дублирования рендеринга сцены на две отдельные области экрана, создавая два изображения для левого и правого глаза. Такой подход обеспечивает эффект глубины и реалистичность восприятия сцены в VR-шлеме.

Google Cardboard представляет собой простейшее устройство для виртуальной реальности, которое превращает смартфон в VR-шлем за счет линз и специальной конструкции корпуса из картона или пластика. Этот аксессуар использует экран телефона для отображения двух отдельных изображений для каждого глаза, создавая эффект объемного восприятия сцены. Благодаря своей простоте и доступности, Google Cardboard широко используется для демонстрации VR-контента, образовательных приложений и визуализации 3D-объектов в смешанной реальности.

Для корректного отображения контента в Google Cardboard учитывается несколько факторов. Во-первых, важно правильно рассчитывать расстояние между изображениями, чтобы оно соответствовало межзрачковому расстоянию пользователя, минимизируя эффект двоения. Во-вторых, для удобного управления в VR-среде можно использовать гироскоп и акселерометр устройства, позволяя пользователю перемещать взгляд и взаимодействовать с объектами без необходимости дополнительного контроллера. В-третьих, приложение должно быть оптимизировано для мобильных процессоров, чтобы обеспечивать стабильную частоту кадров и предотвращать задержки, которые могут вызывать дискомфорт при использовании VR-шлема.

В ходе работы над проектом была успешно реализована семантическая сегментация сцены, проработан AR-механизм для размещения 3D-объектов на поверхностях. Отдельно реализовано отображение стереоскопического представления изображения с камеры для просмотра в VR-очках.

Каждая из этих частей выполнена таким образом, чтобы обеспечивать высокую производительность на мобильных устройствах, точность анализа сцены и удобство восприятия пользователем. Этот подход открывает широкие перспективы для развития технологий MR, делая их более доступными и функциональными в мобильных приложениях.

Литература

1. Olaf R., Philipp F., Thomas B. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation – 2015.
2. Howard, A. G., et al. (2017). MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications. arXiv preprint.
3. Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE Transactions on Information and Systems.

РАЗРАБОТКА ИГРЫ В ЖАНРЕ ЭКШЕН-АДВЕНЧУРЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ СЛЭШЕРА В РАМКАХ ДВИЖКА UNITY

Алёхов А. Г., Козловский А. А., Колесникова Е. А., Сушко А. Н.,
Селина М. К., Таилова Н. Г.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: alekhov@sfnedu.ru, akozlovskiy@sfnedu.ru, ekole@sfnedu.ru,
mselina@sfnedu.ru, asus@sfnedu.ru, tailova@sfnedu.ru

«За гранью сказок» – это уникальный проект в жанре экшен-адвенчуры с элементами слэшера, который переносит игроков в атмосферу Древней Руси. Главная героиня – травница, обладающая знаниями о зельях и магии, сражается со злом, чтобы спасти людей от иллюзий, околдовавших мир.

Разрабатываемая игра была вдохновлена проектом Hades от студии Supergiant Games, а визуальный стиль основан на иллюстрациях Билибина И. Я к русским сказкам (рис. 1) [1].

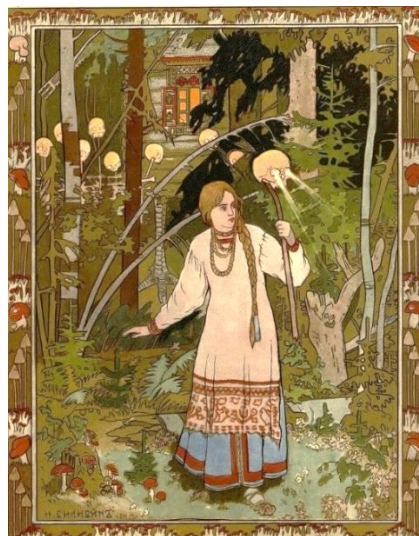
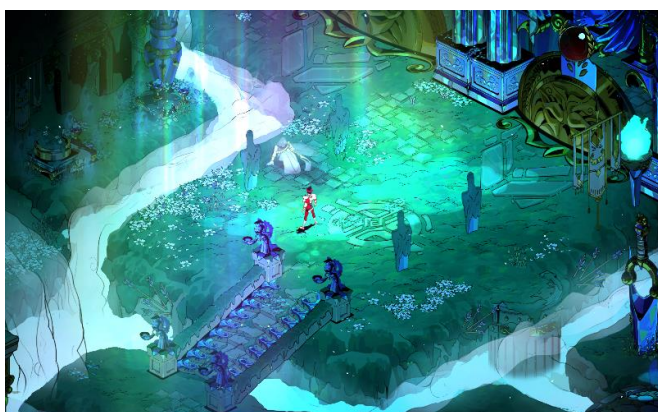


Рис. 1. Скриншот из игры Hades (слева) и иллюстрация Билибина И. Я. к сказке «Василиса Прекрасная» (справа)

Основными особенностями данного проекта являются:

- изометрическая перспектива;
- механика двух миров и переключения между ними;
- боевая система, как ближний бой, так и дальний;
- диалоговая система;
- головоломки на взаимодействие с окружением.

В качестве движка выбран Unity, поскольку он бесплатный, и у большинства участников проекта имеется опыт работы с ним. Технологической особенностью является использование Zinject – библиотеки, которая отвечает за инъекцию зависимостей. Это ускоряет разработку и повышает читаемость кода [2].

Игровой цикл состоит из следующей последовательности действий.

1. Игрок находится в хаб-локации.
2. Выйдя из хаб-локации, пользователь проходит через несколько арен, на которых происходит сражение с врагами, получение необходимых предметов, решение головоломок и некоторой информации о мире.
3. После успешного прохождения всех арен игрок попадает на локацию к боссу, где происходит финальное сражение.
4. По итогу успешного боя с боссом пользователь получает награду, еще больше информации о мире и сюжете, и возвращается в хаб-локацию.

Дизайн уровней построен таким образом, чтобы постепенно повышать сложность для игрока, обучая его новым механикам в одни моменты и бросая вызов для проверки приобретенных навыков в другие, чтобы постоянно поддерживать интерес к дальнейшему прохождению.

Боевая система в игре разделена на две части: со стороны врагов используется подход GOAP (Goal-Oriented Action Planning), позволяющий им принимать осмысленные решения, адаптируясь к ситуации на поле боя – враги могут координировать атаки, использовать уязвимые моменты в действиях игрока [3]. Со стороны игрока реализована комбо-система, дающая возможность выстраивать последовательности атак, а также механика зелий, которые имеют различные эффекты, начиная с отравления местности и заканчивая локальной сменой мира.

Диалоговая система использует заранее подготовленные варианты ответов, исключая применение алгоритмов искусственного интеллекта (рис. 2). Все возможные сценарии подстановки объектов формируются на основе заранее заданных шаблонов. При этом выбор предметов для размещения, зависит от содержимого инвентаря пользователя. Такой детерминированный подход обеспечивает точное соответствие доступных объектов их позициям и предсказуемость взаимодействия с системой.

Головоломки вплетены в дизайн локаций и, помимо текстовых заданий, реализованы визуальные подсказки для успешного прохождения испытания. Система головоломок неразрывно связана с диалогами, через которые осуществляется выбор действия, который собирается совершить игрок. Результат выбранного действия автоматически проверятся с ожидаемым состоянием, и по итогу проверки, если головоломка успешно решена – открывается путь в следующую локацию, в противном случае игроку дается возможность выбрать другие варианты действий.

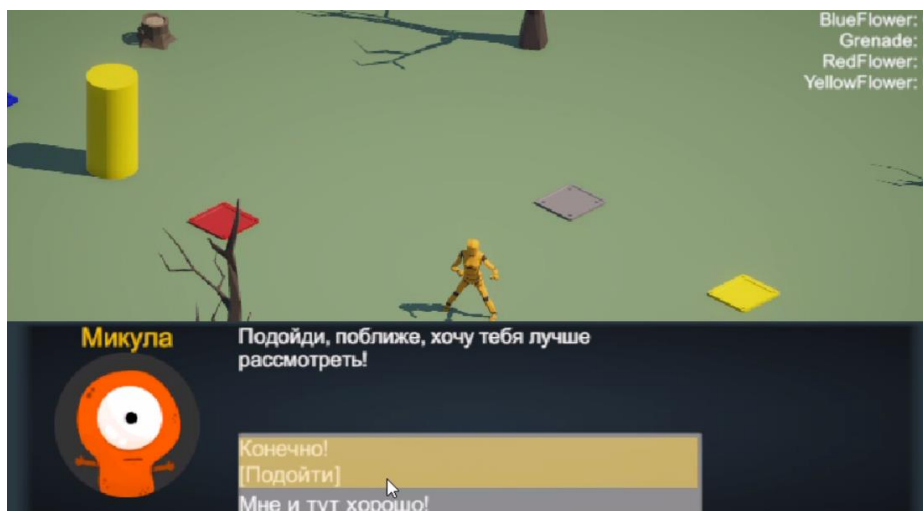


Рис. 2. Пример окна диалога

Визуальная часть проекта формируется из 3D-моделей, находящихся в открытом доступе, а также из 3D-моделей, сделанных собственными силами с помощью свободно распространяемого 3D-редактора Blender [4]. В данном предложении также создаются специфичные анимации, которые нельзя найти в открытом доступе. Для визуального отображения различных эффектов используются авторские шейдеры.

Разработка полноценного варианта такого комплексного проекта требует большого количества времени и сил. На данном этапе разработана демо-версия проекта, призванная ознакомить пользователей с реализованными наработками и получить обратный отклик. С учетом отзывов и мнений игроков в будущем планируется создание полноценного игрового проекта.

Литература

1. Сайт игры Hades URL: <https://www.supergiantgames.com/games/hades/> (последнее обращение 12.03.2025).
2. Репозиторий с документацией Zenject URL: <https://github.com/modesttree/Zenject> (последнее обращение 13.03.2025).
3. Статья о проектировании интеллекта в играх URL: <https://habr.com/ru/articles/650235/> (последнее обращение 13.03.2025).
4. Сайт программы Bender с документацией URL: <https://www.blender.org/> (последнее обращение 13.03.2025).

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ТРЕНАЖЕРОВ

Афанасьев В. А., Тясто С. А.
ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,
г. Москва
E-mail: dfjx2201@yandex.ru

В настоящее время все большую популярность приобретают различные системы, симулирующие виртуальное пространство в целях обеспечения эффекта погружения и присутствия пользователя. Активно ведется поиск и разработка специализированных решений, мотивирующих пользователей на улучшение их компетенций. Среди функций подобных тренажеров можно выделить имитацию реальных техпроцессов и сценариев, создание отчетов и оценку действий пользователей.

Использование цифровых двойников дает возможность точно воспроизвести оригинальную сущность и синхронизироваться с ней. Обучение или эксплуатация реального оборудования требует определенных вложений, а также подразумевает риск нанесения вреда здоровью или жизни персонала. Использование цифровой модели снижает ранее упомянутые опасности к минимуму и позволяет экономить средства [1].

В рамках данной работы рассматривается добыча алмазов, в частности, перевозка кимберлита на самосвалах «БелАЗ». Эти, как и многие другие производственные процессы могут нести угрозу здоровью и жизни работников при халатном отношении к ним. Виртуальные тренажеры позволяют мотивировать персонал соблюдать правила техники безопасности (ТБ) в целях их успешного прохождения, что обучает и наглядно показывает последствия нарушений без риска получения какого-либо вреда сотрудниками [2].

Разработка симулятора, включающего в себя компоненты виртуального окружения и пользовательского интерфейса, предполагает функциональное моделирование процессов.

На рис. 1 представлена контекстная диаграмма с основными входами и выходами системы.

Реализация и интеграция данной системы позволит повысить качество процессов обучения кадров в различных организациях, обеспечивая накопление информации об эксплуатации для дальнейшего совершенствования.

На рис. 2 представлена 3D-сцена разрабатываемой системы на базе движка Unreal Engine. Скриншот позволяет увидеть непосредственно «БелАЗ» на фоне карьера.

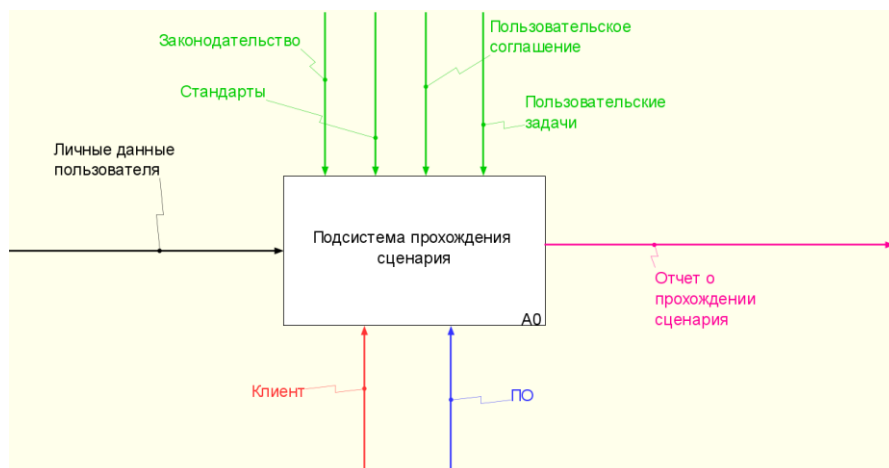


Рис. 1. IDEF0 – уровень A0

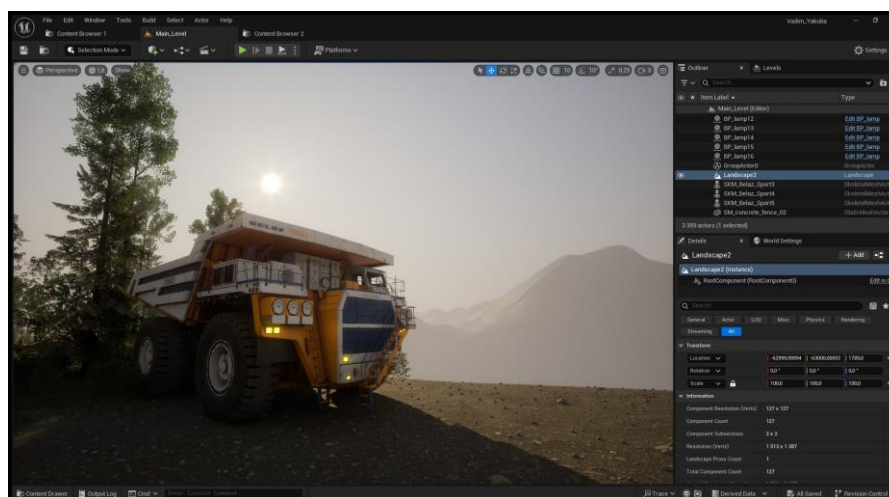


Рис. 2. 3D-сцена «Карьер»

Литература

1. Что такое цифровые двойники и где их используют [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6107e5339a79478125166eeb>, свободный. Дата обращения: 15.03.2025 г.
2. Цифровой тренажерный комплекс для обучения операторов производства [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://sibedge.team/case-studies/digital-training-complex-for-operators/>, свободный. Дата обращения: 15.03.2025 г.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ИГРОВОЙ КОНФИГУРАЦИИ НА ПРИМЕРЕ КОЛОДОСТРОИТЕЛЬНОГО РОГАЛИКА

Безуглов Р. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: rbezuglov@sfnedu.ru

При создании карточной игры разработчик всегда в определенный момент сталкивается с проблемой необходимости сбалансировать игровой процесс. В играх колодостроительного жанра данная задача становится особенно комплексной и нетривиальной.

Колодостроительные игры – это жанр настольных и компьютерных игр, в которых игроки создают собственные колоды карт, составляя их из предложенных наборов карт или выбирая их из общего пула. Целью игры обычно является сбор оптимальной колоды, способной противостоять противопоставленным игроку угрозам или же колодам других игроков.

Ввиду особенностей жанра перед разработчиком ставится задача не только предоставить игроку возможность собрать достаточно сильную колоду, но и сделать этот процесс интересной и бросающей вызов задачей для игрока.



Рис. 1. Текущая версия Игры Written Ones на базе которой основана система тестирования параметров

Условно разработку колодостроительной игры можно разделить на 2 основных, прочно связанных между собой подзадачи: создание правил игры и создание конфигурации. Правила игры формируют основу игрового процесса и определяют, как игроки взаимодействуют друг с игровыми элементами. Конфигурация же определяет параметры и поведение непосредственно различных игровых элементов: карт, врагов, способности персонажей, их характеристики и другие подобные аспекты.

Невозможность оценки конфигурации – это ситуация, когда невозможно точно и эффективно определить качество или эффективность определенной конфигурации системы, структуры или набора элементов. В контексте игр, таких как колодостроительные игры, это может означать, что игрок или разработчик не может адекватно оценить, насколько хороша или плоха конкретная комбинация карт, противников или стратегий поведения.

При условии разработки автоматической оценки конфигурации, возможно создать алгоритм для поиска наилучших конфигураций для данной системы оценки наборов параметров, в зависимости от поставленных целей.

Формализуем игровой процесс. Представим забег как набор из N боевых сцен и $N-1$ выбора наград между данными сценами. Каждая боевая сцена характеризуется набором противников, заранее определенными конфигурацией. Награду между сценами также представим как заранее заданный в конфигурации набор из трех карт, с возможностью для игрока выбрать одну карту из набора и добавить в колоду. Так, полный набор параметров, взятых из конфигурации, будет составлять:

- Набор карт, являющихся начальной колодой;

- Начальное максимальное здоровье каждого из игровых «героев»;

- N наборов противников;

- $N-1$ набор из трех карт, определяющих награду между боевыми сценами;

Параметры определяющие текущие здоровье игровых героев на момент окончания боевой сцены переходят в следующую игровую сцену.

Имея возможность запуска симуляций для «оптимального» и «случайного» игроков уже возможно сформулировать определенные критерии для набора конфигураций.

Пусть «оптимальный» игрок действует в боевых сценах наиболее эффективным образом (так, чтобы после сцены параметры текущего здоровья персонажей были наибольшим), а «случайный» игрок разыгрывает карты из руки случайным образом в соответствии с названием. После достаточно большого набора симуляций мы сможем определить наилучший, наихудший и медианный результат для данного набора входных параметров на начало сцены и для данной конфигурации.

Выбор карт из наборов между боевыми сценами возможно протестировать методом полного перебора. К разбить дальнейшие симуляции на 3 ветки в зависимости от выбора награды. С учетом скорости роста при подобном подходе необходимо исключить продолжение выполнения для всех полученных наборов, передающихся между сценами, ограничившись репрезентативным набором из худшего, лучшего и результатов между ними взятых с определенным шагом. Успешность конфигурации будет определяться количеством успешно завершенных забегов для «оптимального» и «случайного» игрока для различных комбинаций выбранных между боевыми сценами наград. После проведения анализа результатов возможно изменение карт, предлагаемых в награду между сценами (если определенный выбор приводит к слишком большому или слишком низкому проценту успешных забегов), а также изменению наборов врагов на более простые или более сложные, в зависимости от статистики прохождения боевых сцен и предполагаемого геймдизайнером игрового опыта.

Нетривиальной задачей является создание «оптимального» игрока для симуляции. Предполагается достижение приемлемых для проведения полноценной симуляции результатов при достаточно качественном обучении Reinforcement Learning агентов.

Литература

1. Hoover A. K., Togelius J., Lee S., De Mesentier Silva F. – The Many AI Challenges of Hearthstone.
2. García-Sánchez P., Tonda A., Mora A. M., Squillero G., Merelo J. J. – Automated playtesting in collectible card games using evolutionary algorithms: A case study in hearthstone.
3. Mahlmann T., Togelius J., Yannakakis G. N. – Evolving card sets towards balancing Dominion.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ИНФОРМАТИКИ

Блинова Е. Е., Ищенко П. А.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича*

E-mail: eesivokon@sfedu.ru, pishchenko@sfedu.ru

В настоящее время процессы трансформации системы образования все чаще ставят вопросы о пересмотре не только содержания школьного образования с целью насыщения материалом, который отражает современные тенденции развития науки и технологий, но и о поиске новых форм проведения занятий, в частности в школе.

На сегодняшний день наиболее распространены очная и дистанционная формы обучения [4]. Каждая из них имеет ряд преимуществ и недостатков.

Очная форма обучения представляет собой более классический способ обучения. Все учащиеся находятся в одном месте и получают информацию от преподавателей, находящихся с ними в одной аудитории. Такая форма обучения позволяет учащимся задавать вопросы, при возникновении трудностей, быстро получать обратную связь по выполненной работе, находиться в постоянном контакте друг с другом, с преподавателем. Однако основным недостатком такой формы обучения является отсутствие гибкости и мобильности, сложность построения индивидуальной программы обучения.

Решить данные проблемы позволяет дистанционное обучение. Образовательный процесс в этом случае включает в себя использование информационных технологий, а также всевозможных технических средств, позволяющих организовывать передачу информации между участниками образовательного процесса на расстоянии. Дистанционное обучение позволяет сделать образование более доступным. Учащиеся имеют возможность выстраивать гибкий график и быть более мобильными. Но в то же время это лишает возможности развития навыков коммуникации. Это становится большим минусом, т. к. в основные компетенции квалифицированного специалиста входит в том числе умение эффективно общаться с людьми.

Одной из форм обучения, которая позволит найти оптимальное соотношение между дистанционной и очной формами работы, дающая возможность не только самостоятельно получать знания, но и коммуницировать с другими участниками образовательного процесса, может быть смешанное обучение. Данный образовательный подход сочетает в себе элементы

очного и дистанционного обучения, сохраняя преимущества и практически полностью устраняя недостатки обеих форм.

Изучению технологии смешанного обучения посвящены труды большого количества зарубежных и отечественных авторов.

Д. Пейнтер (Darling Painter) под смешанным обучением понимает совокупность формальных средств обучения (очная работа в учебном заведении, изучение теоретического материала) с неформальными (использование информационных технологий в обучении, в том числе дистанционное обучение) [5].

Д. Кларк (Donald Clark) считает, что смешанное обучение не просто сочетание традиционных форм обучения с дистанционными. По мнению автора, одним из составляющих дистанционного обучения должно быть взаимодействие людей, получение новых профессиональных навыков без отрыва от производства. Т. е., необходимо соединять две формы обучения, устраняя «барьеры» между ними [5].

Все чаще смешанное обучение применяется в традиционной системе образования, в том числе и обучении в школе.

Применение смешанной технологии обучения в школе, в том числе и на уроках информатики от педагога требует высокого уровня профессионализма, т. к. подготовка к урокам становится достаточно трудоёмким процессом. Необходимо разработать план работы, выбрать онлайн-платформы, которые могут быть задействованы в образовательном процессе, разработать методические материалы, подготовить и настроить детей на непривычный для многих формат работы.

При этом можно выделить ряд преимуществ применения технологии смешанного обучения:

- расширение учебного плана, которого можно добиться с помощью компьютерных технологий, что позволяет использовать дополнительные ресурсы в процессе обучения;
- возможность использовать разные виды информации по способу восприятия, что позволяет добиться наглядности и улучшения усвоения материала;
- использование онлайн-платформ позволяет внедрить в образовательный процесс элементы интерактивности, различные формы совместной работы, что способствует повышению интереса к предмету у учащихся;
- непрерывность образования, которая достигается за счёт того, что смешанное обучение предполагает постоянный доступ к образовательным ресурсам, т. е. учащиеся могут обучаться в любое удобное для них время.

Существует большое количество различных моделей смешанного обучения, однако эффективность применения этих моделей в школе, отличается. Возможность применения технологии смешанного обучения на уроках

информатики можно рассмотреть на примере модели «перевернутый класс».

Перевернутый класс (англ. flipped classroom) – модель смешанного обучения, предполагающая основное изучение материала дома, а во время аудиторной работы происходит выполнение учащимися заданий, лабораторных и практических работ, опирающихся на заранее изученную информацию [2].

Основная цель «перевернутого урока» – перейти от монотонного записывания информации за учителем к практической деятельности учащихся на уроке. В силу этого содержание занятий при использовании данной модели кардинально отличается от традиционных форм обучения.

Можно выделить следующие этапы применения данной модели:

1) учащийся в любое удобное для себя время изучает учебный материал (презентация, видео, онлайн-учебники, контент на образовательных платформах), подготовленный учителем;

2) на уроке учитель организует совместную деятельность по изученной теме (дискуссии, решение задач, работа над проектами и т. д.);

3) практическое применение полученных знаний: на этом этапе учащиеся переходят к индивидуальному выполнению практических и лабораторных работ;

4) рефлексия в конце урока: данный этап позволяет учащимся обсудить, чего им удалось достичь, какие трудности возникали в процессе работы, что можно улучшить.

Например, при изучении информатики в 8 классе целесообразно применить модель «перевернутый класс» при изучении таких тем, как «Двоичная система счисления», «Логические операции и логические выражения», «Алгоритмы и способы их записи», «Линейные, разветвляющиеся и циклические алгоритмы», «Общие сведения о языке программирования Python», «Программирование линейных, разветвляющихся и циклических алгоритмов на языке Python» и др.

При изучении темы «Двоичная система счисления» модель перевернутый класс можно применить следующим образом:

1) учащиеся заранее просматривают видеолекцию, созданную учителем, в которой содержится общая информация о двоичной системе счисления, правила перевода двоичных чисел в десятичную систему счисления и наоборот. После чего учащиеся составляют 2–3 вопроса по теоретическому материалу для дальнейшего обсуждения в классе;

2) на уроке учащиеся вместе с учителем обсуждают изученную тему, отвечают на вопросы учителя и вопросы друг друга, систематизируют изученную информацию. После этого учащиеся делятся на команды по 3–4 человека. Каждая команда получает задания по переводу двоичных чисел в

десятичную систему счисления и наоборот. Работа должна быть организована так, чтобы каждый член команды выполнял задания и в случае возникновения трудностей у одного из участников, остальные члены команды должны помочь их преодолеть. Таким образом, учащиеся получают возможность не только выполнить задания и закрепить материал, но и объяснить этот материал другим, что способствует ещё большему усвоению информации;

3) на следующем этапе учащиеся приступают к индивидуальной работе, которая может быть организована в виде интерактивных заданий на образовательных платформах (сопоставить двоичное число с соответствующим ему числом в десятичной системе счисления; выполнить перевод из одной системы счисления в другую до того, как истечёт время на таймере; найти ошибку в равенстве чисел, записанных в разных системах счисления, и исправить её);

4) после выполнения всех командных и индивидуальных заданий учитель организует обсуждение результатов проделанной работы. Учащиеся рассказывают, какие трудности возникали в начале работы и как их удалось преодолеть, что им помогло в этом, оценивают успешность усвоения материала. При необходимости получают дополнительные консультации у учителя.

Данные этапы позволяют создать оптимальные условия для усвоения темы и вовлечь учащихся в учебный процесс.

Использование модели смешанного обучения ведёт к повышению результативности образовательного процесса. Учащийся при этом является активным участником учебной деятельности, у него появляется возможность придерживаться индивидуальной образовательной программы с учетом собственных возможностей и интересов. Это способствует развитию личности, навыков самообучения.

Литература

1. Велединская С. Б., Дорофеева М. Ю. Смешанное обучение: секреты эффективности // Высшее образование сегодня. 2014. № 8. С. 8–13.
2. Москвин К. М. Роль смешанного обучения в процессе профилизации системы среднего общего образования // Наука и школа. 2020. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-smeshannogo-obucheniya-v-protssesse-profilizatsii-sistemy-srednego-obshchego-obrazovaniya> (дата обращения: 07.03.2025).
3. Немчанинова Ю. П. Использование технологии «Перевернутый класс» в обучении программированию в рамках преподавания школьного курса информатики // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2017. № 3 (27). URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-](https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie)

tehnologii-perevernuty-klass-v-obuchenii-programmirovaniyu-v-ramkah-prepodavaniya-shkolnogo-kursa-informatiki (дата обращения: 07.03.2025).

4. *Пушкарева Т. П., Калинина В. В.* Реализация смешанной модели обучения информатике // Открытое образование. 2020. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-smeshannoy-modeli-obucheniya-informatike> (дата обращения: 04.03.2025).
5. *Рубцов Г. И., Панич Н. В.* Смешанное обучение: анализ: трактовок понятия // Отечественная и зарубежная педагогика. 2016. № 5 (32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/smeshannoe-obuchenie-analiz-traktovok-ponyatiya> (дата обращения: 04.03.2025).

МЕСТО НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ В ШКОЛЬНЫХ КУРСАХ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Блинова Е. Е., Полупанова И. И.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича

E-mail: eesivokon@sfedu.ru, polupanova@sfedu.ru

В настоящее время все больше исследований проводится в области применения искусственного интеллекта во всех сферах жизни человека. Все чаще рутинные задачи человеку помогают выполнять инструменты, в основе которых лежат технологии искусственного интеллекта, поэтому в будущем миру необходимы будут люди, обладающие навыками решения сложных задач и умеющие мыслить нестандартно. Теперь современное образование нацелено не только на передачу знаний, но и на формирование умений применять их в нестандартных ситуациях. Особое значение приобретают навыки решения этих нестандартных задач, выходящие за рамки шаблонных алгоритмов и требующие от учащихся проявления креативности, гибкости мышления и способности к поиску нетривиальных решений. Именно поэтому в современных школах все больше внимания уделяется нестандартному мышлению.

Развитие творческих навыков ребенка, его критического мышления, способностей происходит, в большей степени, в образовательном процессе. Именно в школе ребёнок получает основные навыки общения, учится строить межличностные отношения. Этот процесс проходит лучше при комплексной психолого-педагогической поддержке со стороны образовательной организации [4].

В психологии существует множество подходов к изучению процесса решения задач. Гештальтпсихология акцентирует внимание на целостном восприятии проблемы и инсайте как внезапном озарении, приводящем к решению. Бихевиоризм рассматривает процесс решения задач как формирование условных рефлексов и ассоциаций. Когнитивная психология изучает внутренние психические процессы, такие как восприятие, память, мышление и внимание, которые участвуют в решении задач. Обучение должно быть ориентировано на зону ближайшего развития ребенка, то есть на те задачи, которые он может решить с помощью взрослого или более компетентного сверстника.

Сейчас актуальной становится проблема и качества профессиональной подготовки будущих учителей в рамках высшего педагогического образования. Определяются пути его модернизации в соответствии с целями, задачами и требованиями государства, общества и современными вызовами,

умением правильно организовать процесс обучения [2]. Преподаватель должен правильно организовать обучение, которое поможет в дальнейшем будущему выпускнику построить карьеру и быть ценным сотрудником, благодаря развитому мышлению. Мышление человека, главным образом, состоит из постановки и решения задач. В них заложены большие возможности для развития смекалки, начал исследовательской работы, логического мышления [2]. Поэтому, кроме системы типовых задач, решать которые обязан уметь каждый ученик, в обучении все чаще стали встречаться и такие задачи, которые не укладываются в эту систему. Их в методической литературе и называют нестандартными.

Анализ опыта работы в школе показывает, что нестандартные задачи находят все более частое и широкое применение в обучении. В педагогике и психологии есть определённые методы и приемы обучения решению задач. Проблемное обучение, например, предполагает создание ситуаций, которые стимулируют учащихся к поиску новых знаний и способов решения. Проектная деятельность позволяет учащимся применять знания на практике, разрабатывать собственные проекты и решать реальные проблемы. Игровые технологии делают процесс обучения более интересным и мотивирующим.

Эффективная подготовка учащихся к решению нестандартных задач требует создания определенных психолого-педагогических условий, которые способствуют развитию их интеллектуальных способностей, креативности и мотивации.

К таким условиям относятся:

- *создание стимулирующей образовательной среды* (образовательная среда должна быть безопасной, поддерживающей и стимулирующей, учащиеся должны чувствовать себя комфортно, чтобы свободно выражать свои мысли, задавать вопросы и предлагать новые идеи);
- *формирование положительной мотивации к изучению математики и информатики* (мотивация является ключевым фактором, определяющим успешность учебной деятельности);
- *развитие креативного мышления и умения генерировать новые идеи* (важно стимулировать учащихся к поиску нестандартных решений, предлагать им задачи, требующие творческого подхода, и создавать условия для экспериментирования и реализации своих идей);
- *учёт индивидуальных когнитивных стилей учащихся при организации учебной деятельности* (когнитивные стили отражают индивидуальные особенности восприятия, переработки и хранения информации);
- *развитие регуляторных навыков, необходимых для успешного решения задач* (регуляторные навыки включают умение планировать свою деятельность, контролировать процесс решения задач, оцени-

вать полученные результаты и корректировать свои действия в случае необходимости).

Решение нестандартных задач способствует развитию ключевых компетенций, которые необходимы для успешной адаптации в условиях современного мира. К ним можно отнести:

- 1) *когнитивные компетенции*: способность анализировать информацию, критически мыслить, решать, принимать решения, проявлять креативность и новаторское мышление;
- 2) *информационные компетенции*: способность к поиску информации, её анализу и правильному применению;
- 3) *коммуникативные компетенции*: работа в команде, умение правильно аргументировать свою точку зрения, навыки общения;
- 4) *самоорганизационные компетенции*: оценка собственных результатов, умение организовать деятельность, эффективный тайм-менеджмент.

Очень важно отметить, что нестандартные задачи играют важную роль в развитии познавательной деятельности учащихся. Они стимулируют эвристическое мышление, развивают ключевые компетенции, формируют активную познавательную позицию и способствуют успешной адаптации к постоянно развивающемуся миру. Использование нестандартных задач в образовательном процессе требует от педагога творческого подхода, знания психолого-педагогических особенностей учащихся и умения создавать условия для самостоятельного поиска решений. В ходе исследования особенностей применения нестандартных задач в обучении математике и информатике был разработан сборник нестандартных задач по математике и информатике для учащихся 9 класса IT-профиля, направленный на углубление и расширение знаний учащихся, а также развитие их познавательных компетенций. В сборник включены задания, требующие от учащихся не только знания теоретического материала, но и умения применять его для построения алгоритмов и поиска оптимальных решений. Задания сборника охватывают широкий спектр тем, выходящих за рамки стандартной школьной программы. Это позволяет учащимся готовиться к олимпиадам и конкурсам по математике и информатике. Практическое применение сборника нестандартных задач по математике и информатике в 9 классе по профилю «IT» в СУНЦ ЮФО дало положительные результаты. Сборник способствовал повышению успеваемости учащихся, развитию их алгоритмического и логического мышления, успешному участию в олимпиадах и конкурсах, повышению мотивации и интереса к предмету, а также формированию навыков самообразования. Этот опыт позволяет сделать вывод о том, что интеграция нестандартных задач в учебный процесс является необходимым условием для формирования конкурентоспособных и востребованных специалистов, способных решать сложные и нестандартные задачи, стоящие перед современным обществом.

Литература

1. Лучинина А. О., Бетехтина С. И. Психолого-педагогическая подготовка школьников в условиях профильного обучения // Концепт. 2015. № 11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologo-pedagogicheskaya-podgotovka-shkolnikov-v-usloviyah-profilnogo-obucheniya> (дата обращения: 10.03.2025).
2. Пойа, Д. Как решать задачу / Д. Пойа ; под ред. Ю. В. Бромлея. – Москва : Наука, 1975. – 216 с.
3. Романов Ю. В. Подготовка учителя математики: организация наставнической деятельности в южном федеральном университете // ДМ. 2024. № 64. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-uchitelya-matematiki-organizatsiya-nastavnicheskoy-deyatelnosti-v-yuzhnom-federalnom-universitete> (дата обращения: 10.03.2025).
4. Аллаяров З. А. Подготовка школьников к участию в олимпиадах, конкурсах в образовательной организации // Педагогический журнал Башкортостана. 2018. № 4 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-shkolnikov-k-uchastiyu-v-olimpiadah-konkursah-v-obrazovatelnoy-organizatsii> (дата обращения: 10.03.2025).
5. Терентьева Л. П. Нестандартные задачи и их педагогическая роль в формировании интереса к изучению математики в начальных классах // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. 2019. № 4 (104). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nestandartnye-zadachi-i-ih-pedagogicheskaya-rol-v-formirovanii-interesa-k-izucheniyu-matematiki-v-nachalnyh-klassah> (дата обращения: 11.03.2025).

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ КОПИИ ЧЕЛОВЕКА В ВИДЕ ЧАТБОТА

Бобровский Д. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: demian.bob@gmail.com*

Цифровой двойник человека в виде чатбота – это программа, которая использует математическую модель для имитации поведения, стиля общения и знаний конкретного человека. Данная концепция является конкретной реализацией виртуального собеседника, которая была создана с учетом заранее определенных правил и логики. Виртуальный собеседник – это информационная система (бот), имитирующая общение человека с другим человеком и способная вести диалог с пользователем на естественном языке. Такой бот может общаться в текстовом формате, предоставляя информацию или реагируя так, как это сделал бы настоящий человек.

Развитие ИИ и чатботов имеет прикладное значение для автоматизации, улучшения UX и персонализации услуг, что востребовано в бизнесе, медицине и образовании. Цифровые копии людей могут заменить человеческий труд в задачах, которые требуют многократно повторяющихся взаимодействий, например, служба поддержки клиентов, ведь боты способны работать без перерывов и могут обслуживать несколько пользователей одновременно, что значительно увеличивает эффективность. Также чатботы могут работать с гораздо большими базами данных, что является их преимуществом по сравнению с человеком.

Рассмотрим предполагаемую модель поведения бота (Рис. 1). Сначала пользователь запускает его с помощью команды /start, после чего на экран выводится приветственное сообщение. Далее пользователь формулирует запрос, который бот обрабатывает с использованием математической модели, основанной на нейросетевом анализе. Текст представляется в виде многомерного векторного пространства с применением методов векторизации, после чего вычисляется мера семантического сходства между запросом и имеющимися в модели знаниями. Если бот имеет релевантный ответ с достаточной степенью уверенности, то он предоставляет его пользователю. Иначе, ищется ближайшее соответствие, и бот предлагает альтернативный вариант, а если и это не помогло, то бот просит уточнить вопрос. Данный процесс продолжается до тех пор, пока у пользователя не останется вопросов.

Работа чатбота основана на так называемом диспетчере – он использует роутеры (служит для приема message и callback_query), которые обрабатывают

запросы, а затем вызывают соответствующие хэндлеры (т. е. функции) при получении сообщения от пользователя, которые выводят ответ.

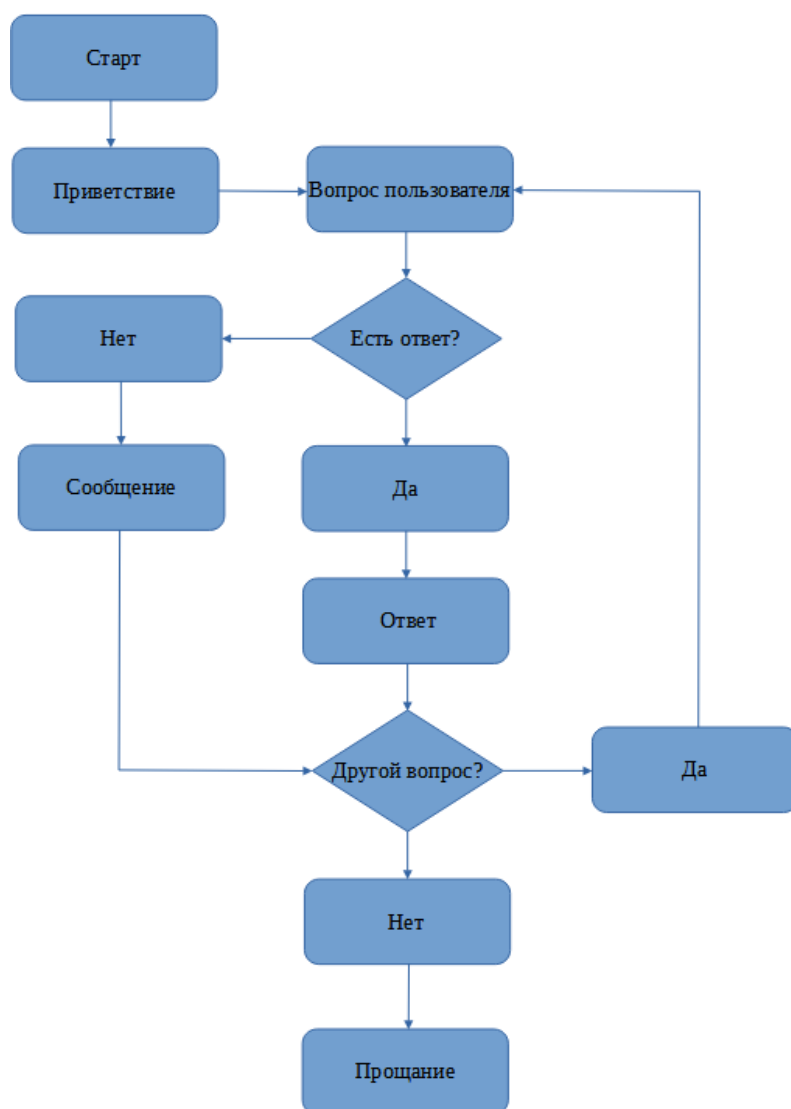


Рис. 1. Блок-схема работы чатбота

Пример базового рабочего интерфейса приведён на рисунке 2. Использование чатбота, основанного на технологиях искусственного интеллекта и машинного обучения для имитации человеческого общения, позволит улучшить эффективность взаимодействия с пользователями за счёт быстрой генерации ответов, повысит уровень вовлечённости клиентов, удобства использования (включая мобильные версии) и постоянной доступности. Такой чатбот может быть экономически целесообразен, заменяя нескольких специалистов, при этом обеспечивая высокий уровень персонализации общения. Это также улучшит качество коммуникации для людей с ограниченными слуховыми и речевыми возможностями.

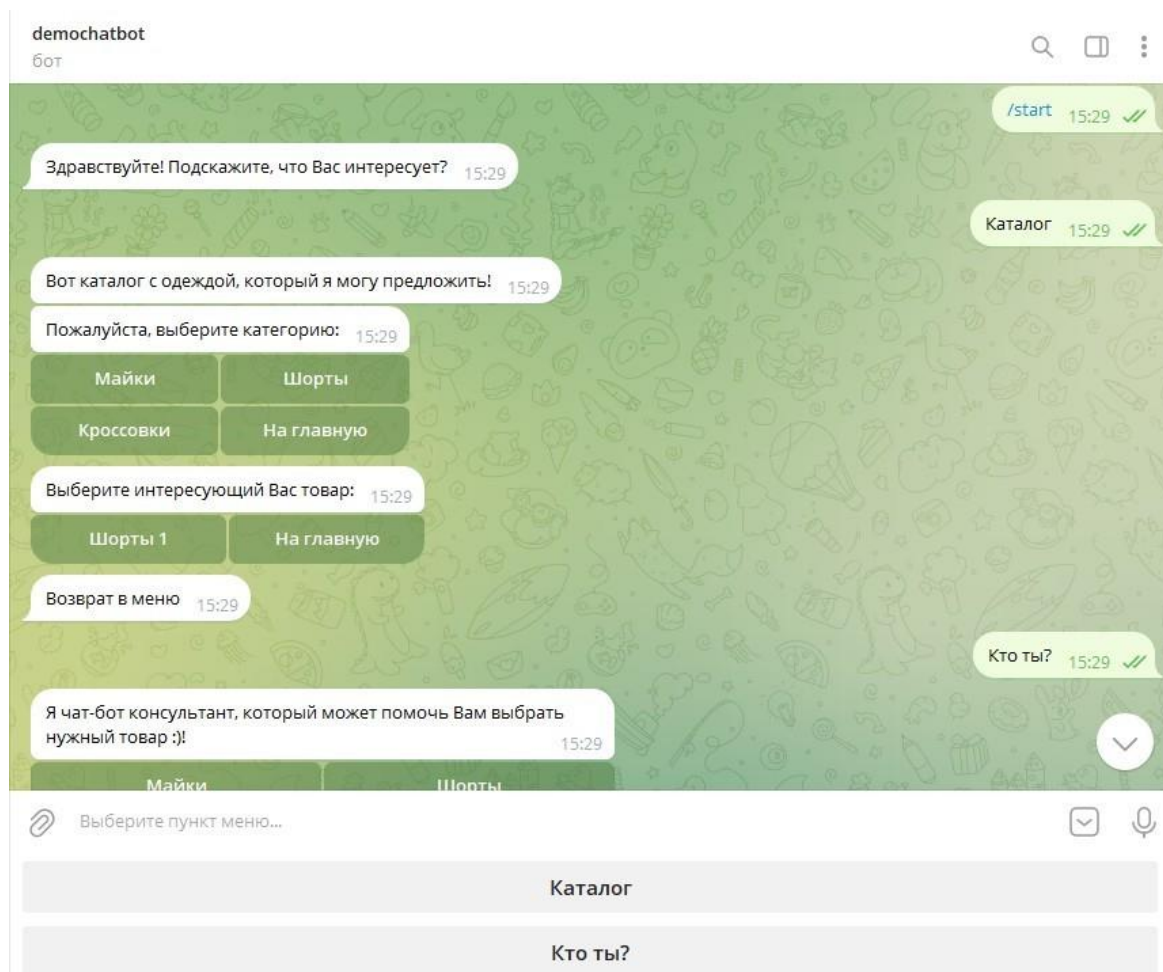


Рис. 2. Интерфейс чатбота

Литература

1. Чат-боты: от идеи до реализации – URL: <https://ya.zerocoder.ru/pgt-chat-boty-ot-idei-do-realizacii/> (Дата обращения: 18.11.2024).
2. 5 проверенных сервисов для создания чат-ботов – URL: <https://ya.zerocoder.ru/pgt-5-proverennyh-servisov-dlya-sozdaniya-chat-botov/> (Дата обращения: 18.11.2024).
3. Примеры ботов – URL: <https://tigrm.ru/docs/bots/samples> (Дата обращения: 19.11.2024).
4. Bot API Library Examples – URL: <https://core.telegram.org/bots/samples> (Дата обращения: 23.11.2024).
5. ETH Zurich, Switzerland / Nikola Kovačević, Christian Holz, Markus Gross, Rafael Wampfler // The Personality Dimensions GPT-3 Expresses During Human Chatbot Interactions – URL: <https://cgl.ethz.ch/Downloads/Publications/Papers/2024/Kov24a/Kov24a.pdf> (Дата обращения: 27.11.2024).

6. *Чижик А. В., Жеребцова Ю. А.* Создание чат-бота: обзор архитектур и векторных представлений текста // КиберЛенинка: научная электронная библиотека – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-chat-bota-obzor-arhitektur-i-vektornyh-predstavleniy-teksta> (Дата обращения: 20.11.2024).
7. *Матвеева Н. Ю., Золотарюк А. В.* Технологии создания и применения чат ботов // КиберЛенинка: научная электронная библиотека – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-sozdaniya-i-primeneniya-chat-botov> (Дата обращения: 20.11.2024).
8. *Косова Е. М.* Анализ использования чат-ботов в энергетической индустрии // КиберЛенинка: научная электронная библиотека – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chatbot-integration-analysis-of-energy-industry-cases> (Дата обращения: 30.11.2024).
9. Telegram Bot Features – URL: <https://core.telegram.org/bots/features> (Дата обращения: 21.11.24).
10. 14 крутых онлайн-сервисов для создания чат-ботов – URL: <https://habr.com/ru/companies/click/articles/567446/> (Дата обращения: 22.11.24).

СТРУКТУРИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ О РАБОТЕ С POWER BI

Бобровский П. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: pbobrovskii@sfnedu.ru

Одной из проблем бизнес-аналитики является увеличение объёмов информации: это мешает в проведении анализа данных. Для её решения, информацию принято изображать графически, например, с помощью диаграмм [1]. Существует большое количество приложений для визуализации сведений, одним из которых является Power BI.

Power BI – это сервис для бизнес-аналитики, разработанный компанией Microsoft, что обеспечивает ему интеграцию с Microsoft Ecosystem [2, 3]. Помимо этого, приложение обладает широким функционалом для графического представления данных из таблиц, что помогает при создании отчётов и отслеживания различных изменений. Возможности визуализации приложения показаны на рисунке 1.

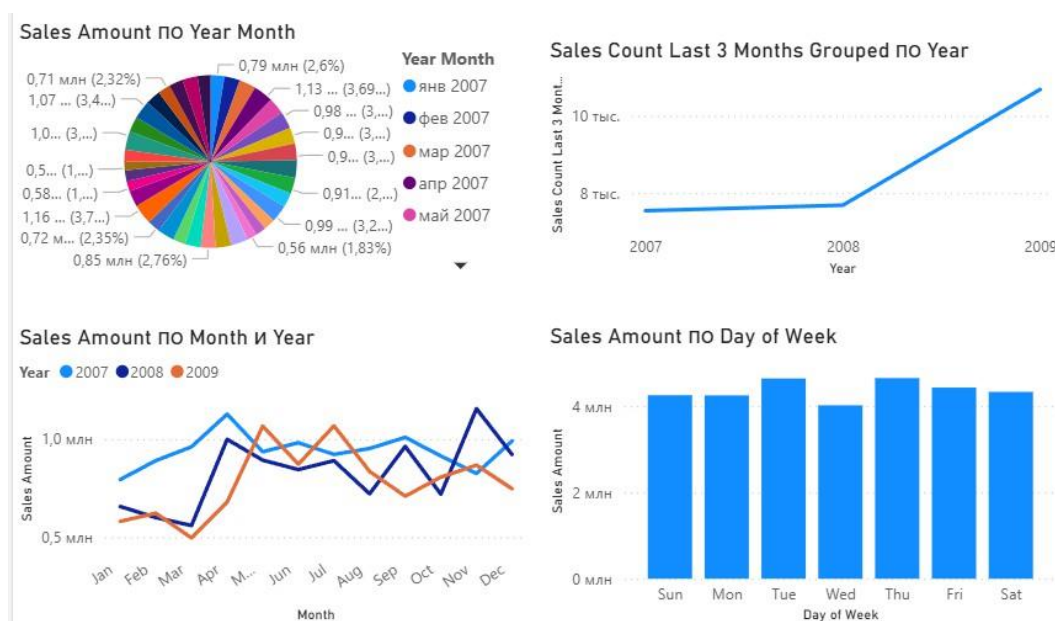


Рис. 1. Визуализации данных с использованием функционала Power BI

Отображения данных в Power BI происходит через меры, вычисляемые столбцы и таблицы. Для их создания используют DAX [4] – язык формул для анализа данных, расчётов и агрегации по ним. В листинге 1 показан пример создания таблицы дат.

Наличие столь широкого функционала увеличивает порог вхождения для использования Power BI. Для эффективного решения данной задачи целесообразно сформировать базу знаний, которая будет содержать обширную информацию, разбитую на несколько разделов, о работе с приложением. Она должна включать в себя различные подглавы, начиная от основ языка DAX и заканчивая примерами реального кода, используемого для решения задач.

Листинг 1. Создание таблицы дат Table

```
Table = DATATABLE(
    "Product", STRING, //Название столбца и тип данных в нём
    "Amount", INTEGER,
    "Price", CURRENCY,
    {
        {"Fridge", 500, 1230}, //заполнение таблицы
        {"Phone", 100, 999},
        {"TV", 1300, 1000}
    }
)
```

Одним из способов организации знаний может служить Obsidian [6] – приложением для создания и управления заметками, которое использует Markdown-форматирование [7] и позволяет структуризировать информацию в виде связанных между собой файлов.

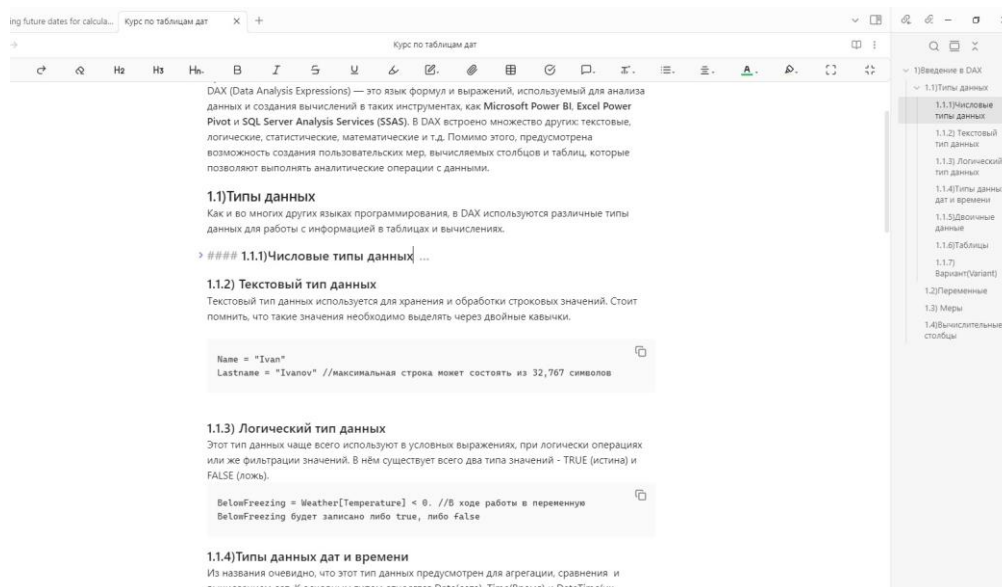


Рис. 2. Пример заметки в Obsidian

Помимо встроенных плагинов, Obsidian позволяет использовать плагины от сообщества, которые в значительной степени расширяют и без того большой функционал приложения. Ориентирование между заметками возможно с использованием тегов и встроенной системы поиска (рис. 3, 4).

Организация знаний по работе с Power BI упростит изучение функционала, позволит иметь под рукой необходимую информацию в наглядном виде, а также сделает обучение более доступным.

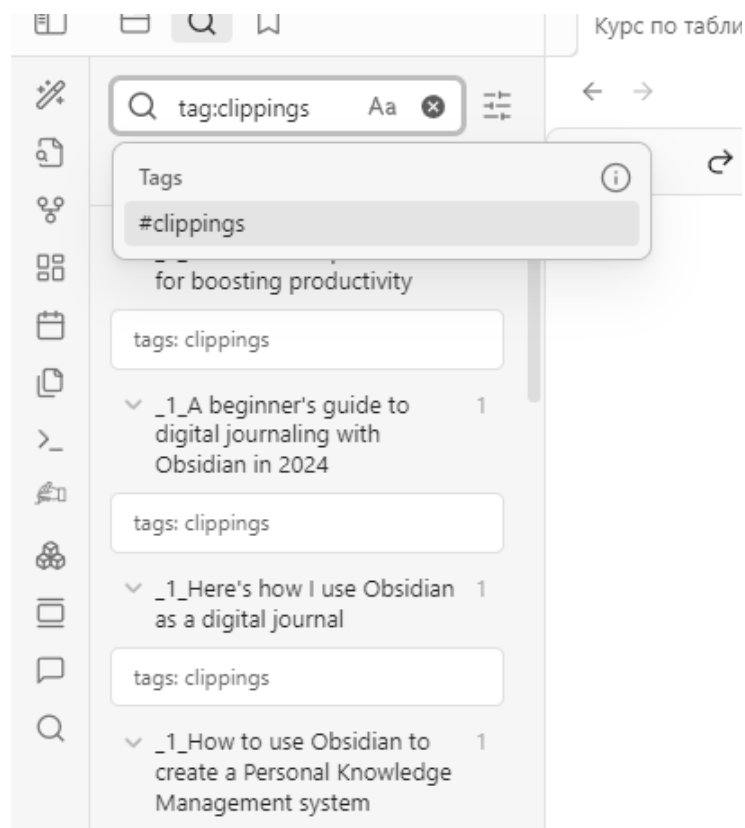


Рис. 3. Поиск по тегам

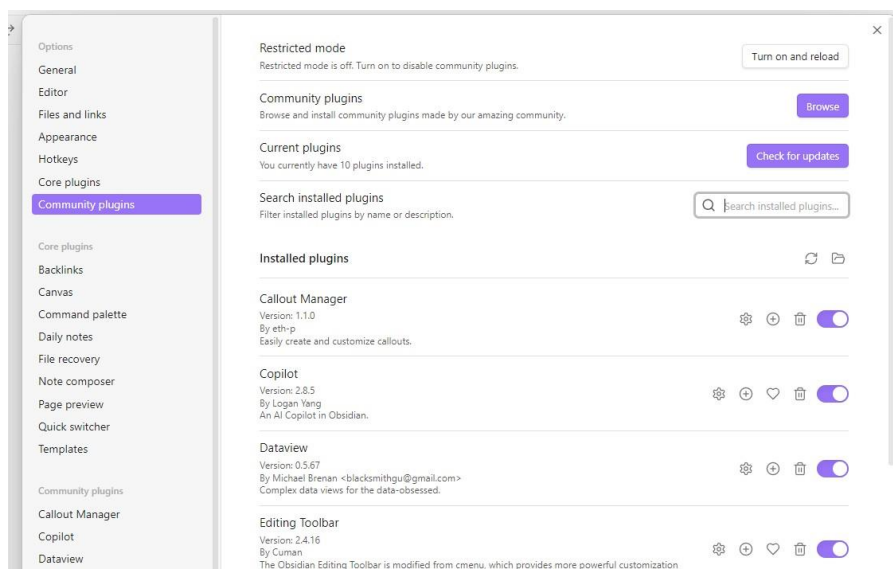


Рис. 4. Плагины от сообщества

Литература

1. Как выбрать тип диаграммы для визуализации данных учитывая контекст <https://infogra.ru/infographics/kak-vybrat-tip-diagrammy-dlya-vizualizatsii-dannyh-uchityvaya-kontekst> [Электронный ресурс].
2. Introducing the Microsoft Ecosystem For the Modern Worker | Velosio [Электронный ресурс]: <https://www.velosio.com/blog/introducing-the-microsoft-ecosystem-for-the-modern-worker/>.
3. Что такое Microsoft Power BI простыми словами / Skillbox Media [Электронный ресурс]: <https://skillbox.ru/media/management/microsoft-power-bi-obzor-glavnykh-funktsiy-servisa-dlya-analiza-i-vizualizatsii-dannykh/>.
4. Подробное руководство по DAX. Бизнес-аналитика с Microsoft Power BI, SQL Server Analysis Services и Excel [Электронный ресурс]: https://drive.google.com/file/d/1zcUci-H3a7JLgSBlafL2rxXCwZ4Idd_X/view?usp=sharing.
5. Шаблоны DAX. Наиболее полное собрание готовых к использованию решений на языке DAX для Power BI, Analysis Services и Power Pivot https://drive.google.com/file/d/1UExvRKbmDyO9XWfwgY_gwFFXijHwtsvq/view?usp=sharing.
6. Obsidian – the best note taking software ever! - n-anselm [Электронный ресурс]: <https://n-anselm.github.io/obsidian-the-best-note-taking-software-ever/>.
7. Markdown-guide 0.1 documentation [Электронный ресурс]: <https://markdown-guide.readthedocs.io/en/latest/>.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ С МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ НА ПРИМЕРЕ РЕДАКТОРА КАРТОЧЕК

Богословский Н. П.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: nikita.p.bogoslovskiy@gmail.com

Разработка серверной части современных веб-приложений представляет собой сложную и комплексную задачу, поскольку необходимо обеспечивать быструю и стабильную работу приложения при высокой нагрузке со стороны пользователей. Микросервисная архитектура [1] является одним из возможных решений для высоконагруженных приложений, поскольку предлагает декомпозицию функциональных возможностей приложения на отдельные автономные сервисы.

В рамках создания приложения с микросервисной архитектурой разработан веб-сайт для совместного создания и редактирования карточек и колод для настольных игр. Данное веб-приложение позволяет организовывать проекты, внутри которых можно создавать и редактировать карточки – как их общие характеристики, так и графический дизайн. Впоследствии из карточек можно составлять колоды, каждую из которых можно сохранять в виде PDF-файла и выводить на печать.

Одной из особенностей данного приложения является возможность совместного редактирования проектов, что, с одной стороны, упрощает совместную разработку настольных игр, но, с другой стороны, влечет за собой повышенную нагрузку на сервис, особенно при большом количестве пользователей и проектов. По этой причине выбор микросервисной архитектуры является довольно оптимальным решением.

Серверная часть приложения представляется в виде четырех сервисов – API Gateway, Users, Projects и Cards. Сервис Users выполняет функции авторизации и аутентификации пользователей, Projects – функции создания, редактирования и удаления проектов, Cards – создания, редактирования и удаления карточек и колод. Сервис API Gateway реализует связь между frontend-частью и вышеупомянутыми сервисами в соответствии с одноименным паттерном [2]. Обмен данными между сервисами производится с помощью брокера сообщений в соответствии с паттерном Messaging [3]. Каждый сервис имеет свою базу данных в соответствии с паттерном Database per service [4] – в частности, сервисы Users и Projects работают с реляционными базами данных, а сервис Cards – с NoSQL. Синхронизация данных

между сервисами происходит при помощи составных запросов к сервисам в соответствии с паттерном API Composition [5].

В качестве языка программирования серверной части выбран Golang [6], в качестве брокера сообщений – RabbitMQ [7]. Для реляционных баз данных используется PostgreSQL [8], а для NoSQL – MongoDB. Frontend-часть при этом выполнена с помощью языка программирования JavaScript [9] и фреймворка React [10]. Для разработки пользовательского интерфейса использовалась библиотека компонентов MaterialUI, для внедрения возможности редактирования карточек – библиотека Konva.

В результате разработанное веб-приложение позволяет нескольким пользователям совместно создавать карточки и колоды для настольных игр. При этом серверная часть приложения имплементирует микросервисную архитектуру и несколько ее паттернов.

Литература

1. Richardson C. Microservice Architecture pattern [Электронный ресурс] URL: <https://microservices.io/patterns/microservices.html>.
2. Richardson C. Pattern: API Gateway [Электронный ресурс] URL: <https://microservices.io/patterns/apigateway.html>.
3. Richardson C. Pattern: Messaging [Электронный ресурс] URL: <https://microservices.io/patterns/communication-style/messaging.html>.
4. Richardson C. Pattern: Database per service [Электронный ресурс] URL: <https://microservices.io/patterns/data/database-per-service.html>.
5. Richardson C. API Composition [Электронный ресурс] URL: <https://microservices.io/patterns/data/api-composition.html>.
6. Документация по языку программирования Golang [Электронный ресурс] URL: <https://go.dev/doc/>.
7. Документация по брокеру сообщений RabbitMQ [Электронный ресурс] URL: <https://www.rabbitmq.com/docs>.
8. Документация по PostgreSQL [Электронный ресурс] URL: <https://www.postgresql.org/docs/>.
9. Документация по языку программирования JavaScript [Электронный ресурс] URL: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript>.
10. Документация по фреймворку React [Электронный ресурс] URL: <https://react.dev/learn>.

«МАСТЕРСКАЯ» ПО ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЕ В ГОДОВОМ КУРСЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ НА ХИМИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ УНИВЕРСИТЕТА (ЮФУ)

Боев Н. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: nvboev@sfedu.ru*

В настоящее время на годовой курс высшей математики отводится 10 ЗЕТ (360 часов). В 1 семестре – 180 часов: линейная алгебра – 36 часов, аналитическая геометрия – 36 часов, математический анализ – 36 часов, экзамен – 36 часов, консультации – 13 часов, самостоятельная работа студентов (СМС) – 23 часа. Во 2 семестре – 180 часов: математический анализ – 108 часов, экзамен – 36 часов, консультации – 13 часов, СМС – 23 часа.

Основным учебным пособием, иллюстрирующим применение математических методов в химии, является монография [1].

В рамках программы Минобрнауки РФ 2024 года предусмотрена разработка инновационных технологий преподавания фундаментальных дисциплин в вузах, в том числе и математических дисциплин. Руководствуясь анализом современных технологий обучения и основными новыми разработками в этом направлении, изложенными, например, в монографии [2] можно в математике использовать разработку и применение в учебном процессе «мастерских» по различным разделам читаемых курсов.

Подготовка стандартной «мастерской» в объеме 36 часов для студентов первого курса химического факультета университета с учетом того, чтобы она была интересной и весьма полезной для студентов связана с определенной спецификой. Эта специфика связана, во-первых, с переходом студентов от школьного к вузовскому обучению и, во-вторых, с разным уровнем подготовки абитуриентов по элементарной математике. Одним из основных требований к разработке «мастерской» является требование, чтобы она была связана с современными научными разработками преподавателя. Учитывая эти обстоятельства, для студентов первого курса химического факультета ЮФУ предлагается «мастерская» на тему «Определители и системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) с параметрами».

Часто прикладная научная задача связана с решением однородной СЛАУ с коэффициентами, содержащими параметры. Условие разрешимости такой системы является равенство нулю определителя системы, откуда и определяются значения параметра или соотношение между параметрами.

В связи с этим в первой части «мастерской» эта проблема рассматривается для определителей 3, 4 и 5 порядков с одним или двумя параметрами. Задания для определителей 3 порядка предполагаются индивидуальными. Задания на вычисление определителей 4 и 5 порядков с использованием свойств определителей рассчитаны на групповые занятия по 5–6 студентов в группе.

Во второй части рассматриваются неоднородные СЛАУ с присутствием в коэффициентах системы и в правых частях параметров. Вопросы исследования СЛАУ состоят в следующем: установить при каких значениях параметров СЛАУ имеет единственное решение, множество решений и выписать эти решения или не имеет решения. Примеры для «мастерской» взяты, в основном, из учебника [3].

После первой части «мастерской» было рассмотрено явное решение задачи прикладной акустики (рис. 1), выписанное через определитель $2N$ -ого порядка. Решение этой задачи, актуальной в акустике помещений получено автором «мастерской» проф. Боевым Н. В.

Постановка задачи. Из точки x_0 от точечного источника распространяется звуковая волна по траектории, указанной на рис. 1 и отразившись от твердой цилиндрической поверхности принимается в точке x_{N+1} . Точки зеркального отражения от цилиндрической поверхности лежат в плоскости, перпендикулярной образующей, в вершинах правильного $2N$ -угольника.

Зависимость круговой высокочастотной монохроматической волны от времени $e^{-i\omega t}$, где ω – круговая частота колебаний: $p^{inc}(y, t) = p^{inc}(y)e^{-i\omega t}$.

Амплитуда давления в точке y акустической среды, порожденной круговой волной от точечного источника, находящегося в точке x_0 задается соотношением:

$$p^{inc}(y) = \frac{e^{ik|x_0-y|}}{\sqrt{|x_0-y|}}, \quad (1)$$

где $|x_0 - y| = R_0$ – расстояние между точками x_0 и y акустической среды, $k = \frac{\omega}{c}$ – волновое число, c – скорость акустической волны.

В дальнейшем рассматривается высокочастотный режим колебаний, а поэтому параметры ω и k являются большими.

Задача состоит в том, чтобы выписать в явном виде амплитуду давления в точке приема x_{N+1} .

Будем считать, что возможна реализация распространения акустической волны вдоль луча $x_0 - y_1^* - y_2^* - y_3^* - \dots - y_N^* - x_{N+1}$, где точки зеркального отражения $y_1^*, y_2^*, y_3^*, \dots, y_N^*$ принадлежат вогнутой части цилиндрической поверхности. Волна принимается в точке x_{N+1} акустической среды. В дальнейшем будем рассматривать локальную постановку задачи, в рамках которой в высокочастотном режиме колебаний давление в точке

приема определяется отражением волны от малых окрестностей $S_1^*, S_2^*, \dots, S_N$ граничных поверхностей в точках зеркального отражения $y_1^*, y_2^*, y_3^*, \dots, y_N^*$.

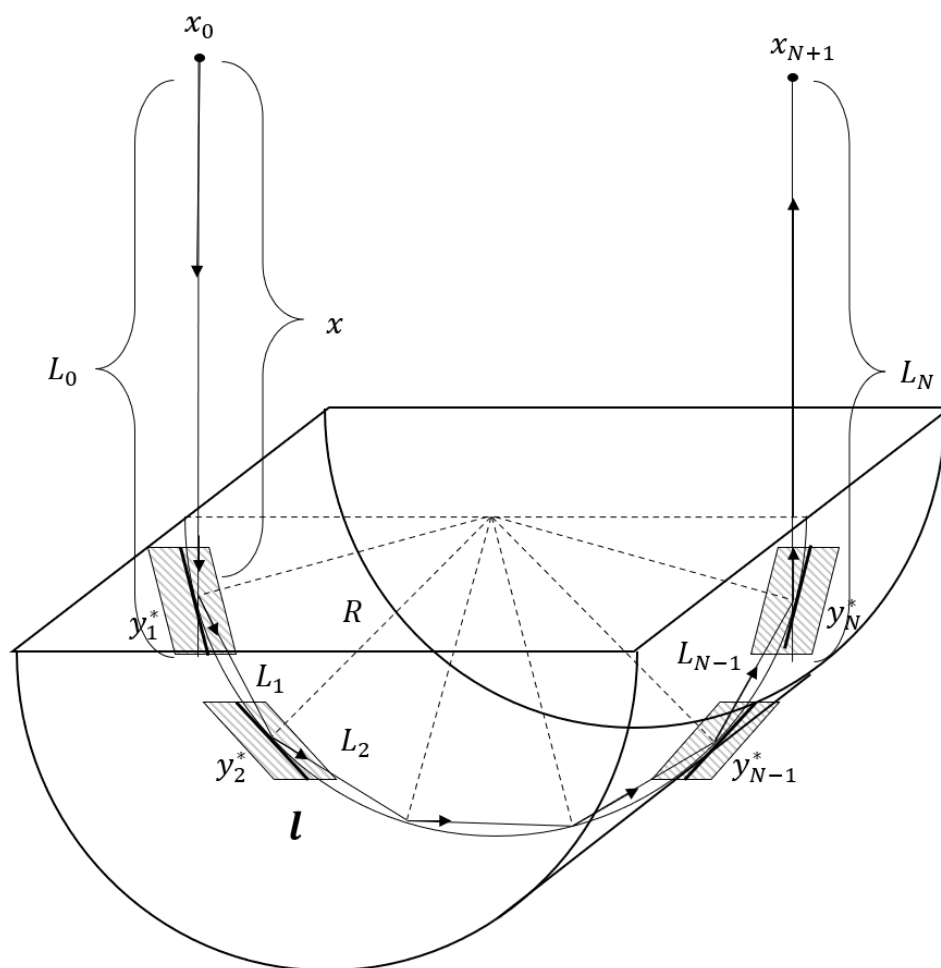


Рис. 1. N-кратное отражение высокочастотной акустической волны от поверхности твердого препятствия в виде вогнутого полуцилиндра вдоль граничного контура, перпендикулярного образующей полуцилиндра

С учетом замены $\frac{x}{Rc_1} = z$ проблема сводится к вычислению определителя порядка $2N$ и для давления в точке приема получено явное выражение:

$$2Rc_1 |p_{\text{цил}}(x_{N+1})| = \frac{1}{\sqrt{|z(1+Nz)(z+N)|}}, \quad z \in (-1, +\infty). \quad (2)$$

Интерес представляет случай, когда точки x_0 и x_{N+1} находятся на концах горизонтального диаметра полуцилиндра. В этом случае с ростом числа переотражений волны амплитуда её в точке приема возрастает, что приводит к хорошей слышимости источника x_0 звука в точке приема x_{N+1} . Это студенты могут проверить практически на полукруглой скамейке с твердой

полуцилиндрической спинкой, расположенной у фонтана в сквере драматического театра имени М. Горького в г. Ростове-на-Дону.

На практических занятиях в группах по 5–6 человек могут вычислить, например, в случае трех точек зеркального отражения амплитуду давления в окрестности точки приема через определитель шестого порядка специальной симметричной ленточной структуры.

В заключении отметим, что, по – видимому, в годовом курсе высшей математики на химическом факультете ЮФУ более актуальны не полные мастерские (объемом 36 часов), а короткие мастерские, например, такие как:

1. «Доказательная элементарная математика» (объемом 12 часов) в которой интересно и подробно должны быть получены основные соотношения элементарной математики, особенно логарифмические и тригонометрические.

2. «Приближенные методы вычисления определенных интегралов (объемом 6–9 часов).

3. «Приближенные решение алгебраических уравнений (объемом 6–9 часов).

В условиях, когда в действующих учебных планах по высшей математике не предусмотрено выделение учебных часов на эти мероприятия, возможно использование времени, отведенного на проведение консультаций, самостоятельной работы студентов (СМС) и небольшого количества плановых учебных часов.

Литература

1. *Скатецкий, В. Г.* Математические методы в химии : учебное пособие для студентов вузов / В. Г. Скатецкий, Д. В. Свиридов, В. И. Яшкин. – Минск: Тетра Системс, 2006. – 368 с.
2. *Кларин, М. В.* Инновационные модели обучения: исследование мирового опыта : монография / М. В. Кларин. – Москва: Луч, 2018. – 640 с.
3. *Проскуряков, И. В.* Сборник задач по линейной алгебре / И. В. Проскуряков. – Москва: Лань, 2024. – 386 с.

ФОКУСИРОВКА ВОЛН ВНУТРИ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ОТРАЖАТЕЛЯ

Боев Н. В., Сумбатян М. А., Харитонов В. С.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: nvboev@sfedu.ru, masumbatyan@sfedu.ru, vharitonov@sfedu.ru

Математические основы в исследовании распространения световых и звуковых волн заложены И. Ньютоном, обосновавшим единство лучевой и волновой природы этих явлений. При дальнейшем развитии этих идей оказалось, что основные формулы геометрической теории дифракции получаются из волнового представления дифракционного интеграла Кирхгофа – Гюйгенса, как его асимптотическая оценка при волновом числе $k \rightarrow \infty$ методом стационарной фазы [1–4].

В данной работе рассматривается двумерная задача однократного рассеяния акустических волн на вогнутой части эллиптического отражателя, где в соответствии с общей методологией лучевых геометрических методов получены явные высокочастотные представления для различных вариантов фокусировки.

Пусть из точки x_0 двумерной акустической среды на акустически твердое препятствие, ограниченное гладкой кривой ℓ , падает сферическая монохроматическая волна, пример изображен на рис. 1. Зависимость от времени определяется множителем $e^{-i\omega t}$, где ω – частота колебаний; $k = \omega/c$ – волновое число; c – скорость звука в среде. Рассматривается высокочастотный режим колебаний, поэтому параметры ω и k – большие.

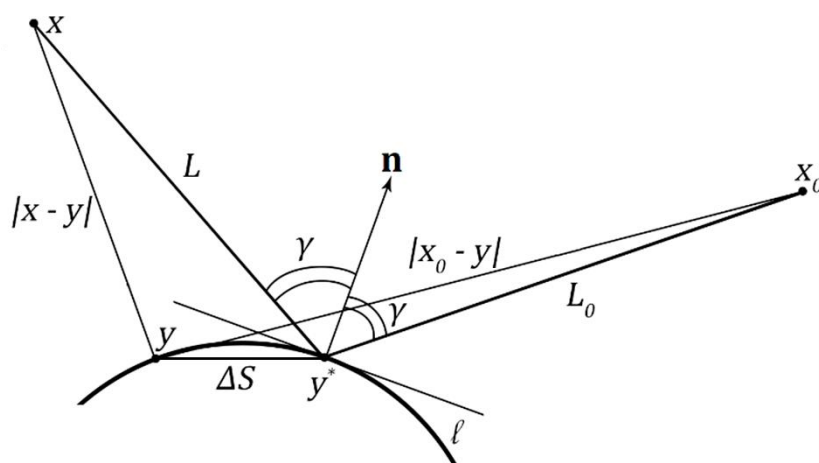


Рис. 1. Распространение волны, вышедшей из точечного источника x_0 , отразившейся от границы препятствия ℓ в точке y^* и пришедшей в точку x

Асимптотически амплитуда давления, порожденного волной от точечного источника x в произвольной точке y среды задается соотношением

$$p^{inc}(y) = \frac{e^{ik|y-x_0|}}{|y-x_0|^{1/2}}. \quad (1)$$

Согласно теории дифракции Кирхгофа, давление $p(x)$ в отраженной волне в точке x среды определяется интегралом [5]

$$p(x) = \int_{\ell} 2p^{inc}(y) \frac{\partial \Phi(y,x)}{\partial n_y} d\ell_y, \quad (2)$$

если граница абсолютно твердая $((\partial p / \partial n)_{\ell} = 0)$. Здесь $\Phi(y, x) = (i/4)H_0^{(1)}(k|y - x|)$ – функция Грина для двумерного уравнения Гельмгольца; n_y – внешняя нормаль к контуру ℓ в точке y ; $H_0^{(1)}$ – функция Ханкеля 1-го рода нулевого порядка.

Преобразовав дифракционный интеграл (2) при $k \rightarrow \infty$ и подставив (1), получим представление для акустического давления в отраженной волне:

$$p(x) = e^{-\pi i/4} \sqrt{\frac{k}{2\pi}} \int_{\ell} \frac{\cos(\mathbf{r} \wedge \mathbf{n}_y)}{\sqrt{rr_0}} e^{ik\varphi(y)} d\ell_y, \quad (3)$$

где $\mathbf{r} = y - x$, фазовая функция $\varphi(y) = r + r_0$, $r_0 = |y - x_0|$, $r = |y - x|$.

В высокочастотном режиме колебаний давление в отраженной волне определяется направлением падения волны и малой окрестностью ℓ^* точки зеркального отражения $y^* \in \ell^*$. Введем обозначения: $L_0 = |y^* - x_0|$ – расстояние от источника до точки зеркального отражения, $L = |y^* - x|$ – расстояние от точки зеркального отражения до приемника. Функция $\cos(\mathbf{r} \wedge \mathbf{n}_y) / \sqrt{rr_0}$ является слабоизменяющейся в малой окрестности ℓ^* и может быть заменена на ее значение в точке зеркального отражения $\cos \gamma / \sqrt{L_0 L}$. Вынося эту постоянную за знак интеграла в (3), получаем

$$p(x) = e^{-\pi i/4} \sqrt{\frac{k}{2\pi}} \frac{\cos \gamma}{\sqrt{L_0 L}} \int_{\ell} e^{ik\varphi(y)} d\ell_y, \quad \varphi(y) = |y - x_0| + |y - x|, \quad (4)$$

где γ – угол падения волны, равный углу отражения. При $k \rightarrow \infty$ подынтегральная функция $e^{ik\varphi(y)}$ является быстроосциллирующей, и главный член асимптотики определяется вкладом стационарной точки, если таковая существует [2].

Рассмотрим уравнение эллипса с полуосями a и b ($b < a$), изображенного на рис. 2, $\frac{y_1^2}{a^2} + \frac{(y_2-b)^2}{b^2} = 1$, $\sim y_2 = b - \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - y_1^2}$. Длину дуги y^* по аналогии с рис. 1 обозначим как $\Delta s = \tau$.

Все предыдущие формулы справедливы для произвольной гладкой граничной кривой ℓ . В дальнейшем ограничимся рассмотрением простейшей геометрии в виде вогнутой дуги эллиптической формы. При этом нам понадобится разложение фазовой функции $\varphi(y)$ в окрестности точки зеркального отражения y^* с точностью до величин пятого порядка малости включительно.

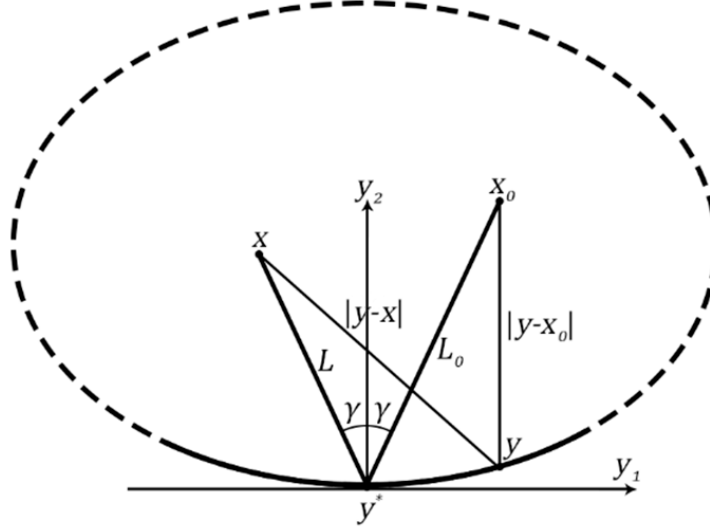


Рис. 2. Отражение волны в нижней точке y^* вогнутой части эллипса

В результате для полной фазы $\varphi = r_0 + r$ в (4) получим

$$\varphi(\tau) = L_0 + L + A_2\tau^2 + A_3\tau^3 + A_4\tau^4 + A_5\tau^5, \quad (5)$$

$$A_2 = \frac{\cos^2 \gamma}{2} \left(\frac{1}{L_0} + \frac{1}{L} - \frac{2b}{a^2 \cos \gamma} \right), \quad (6)$$

$$A_3 = \frac{\sin \gamma \cos^2 \gamma}{2} \left(\frac{1}{L_0} - \frac{1}{L} \right) \left(\frac{1}{L_0} + \frac{1}{L} - \frac{b}{a^2 \cos \gamma} \right), \quad (7)$$

$$A_4 = \frac{\sin \gamma}{8} \left[2b \frac{1-4d^2}{3a^4} \cos \gamma + \left(\frac{1}{L_0} + \frac{1}{L} \right) \frac{b^2}{a^4} \left(1 - \frac{7}{3} \cos^2 \gamma \right) + \left(\frac{1}{L_0^2} + \frac{1}{L^2} \right) 2b \frac{\cos \gamma}{a^2} (3 \cos^2 \gamma - 2) + \left(\frac{1}{L_0^3} + \frac{1}{L^3} \right) \cos^2 \gamma (4 - 5 \cos^2 \gamma) \right], \quad (8)$$

$$A_5 = \frac{\sin \gamma}{8} \left[\left(\frac{1}{L_0} - \frac{1}{L} \right) \frac{b \cos \gamma}{a^4} \left(2 \frac{b^2}{a^2} - 1 \right) + \left(\frac{1}{L_0^2} - \frac{1}{L^2} \right) \frac{b^2}{a^4} (1 - 5 \cos^2 \gamma) + 2 \left(\frac{1}{L_0^3} - \frac{1}{L^3} \right) \frac{b \cos \gamma}{a^2} (5 \cos^2 \gamma - 2) + \left(\frac{1}{L_0^4} - \frac{1}{L^4} \right) \cos^2 \gamma (4 - 7 \cos^2 \gamma) \right]. \quad (9)$$

Заметим, что в фазовой функции $\varphi(y)$ отсутствует слагаемое, содержащее первую степень приращения дуги τ : $\varphi'_\tau(0) = 0$; это означает, что точка зеркального отражения $y = y^*$ (при $\tau = 0$) является стационарной точкой фазовой функции.

Возможные случаи фокусировки:

1. $A_2 \neq 0$. Регулярная стационарная точка. В этом случае фокусировки нет, и отражение происходит обычным образом. При этом асимптотически при $k \rightarrow \infty$ амплитуда отраженной волны выходит на постоянное значение.

$$|p(x)| = \frac{\cos \gamma}{\sqrt{2L_0 L |A_2|}}. \quad (10)$$

Формула (10) показывает, что амплитуда давления $|p(x)|$ при возрастании волнового числа выходит на постоянное значение, как и исходное давление в падающей волне (1). Обычно это свойство имеет место в классическом регулярном случае без фокусировки [5, 6].

2. $A_2 = 0$, $A_3 \neq 0$. Назовем этот случай фокусировкой 1-го порядка. На рис. 3 показан пример геометрии, при которой имеет место данная фокусировка 1-го порядка. Главный член асимптотики давления при $k \rightarrow \infty$ в этом примере определяется по формуле (4) в виде

$$|p(x)| = \frac{k^{1/6} \cos \gamma}{\sqrt{6\pi L_0 L}} \frac{\Gamma(1/3)}{|A_3|^{1/3}}, \quad \Gamma\left(\frac{1}{3}\right) = 2,67894, \quad (11)$$

где Γ – гамма-функция Эйлера.

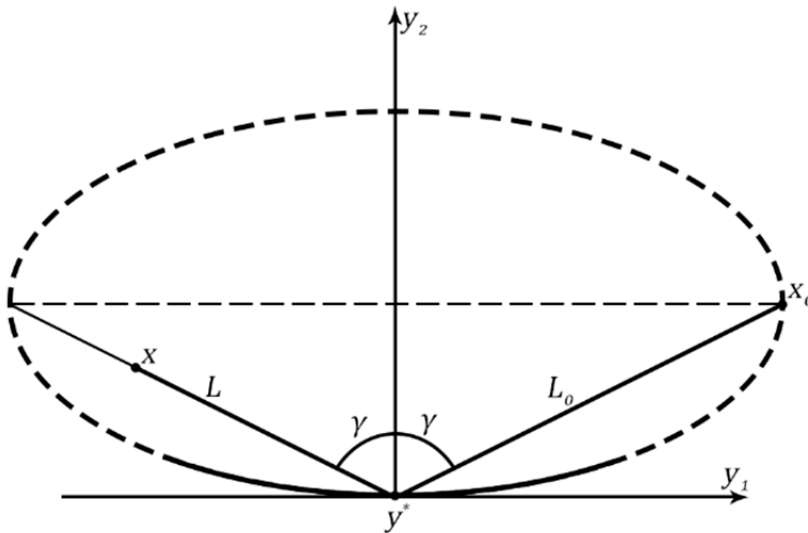


Рис. 3. Отражение с фокусировкой 1-го порядка: $A_2 = 0$, $A_3 \neq 0$, $a = 2$, $b = 1$, $\gamma = \arctan(2)$, $\cos(\gamma) = 1/\sqrt{5}$, $L_0 = b/\cos \gamma = \sqrt{5}$, $L = 2L_0/3$

3. $A_2 = A_3 = 0$, $A_4 \neq 0$. Назовем этот случай фокусировкой 2-го порядка. Главный член асимптотики давления при $k \rightarrow \infty$ в этом примере определяется по формуле (4) в виде

$$|p(x)| \sim \frac{\cos \gamma}{\sqrt{L_0 L}} \frac{\Gamma(1/4) k^{1/4}}{2\sqrt{2\pi} |A_4|^{1/4}}, \quad (k \rightarrow \infty), \quad \Gamma\left(\frac{1}{4}\right) = 3,62561 \quad (12)$$

4. Фокусировки более высокого порядка. Нулевые значения $A_2 = A_3 = 0$ автоматически означают, что $L = L_0$. Таким образом фокусировка 3-го порядка, для которой $A_2 = A_3 = A_4 = 0$, $A_5 \neq 0$, в эллипсе невозможна.

Литература

1. Шендеров Е. Л. Волновые задачи гидроакустики. М.: Судостроение, 1972. 349 с.
2. Федорюк М. В. Метод перевала. М.: Наука, 1977. 368 с.
3. Боровиков В. А., Кинбер Б. Е. Геометрическая теория дифракции. М.: Связь, 1978. 248 с.
4. Keller J. B. Geometrical theory of diffraction // J. of the Optical Society of America. 1962. Vol. 5. P. 116–130.
5. Сумбатян М. А., Скалия А. Основы теории дифракции с приложениями в механике и акустике. М.: Физматлит, 2013. 328 с.
6. Sumbatyan M. A., Boyev N. V. High-frequency diffraction by nonconvex obstacles // J. of the Acoustical Society of America. 1994. Vol. 95, № 5. P. 2346–2353.

МОДИФИКАЦИЯ КУРСА МАТЕМАТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ИТ-НАПРАВЛЕНИЙ

Бугаева И. А.

ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,

г. Таганрог

E-mail: iallyapunova@sfedu.ru

Введение. Современное развитие технологий и появление новых дисциплин привели к сокращению учебных часов на классические науки, такие как математика и физика, даже в технических вузах. Однако этот процесс вызывает серьезные споры, поскольку фундаментальные знания остаются ключевыми для подготовки квалифицированных специалистов. Несмотря на необходимость пересмотра учебных программ, исключение целых разделов математики без ущерба для качества образования – сложная задача. Очевидно, что углубленное изучение теорем и их доказательств не является критически важным для большинства студентов, однако прикладное применение математических методов остается востребованным.

В ИКТИБ ЮФУ курс «Математика» для студентов технических специальностей включает 540 учебных часов (15 зачетных единиц) и завершается экзаменами и дифференцированными зачетами. Программа курса разделена на шесть учебных модулей. В ответ на современные вызовы автором публикации совместно с коллегами была разработана модифицированная версия курса.

Разработка модифицированного курса. Авторами проанализированы программы дисциплины «математика» в различных популярных вузах страны и используемая в ИКТИБ ЮФУ [1–5]. В ходе работы проведен анализ программ по математике в ведущих вузах страны в сравнении с курсом в ИКТИБ ЮФУ по самым востребованным темам. Результаты исследования подтвердили, что все разделы существующего курса остаются актуальными на протяжении 1–7 семестров.

Наиболее востребованные разделы и темы:

- Понятие матрицы и определителя матрицы.
- Векторы и преобразование координат при линейных операциях над векторами.
- Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов.
- Линейные преобразования, собственные векторы и собственные значения; нахождение собственных векторов и собственных значений линейного преобразования.
- Прямая и плоскость, а также составление уравнений плоскости и прямой в пространстве.

- Метод наименьших квадратов, условный экстремум, производная по направлению, градиент функции нескольких переменных.
- Элементы комбинаторики и случайные события.
- Понятие вероятности, её различные определения и связанные теоремы.
- Формулы полной вероятности, Байеса и Бернулли.
- Дискретные и непрерывные случайные величины - способы их задания; ряд распределения, функция распределения, плотность распределения непрерывной случайной величины.
- Числовые характеристики дискретных и непрерывных случайных величин и основные законы распределения.
- Числовые характеристики случайных векторов.
- Понятие о случайных процессах.

С учетом проанализированной информации была предложена модификация курса, включающая разработку дополнительных практически ориентированных заданий, увеличение числа часов на самостоятельную работу.

Заключение. Основная структура курса в первых двух семестрах сохраняется, но теперь содержит больше практических примеров. В третьем семестре планируется расширение практических заданий, ориентированных на it-специальности и добавление тем по теории функции комплексной переменной и операционному исчислению. Обновленный курс должен обеспечить студентов прочной математической базой, необходимой для успешного освоения инженерных и технологических дисциплин.

Литература

1. Клово А. Г., Ляпунова И. А. Математика в техническом вузе // Ч. 1. Ростов-на-Дону; Таганрог, 2017.
2. Ершов В. В., Тетруашвили Е. В., Ляпунова И. А., Каибханов К. Э. Теория функций комплексной переменной и операционное исчисление // Учебно-методическое пособие / Ростов на Дону; Таганрог, 2018.
3. Клово А. Г., Ляпунова И. А. Курс лекций по математике // Ростов-на-Дону; Таганрог, 2020.
4. Клово А. Г., Ляпунова И. А. Математика в техническом вузе для 2 семестра // Учебное пособие / Ростов-на-Дону; Таганрог, 2021.
5. Ляпунова И. А., Кудринская Т. В. Решение уравнений 4-й степени // Практикум / Ростов-на-Дону, 2021.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ СТАРШЕКЛАССНИКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Букреева Е. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: yelena.laguta@bk.ru

В период цифровизации общества визуальная составляющая информационного пространства приобретает первостепенное значение. Развитие творческих способностей является главным аспектом образовательной парадигмы. Компьютерная графика, как интегративный инструмент визуализации и коммуникации, обладает значительным потенциалом для стимуляции когнитивных процессов и формирования эстетических компетенций у старшеклассников. Внедрение компьютерной графики в учебный план образовательной организации позволяет не только изучить современные технологии работы с компьютерной графикой, но и помогает развивать творческий потенциал школьников.

Такого рода курсы готовят старшеклассников к профессиональной деятельности в различных сферах, требующих умений визуализировать и проектировать творческие проекты.

Творческие способности и их развитие:

Творческие способности – это совокупность психофизиологических характеристик личности, определяющих её способность к созданию инновационных, оригинальных и функционально значимых идей, продуктов и решений. Ключевые составляющие творческих компетенций включают:

- Когнитивная визуализация: способность к формированию ментальных идей, которые не повторялись ранее в эмпирическом опыте;
- Творческое мышление: умение генерировать новые функционально значимые концепции;
- Когнитивная гибкость: оперативная трансформация когнитивных стратегий и различных методических подходов при решении задач разного уровня трудности;
- Инновационность: разработка уникальных и нетривиальных решений.

Компьютерная графика как инструмент развития творческих способностей:

Изучение компьютерной графики на уроках информатики способствует развитию творческих способностей старшеклассников следующими способами.

Первый способ «Воображение и визуализация». При работе с графическими редакторами школьники должны включать в работу воображение,

начинать визуализировать свои идеи. Создание изображений, анимаций и трехмерных моделей благоприятствуют развитию пространственного мышления, стимулирует умение представлять объекты в различных ракурсах.

Второй способ «Креативность и инновации». Компьютерная графика – это бесконечность возможностей для творческих экспериментов и самовыражения. Старшеклассники могут создавать собственные уникальные проекты, применяя в работе многообразие инструментов и техник, которые способствуют развитию творческих способностей старшеклассников.

Следующий способ «Гибкость мышления и решение проблем». При работе с компьютерной графикой часто возникают технические проблемы и задачи, требующие нестандартных решений. Обучающиеся анализируют проблемы, учатся искать альтернативные подходы, используют многообразие инструментов, которые помогают в достижении желаемого результата, что в свою очередь развивает гибкость мышления.

Способ «Самовыражение и коммуникация». Компьютерная графика является ключевым инструментом для самовыражения и коммуникации. Старшеклассники могут использовать графические изображения, анимации и видео для передачи своих мыслей, чувств и идей, что способствует развитию их коммуникативных навыков и умения выражать себя творчески.

Таким образом, изучение компьютерной графики на уроках информатики является эффективным способом развития творческих способностей старшеклассников. Интеграция компьютерной графики в учебную программу позволяет не только освоить современные технологии, но и раскрыть творческий потенциал учащихся, подготовить их к будущей профессиональной деятельности в различных областях, где востребованы навыки визуализации, проектирования и дизайна. Правильно организованный учебный процесс, основанный на принципах проектной деятельности, сотрудничества и инноваций, может значительно повысить эффективность обучения и способствовать развитию творческих способностей каждого учащегося.

Литература

1. *Лапчик, М. П.* Методика преподавания информатики: Учеб. пособие для студ. пед. вузов / М. П. Лапчик и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 624 с.
2. Педагогическая энциклопедия в 4 т. Т. Под ред. А.И. Каирова. М., 1964.
3. *Солопанова И. Ю.* Развитие творческих способностей старшеклассников средствами информатики: диссертация, канд. пед. наук: 13.00.01. – Тамб. гос. университет, Тамбов, 2008.
4. *Выготский, Л. С.* Воображение и творчество в детском возрасте. – М.: Просвещение, 1991.
5. *Дружинин, В. Н.* Психология общих способностей. – СПб.: Питер, 2007.
6. *Торренс, Е. П.* Методики диагностики креативности. – М.: Стимул, 1998.

АРХИТЕКТУРА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЕ

Бурым В. Г.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: vburym@sfedu.ru*

В современном программировании построение гибкого, интуитивно понятного и расширяемого кода является одной из ключевых задач для больших проектов. Во всей ИТ-индустрии, в том числе в игровой отрасли, разработчики часто сталкиваются с проблемами, связанными с неподдерживаемым кодом, что может привести к значительным задержкам в разработке и усложнению его понимания, процесса обновления и добавления нового контента. Особенно это актуально для систем искусственного интеллекта, реализация которого может занимать тысячи строк кода.

Основу искусственного интеллекта составляют алгоритмы принятия решений [1], важным аспектом в реализации которых является баланс между гибкостью и эффективностью конструкции. Однако создание по-настоящему хорошего искусственного интеллекта не останавливается на реализации одного из данных алгоритмов. Иногда, чтобы создать качественный продукт, разработчикам приходится комбинировать разные алгоритмы и подходы к созданию решения.

В данном докладе будет произведен обзорный анализ некоторых из алгоритмов принятия решений для создания ИИ. Первым будет рассмотрен Finite State Machine, который позволяет управлять поведением игровых объектов в зависимости от их текущего состояния и событий, происходящих в игре. Далее будет рассмотрена его усовершенствованная версия – Hierarchical State Machine, основное отличие которого заключается в том, что состояние в FSM может представлять собой отдельную FSM. И в конце обзора будет представлена комбинация вышеупомянутого алгоритма с Decision Tree, который позволит использовать ветвления в переходах между состояниями. Благодаря реализации вышеперечисленных алгоритмов разработчики могут собирать искусственный интеллект как конструктор.

Также в данной работе рассматриваются такие паттерны программирования как Dependency Injection и Inversion of Control, которые облегчают понимание кода и упрощают разработку игры. На основе их принципов спроектирован не только искусственный интеллект, но и разработана система оповещения отдельных классов об определенных игровых событиях, что

освобождает разработчика от ответственности вручную управлять этими зависимостями.

Помимо создания основной архитектуры также было проработано и собрано по кусочкам поведение врагов в top-down shooter игре, а именно разработаны состояния, действия, переходы и условия для раннее обозреваемой машины состояний.

Реализация разработанных решений представлена на языке C# в виде проекта на платформе Unity с использованием плагина Zenject.

Литература

1. Millington I., Funge J. Artificial intelligence for games. – 2nd ed. 2009. pp. 293–333.

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ

Буталова Ю. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: butalova@sfedu.ru

Начиная с 2022 года, в нашу повседневную жизнь вошёл и начал активно использоваться искусственный интеллект (ИИ). Конечно, его развитие не стоит на месте, множество людей занимаются его развитием и обучением. Вследствие того, что повсеместно ИИ начал распространяться сравнительно недавно, на школьном этапе изучения информатики и информационных технологий данная тема не внедрена в учебную программу. Очень важно модернизировать учебный процесс в соответствии с развитием информационных технологий.

Поэтому нами было принято решение о разработке методики для обучения основам машинного обучения в старшей школе. Данная возрастная группа была выбрана не случайно. Так как тема достаточно сложная и является узкой специализацией, в общем курсе информатики её изучать нецелесообразно.

Так же следует отметить, что изучение темы будет разделено на несколько частей:

1. История развития машинного обучения.
2. Необходимые навыки и компетенции для освоения модуля «Машинное обучение»:
 - алгебра;
 - алгебра логики;
 - теория вероятности и статистика;
 - программирование.
3. Особенности изучения машинного обучения:
 - задача линейной и логистической регрессии;
 - задача классификация;
 - задача кластеризация.

Основные части задач машинного обучения – это задачи регрессии, классификации и кластеризации. Конечно, следует ознакомиться со всеми задачами, но больший уклон мы планируем сделать на задачи регрессии и классификации.

Задачей обучения с учителем являются задачи регрессии и классификации. В обучении школьников будут рассмотрены такие методы как, метод К-ближайших соседей, деревья решений и случайный лес. Задачи, которые

могут заинтересовать школьников в большей степени – задачи предсказания стоимости жилья, возраста человека по фотографии, уйдет ли клиент телекоммуникационной компании к конкурентам. Перечисленные задачи открывают практическую часть в разделе особенности изучения машинного обучения.

При решении задач машинного обучения остро встает вопрос измерения качества моделей и алгоритмов. Поэтому рассматриваются метрики точности, например, в задачах линейной регрессии – это средне-абсолютная и средне-квадратическая ошибки.

Литература

1. Teaching Machine Learning in School: A Systematic Mapping of the State of the Art // ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/342184732_Teaching_Machine_Learning_in_School_A_Systematic_Mapping_of_the_State_of_the_Art (дата обращения: 16.03.2025).
2. Синогеев И. С. Обучение основам искусственного интеллекта // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 9-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-osnovam-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 16.03.2025).

ОЦЕНКА РОЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ГЕНЕТИКИ В ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Бутенко Е. В., Романова О. В., Деревянчук Е. Г., Усатов А. В.
*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону*
E-mail: evbutenko@sfedu.ru

Введение

Сегодня биологическое образование становится необходимой потребностью каждого современного человека. Отчасти это вызвано тем, что биология начинает входить в ряд точных научных дисциплин, таких как физика, химия и математика, а с другой стороны, без знаний биологии невозможно решить ни одну из фундаментальных проблем, затрагивающих возникновение, эволюцию и сущность жизни, биосферы, человечества и т. д. Значение биологии как науки стремительно возросло еще и потому, что одна из ее базовых отраслей – генетика – совершила настоящий прыжок в познании и методах исследования основополагающих явлений живого, а именно воспроизведения клетки, наследственности и изменчивости.

Не вызывает сомнений, что современная генетика, изучающая самые глобальные особенности явления жизни, также стала неотъемлемым звеном развития прикладных разработок, в области медицины, агробιοтехнологий и т. д. На их основе во многих странах уже организовано крупномасштабное производство биотехнологической продукции продовольственного, медицинского, технического и бытового назначения. Таким образом, биология и ее стратегическое ядро – генетика, как важнейшее направление науки и производства, могут успешно развиваться и служить фундаментом для экономического потенциала страны в целом только при эффективном взаимодействии «наполненных» самыми современными знаниями и навыками выпускников университетов, и финансовой и материально-технической поддержке со стороны бизнеса и государства.

В связи с этим, генетику в классических университетах необходимо преподавать с помощью новейших образовательных технологий и методов обучения, используя современные средства на основе информационных технологий. Информационные технологии – тема, которая не перестает быть актуальной на протяжении вот уже многих десятилетий и беспрестанно развивающаяся отрасль во всех областях жизни и деятельности человека. Интеграция информационных технологий в процесс обучения позволяет модернизировать его, сделать более интересным и разнообразным, что благоприятно сказывается на познавательном интересе студентов к предмету. Так как речь в дальнейшем пойдет о таком предмете, как «Генетика», стоит

подчеркнуть актуальность внедрения информационных технологий в процесс обучения студентов именно в рамках данной дисциплины.

Начиная с 2022 года, в курс «Генетика» были введены практические занятия, направленные на изучение современных компьютерных программ и онлайн инструментов, которые в настоящее время активно применяются в научных исследованиях в области генетики. Новые практические занятия были направлены на освоение методологии проведения ассоциативных исследований и статистической обработки результатов экспериментов при помощи онлайн калькулятора ГенЭксперт (<http://84.201.145.131/>), на оценку ген-генных взаимодействий при помощи MDR анализа в программе MDR 3.0.2 (<https://epistasis.org/>), и на освоение приемов построения кладограмм и простых филогенетических деревьев на основе множественного выравнивания последовательностей генов в он-лайн сервисе ClustalOmega (<https://www.ebi.ac.uk/jdispatcher/msa/clustalo>).

В представленной работе была поставлена цель – оценить опыт обучения студентов информационным технологиям, используемым в современной генетике.

Материалы и методы

Исследование проводили в форме опроса со 2 по 7 марта 2025 г. Анкета для проведения опроса содержала 10 вопросов, 9 из которых – с вариантами ответов, и один вопрос с открытой формой ответа. В анкете были заданы вопросы для определения, повлияло ли использование ИТ технологий на практических занятия по генетике на улучшение понимания предмета, повышение мотивации к обучению, развитию навыков самостоятельной работы, на качество подготовки к экзаменам. Также в анкете были вопросы для выяснения, с какими трудностями сталкиваются студенты при освоении и использовании информационных технологий на занятиях по генетике. Опрос был проведен в асинхронном режиме с использованием Яндекс-форм. За этот период были собраны ответы от трех групп студентов, обучающихся по программам бакалавриата в Академии биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского Южного федерального университета по направлениям подготовки 06.03.01 «Биология» и 19.03.01 «Биотехнология». Исследование проводилось с целью оценки результативности применения информационных технологий по мнению самих обучающихся.

Результаты исследования

В проведенном опросе студентов Академии биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского Южного федерального университета приняло участие 39 человек, из них 45,9 % – студенты 3-го курса направления 06.03.01 «Биология», 54,1 % – студенты 3-го курса направления 19.03.01 «Биотехнология». Представленная выборочная совокупность студентов обоснована изучением ими дисциплины «Генетика» на 3-м и 2-м курсах обучения.

Результаты опроса продемонстрировали, что, по мнению студентов, использование информационных технологий облегчает понимание того, как применяются генетические концепции в практической деятельности. С этим тезисом согласны 70,2 % респондентов.

Считается, что применение ИТ технологий делает учебный процесс более интересным и вовлекающим. При проведении опроса с этим тезисом согласились 75,6 % респондентов, которым проведение занятий с применением компьютерных программ и онлайн инструментов понравилось больше, чем классическое решение задач по генетике.

В ходе освоения курса студенты получали индивидуальные задания, которые должны были выполнить с использованием ИТ инструментов генетики, изученных на занятии. Эти задания были направлены на развитие навыков самостоятельного обучения, и способствовать улучшению понимания принципов использования и анализа генетических данных. 54 % опрошенных студентов подтвердили, что индивидуальная самостоятельная работа с использованием ИТ помогла им практиковать навыки, полученные на занятиях, 18,9 % выбрали ответ «нейтрально», 13,5 % пропустили данный вид работы, 13,5 % студентов не согласны с данным тезисом.

Как дополнительное средство для подготовки к экзамену, студентам был предложен перечень онлайн курсов открытого доступа на платформе Stepik по различным разделам генетики. 16,2 % опрошенных не проходили онлайн курсы, поэтому затруднялись ответить. Остальные студенты отвечали следующим образом: 35,1 % согласны с тем, что прохождение онлайн курсов помогло им лучше подготовиться к экзаменам. 27% не заметили отличий от традиционных методов подготовки, а 21,6 % опрошенных считают, что онлайн курсы не помогли им лучше подготовиться к экзаменам.

Что касается общей оценки использования ИТ технологий на практических занятиях по генетике, большинство студентов (64,8 %) считает, что использование информационных технологий в обучении генетике было для них полезным и эффективным, также 62,1 % респондентов ответили, что полученные навыки работы с программными средствами и онлайн инструментами, будут полезными в дальнейшей профессиональной и учебной деятельности.

Важным для дальнейшего планирования учебной деятельности в курсе генетики был анализ трудностей, с которыми сталкиваются студенты при освоении навыков работы с ИТ инструментами генетики. При опросе 16,1 % студентов отметили, что у них не возникло сложностей с освоением методов работы с программными средствами и онлайн инструментами в генетике. 32,3 % отметило технические трудности (необходимость приносить свое устройство на занятия и нестабильное беспроводное подключение к сети интернет на кафедре. 30,7 % ответов были связаны с отсутствием мотива-

ции к изучению математики и информатики в целом, причем 19,4 % респондентов отметили, что данный вид работы они избегают еще со времени обучения в школе. 12,9 % студентов трудности с обучением ИТ в генетике связали с малым количеством часов математики, информатики и статистики на 1–2 курсе.

В вопросе с открытой формой ответа студентам было предложено написать любые свои предложения по поводу использования ИТ в практикуме по генетике, либо описать сложности, которые у них возникли. Было получено два ответа, один из которых: «Главное, чтобы понятно обучали, а именно с нуля, не надеясь, что мы помним теорию из программирования, так как там особо ничему не учили, думая, что в школе нас всему научили». Данный ответ приводится в авторской редакции, и он явно связан с качеством обучения на предыдущих курсах и школе. И действительно, довольно часто при планировании программ высшего образования наблюдается некая несогласованность навыков, необходимых для изучения специальных дисциплин, с навыками, которые формируются в курсах базовых дисциплин.

Заключение

Согласно проведенному исследованию, большинство учащихся проявляет интерес к информационным технологиям в генетике и считает их полезными для дальнейшей учебной и профессиональной деятельности. Для студентов было предпочтительней работать с ИТ инструментами в аудитории с преподавателем, выполнение индивидуальных заданий самостоятельно и прохождение дополнительных онлайн курсов получило меньшее число положительных оценок. Анализ трудностей, с которыми сталкивались студенты при изучении ИТ в генетике, выявил проблемы с мотивацией для изучения математических и информационных методов в целом, и слабое развитие компетенций в области математики и информатики.

РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННОГО ТРАССИРОВЩИКА ЛУЧЕЙ: АДАПТАЦИЯ КОДА ДЛЯ CPU И GPU

Вавилкин М. А., Демяненко Я. М.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: vavilkin@sfedu.ru, demyana@sfedu.ru

Современные методы трассировки лучей позволяют получать реалистичное изображение, демонстрирующее сложные эффекты глобального освещения. Однако данные алгоритмы требуют значительных вычислительных ресурсов, что делает их слишком медленным для применения в реальном времени. Одним из способов повышения эффективности является использование графических процессоров, но это в свою очередь часто приводит к жесткой привязке к конкретной архитектуре.

В данной работе рассматривается подход к разработке трассировщика лучей, в котором большая часть кода остается универсальной и может выполняться как на CPU, так и на GPU. Такой подход облегчает отладку и разработку, улучшает переносимость кода и позволяет пользоваться программой на машинах без видеокарты или без наличия необходимого драйвера.

Целью данной работы является реализация алгоритма трассировки лучей, большая часть кода которого может выполняться как на CPU, так и для GPU. Код написан на C++, для работы с видеокартой выбран CUDA, для вывода изображения на экран используется OpenGL в связке с GLFW.

В работе реализована версия алгоритма, оптимизированная для работы на GPU. Возможность писать универсальный код частично дает сам CUDA, т.к. он поддерживает значительную часть синтаксиса C++. Тем не менее, необходимо учитывать следующие факторы.

1. CUDA не поддерживает std.
2. Выделение динамической памяти замедляет скорость работы, поэтому необходимо заранее высчитывать размеры тех или иных контейнеров.
3. Все вычисления с double необходимо заменить на вычисления с float ввиду медленной скорости работы с числами двойной точности на GPU.
4. Необходимо стремиться к SIMD (Single Instruction Multiple Data) архитектуре и к использованию SoA (Structure of Array) вместо AoS (Array of Structure).

Первый и второй пункты решены путем написания необходимых стандартных структур данных. Реализованные структуры работают одинаково на CPU и GPU за тем исключением, что при попытке добавить элемент в

заполненный контейнер на CPU будет выделен новый блок памяти большего размера, а на GPU выпадет ошибка, т.к. подразумевается, что вся память должна быть выделена заранее. Здесь и далее небольшие различия в коде для CPU и GPU реализуются посредством использования комбинаций макросов препроцессора `#ifdef __CUDA_ARCH__`, `#else` и `#endif`. Работа с векторами же заменена на работу с указателями.

Для третьего пункта были заменены все математические функции на их версии, работающие только с типом `float`. Для отслеживания наличия операций с типом `double` использовалась метрика утилиты `ncu sm_inst_executed_pipe_fp64`.

Архитектура программы построена так, что код, начиная с функции трассировки луча, в большей части работает одинаково. Однако до этого этапа код на CPU и GPU различается. Интерес представляет вариант для GPU: благодаря двумерной конфигурации ядра в рамках одного блока рядом стоящие лучи с большей вероятностью обрабатывают рядом находящиеся объекты, что позволяет приблизиться к SIMD архитектуре.

Самым ярким примером перехода от AoS к SoA является изменения структуры вершины. Массив структур, которые включают в себя позицию, нормаль и текстурные координаты, заменен на три отдельных массива каждого типа данных. Это необходимо, чтобы увеличить пропускную способность памяти, т. к. большую часть времени требуются только координаты вершин.

Для переменных конфигурации (максимальная глубина трассировщика, индекс преломления среды по умолчанию, максимальный размер вспомогательной структуры для построения KdTree и т. п.), к которым программа часто обращается и которые могут быть изменены во время работы программы, написаны функции-обертки: для CPU они возвращают значение глобальной переменной, для GPU – значение из константной памяти видеокарты.

Также стоит упомянуть планировщик лучей, который необходим ввиду отказа от рекурсии. В роли планировщика выступает массив стеков. На видеокарте выделяется по стеку на каждый поток, в то время как на центральном процессоре также используется массив, но уже единичной длины.

Для вывода изображения на экран используется OpenGL в связке с GLFW. Для GPU массив пикселей выделяется в видеопамяти с помощью OpenGL, а доступ к нему в вычислительном ядре обеспечивается через блокировку работы с ресурсом и получение указателя на данные с использованием команд CUDA. После завершения трассировки данные копируются в текстуру OpenGL и выводятся на экран с помощью простейшего шейдера. Для CPU пиксели хранятся в оперативной памяти, после заполнения массив также копируется в текстуру для вывода через OpenGL.

Тестирование проводилось на процессоре Intel Core i5-9500F и видеокарте MSI GeForce GTX 1660. На сцене с 4000 полигонами и разрешением

экрана 2560x1080 трассировщик на GPU просчитывает кадр 80 миллисекунд, а на CPU 19 секунд.

Таким образом, разработанный трассировщик лучей обладает высокой гибкостью, удобен в отладке и слабо зависит от конкретного оборудования. В работе реализованы ключевые оптимизации: отказ от динамического выделения памяти на GPU, использование структуры данных SoA, переход на вычисления с float и оптимизация под SIMD-архитектуру. Это дало возможность использовать трассировку лучей на более широком спектре устройств и упростило дальнейшее развитие проекта.

Литература

1. Документация CUDA Toolkit [Электронный ресурс] URL: <https://docs.nvidia.com/cuda/cuda-driver-api/>.
2. Руководство по CUDA для C++ [Электронный ресурс] URL: <https://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-programming-guide/index.html>.
3. Исследовательские проекты NVIDIA [Электронный ресурс] URL: <https://www.nvidia.com/en-us/research/>.
4. Kun Zhou, Qiming Hou, Rui Wang, Baining Guo Real-time KD-tree construction on graphics hardware // Academia. – 2008.

РАЗРАБОТКА МЕХАНИК ДЛЯ ГОЛОВОЛОМКИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЕ

Виниченко А. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича*

E-mail: vinichenko@sfedu.tu

Создание видеоигры в жанре головоломки – это сложный и творческий процесс, включающий в себя как разработку механик и уровней, так и проработку общей концепции. Хорошая головоломка должна стимулировать игрока к логическому мышлению, предлагая увлекательные и постепенно усложняющиеся задачи. Для достижения этого необходимо пройти несколько ключевых этапов: от формирования идеи и проектирования игровых механик до балансировки сложности, тестирования и интеграции в общее игровое пространство.

В данном докладе рассматривается процесс дизайна и разработки логической игры-головоломки, объединяющей ранее независимые механики в единое игровое пространство. Основной идеей игры является сочетание двух типов головоломок: соединение точек на поле и перемещение между локациями с помощью системы порталов. Эти механики интегрированы в общий мир, где игроку предстоит решать задачи, используя обе системы в сочетании. Решение головоломок усложняется с каждым уровнем за счет введения новых механик и элементов, создающих уникальные испытания и требующих стратегического мышления.

Каждая решенная головоломка открывает доступ к новым зонам, персонажам и событиям. Игрок сталкивается с постепенным раскрытием мира и истории, что мотивирует его осваивать новые механики и исследовать доступные возможности. Головоломки становятся не просто испытанием, но и ключевым элементом нарратива, влияя на ход повествования и взаимодействие с окружением.

Дополнительно в игре есть фракционная система, добавляющая элементы ролевого взаимодействия. Игрок может выбирать, у каких NPC брать задания, и его решения влияют на отношение к нему различных фракций и доступность различных зон в игровом мире. Это добавляет вариативность в игровой процесс и создает потенциал для нелинейного развития игрового процесса, где выбор игрока влияет на доступные задачи и взаимодействие с миром.

Было уделено внимание интеграции головоломок в общий геймплей, их роли в мире игры и взаимодействию с фракционной системой.

Реализация разработанных решений представлена в виде проекта на платформе Unity 2D и написана на языке C#.

ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ СВЧ ДИАПАЗОНА

Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения,
Институт радиотехнических систем и управления,
г. Таганрог*

E-mail: puvoloshhenko@sfedu.ru, voloschenkoyup@sfedu.ru

В настоящее время разработка сверхбыстродействующей электронно-вычислительной аппаратуры (ЭВА) в России и за рубежом осуществляется с помощью Булевой алгебры и критериев масштабирования, опирающихся на теорему суперпозиции и эскизное изображение конструктивно-технологического исполнения (КТИ) одиночного транзистора [1–3]. Однако закономерности, эвристические сформулированные Г. Муром и эмпирически конкретизированные Р. Деннардом и сотрудниками его лаборатории, имеют отдаленное отношение к науке об электричестве СВЧ. Они являются правильными только в частном случае постоянного и переменного низкочастотного воздействия тока и напряжения в отдельном транзисторе, а не в интегральной схеме (ИС), о чем свидетельствуют формулы, полученные Р. Деннардом для межсоединений полупроводниковых приборов (ПП). Поэтому известное математическое моделирование ИС приводит к повышенному энергопотреблению и тепловыделению микропроцессоров СВЧ при попытке увеличения тактовой частоты сигнала и производительности ЭВА. Дело в том, что минимизация размеров транзистора, декларируемая в современной концепции масштабирования, противоречит требованию соизмеримости времени движения электрона и периода электромагнитного (ЭМ) поля электронных компонентов (ЭК).

Целью доклада является акцентирование внимания студентов ИТА ЮФУ на актуальность одновременно корректного и наглядного математического моделирования логических элементов инженерным способом без радикального изменения технологии их изготовления. Авторы считают главной проблемой разработки сверхбыстродействующей ЭВА неадекватную формализацию электромеханических процессов в ЭК и её несоответствие концепции воспроизводимости результатов экспериментальной верификации ПП в микроволновом диапазоне. Поэтому при прогнозировании свойств цифровых ИС, образованных системами когерентных транзисторов, предлагается применять: во-первых, модель специфической материи, содержащей движущиеся электроны, индуцирующие ЭМ волны, оказывающие об-

ратное воздействие на причину их возникновения, известную в науке об электричестве. Во-вторых, две взаимосвязанные сферические модели электрона, имеющие «полевой» и «геометрический» радиус $\sim 10^{-15}$ м и $\sim 10^{-22}$ м соответственно, которые значительно меньше расстояния $\sim 10^{-9}$ м между атомами полупроводникового вещества, используемого в качестве характерного размера в нанoeлектронике. Тем более, что, например, в микровакуумных цифровых ИС и газонаполненных элементах, предназначенных для эксплуатации в космосе, кристаллическая решетка априори отсутствует [5, 6].

При инженерном моделировании граничных условий в ЭВА необходимо аналитически найти координаты электрона между электродами ПП, исходя из принципа Гамильтона, постулирующего изменение его положение в области взаимодействия с ЭМ полем по траектории с наименьшим действием. В этом случае: 1) второй закон Ньютона рассматривается как уравнение движения электрона (Лоренца) в условиях реализации коллинеарности мгновенных векторов скорости носителя тока и напряженности электрического поля; 2) параметр «действие» классифицируется как мера направленного перемещения отрицательного элементарного заряда, имеющая размерность произведения энергии на время.

Предлагаемую методологию проектирования «открытых» систем ПП, находящихся в трехмерном пространстве и одновременно в ЭМ поле, предлагается реализовать методами эквивалентных схем и синусоид, комплексных амплитуд и гармонической линеаризации, условиями баланса кинетической и потенциальной энергии электрона, но без использования принципа суперпозиции. Её теоретической базой является вся совокупность концепций технической и физической электроники, макроскопической электродинамики, прикладной электро- и радиотехники, опирающихся на законы Ома и Джоуля-Ленца, Кулона и Кирхгофа, уравнений Максвелла и Лоренца, электростатической и ЭМ индукции, неравенства Пирса и Котельникова и т. д. [4–12].

Однако в России и за границей чаще всего применяются схемы замещения электрической структуры транзисторов, например (рис. 1), в виде механического ключа и водопроводного крана, которые позволяют феноменологически пояснить управление сигналом, но не проектировать КТИ ЭК [2, 3].

Дело в том, что подобные «наглядные» модели ПП в ЭМ поле не пригодны для расчета явлений регенерации колебательной энергии и самовозбуждения тепловых флуктуаций питания, оптимального режима усиления ЭК и конструирования энергоэффективного микропроцессора СВЧ.

С другой стороны, на рис. 2 представлена принципиальная электрическая схема логического элемента, иллюстрируемая эпюрами напряжения и тока на электродах транзисторов [3]. Она формализует его режима переключе-

чения с помощью тока «короткого замыкания», не реализуемого на практике, и полностью игнорирует классические модели конвекционного и наведенного тока СВЧ.

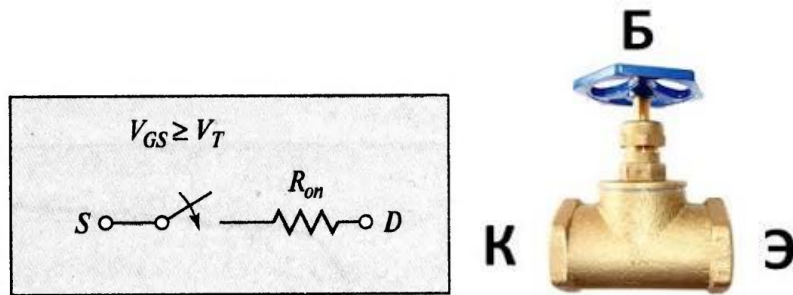


Рис. 1. Модели электрической структуры транзисторов в виде механического ключа и водопроводного крана

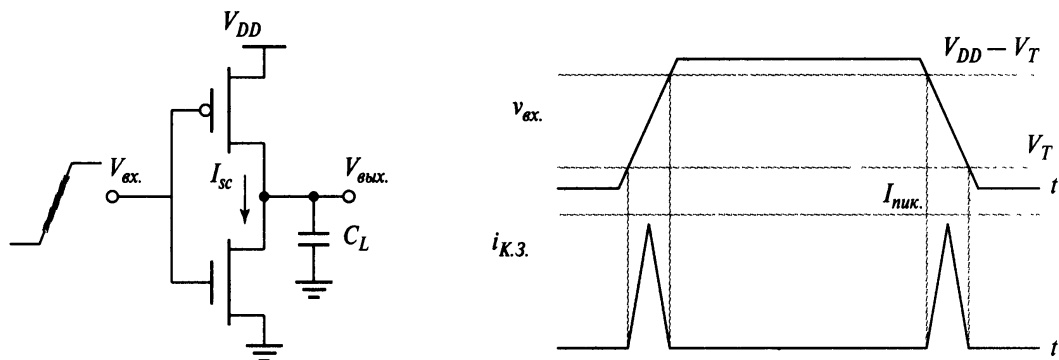


Рис. 2. Электрическая схема логического элемента и осциллограммы напряжения и тока на электродах транзисторов

Таким образом, по мнению авторов, главными проблемами современного этапа математического моделирование ИС является чрезмерный уровень абстрагированного описания ПП и неоднозначная трактовка результатов формализации электрических процессов в них, не позволяющие одновременно корректно и наглядно прогнозировать силовые и энергетические, тепловые и геометрические параметры ЭК. Поэтому разработку ЭВА микроволнового диапазон следует проводить инженерным способом рекурсивной конкретизации феноменологических электро- радиотехнических схем [4–12].

Литература

1. Филимонов А. В., Андронов А. Н., Устинов А. Б. Специальные вопросы микро- и нанотехнологии : учебное пособие. – Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2019. – 236 с. – ISBN 978-5-7422-6569-6. – EDN LJPSBT.

2. Гомоюнов К. К. Транзисторные цепи. СПб.; БХВ-Петербург, 2002. – 240 с.
3. Рабаи Жан М., Чандракасан Ананта, Николич Боривожд. Цифровые интегральные схемы. Перевод с английского и редакция А. В. Назаренко. 2-е издание. Москва: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 912 с.
4. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Нелинейные электрические колебания в электронной цепи: учебное пособие. – Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2020. – 106 с. – ISBN 978-5-9275-3676-4. – EDN WKEECE.
5. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Моделирование переноса электрических зарядов в электровакуумных приборах с электростатическим управлением. – Ростов-на-Дону; Таганрог: ЮФУ, 2019. – 110 с. – ISBN 978-5-9275-3341-1. – EDN ZNYSFK.
6. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Моделирование нелинейных электрических процессов в элементах электронной волновой цепи. – Ростов-на-Дону; Таганрог: ЮФУ 2018. – 116 с. – ISBN 978-5-9275-3038-0. – EDN YTPREQH.
7. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Теория энергетических процессов СВЧ в электронной волновой цепи. – Ростов-на-Дону; Таганрог: ЮФУ, 2017. – 102 с. – ISBN 978-5-9275-2672-7. – EDN YEAZFR.
8. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Основы теории одномерной нелинейной электрической и электронной волновой цепи. – Москва: Издательство Юрайт, 2018. – 102 с. – ISBN 978-5-534-09552-4. – EDN TEKQCSJ.
9. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Электро- и радиотехнические модели технологии когерентной электроники. – Таганрог: ЮФУ, 2016. – 110 с. – ISBN 978-5-9275-2281-1. – EDN XGJLAF.
10. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Основы теории одномерной нелинейной электрической и электронной волновой цепи. – Таганрог : ЮФУ, 2015. – 100 с. – ISBN 978-5-9275-1764-0. – EDN VGYXNH.
11. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Основы системного моделирования электрической структуры интеграции сверхбыстродействующих электронных приборов. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2014. – 94 с. – EDN TEQYEH.
12. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Методология математического моделирования нелинейных волновых и колебательных электрических процессов в изделиях когерентной радио-, микро- и наноэлектроники. – Таганрог: ЮФУ, 2013. – 109 с. – EDN RDWIJF.

КОНЦЕПЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХСКОРОСТНЫХ И СВЕРХБЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ МИКРОСХЕМ ИНЖЕНЕРНЫМ СПОСОБОМ

Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения,

Институт радиотехнических систем и управления,

г. Таганрог

E-mail: puvoloshhenko@sfnedu.ru, voloschenkoyup@sfnedu.ru

Инженерная формализация когерентных сигналов в интегральной схеме (ИС) СВЧ любого назначения исходит из принципа модернизации её существующей конструкции без радикального изменения групповой технологии производства и, соответственно, её стоимости. Однозначный синтез графических и аналитических операторов теории аналоговых и цифровых микросхем гражданского и военного применения реализуется в рамках технической электроники и прикладной электродинамики, теории микроволновых и нелинейных электрических цепей. Одновременно символьный анализ электрической структуры сверхскоростных и сверхбыстродействующих ИС в волновом масштабе электромагнитного (ЭМ) поля обязательно сопровождается корректным экспериментальным моделированием модернизируемой конструкции семейством её аналогов и прототипа [1].

Первоначально исследование режимов проводится в монохроматическом приближении, позволяющем алгебраизировать и наглядно решать исходные интегро-дифференциальные уравнения Максвелла и Лоренца, Теллеждена и Кирхгофа методами гармонической линеаризации и баланса, анализировать накопление и обмен электрической и магнитной энергии, стационарность и устойчивость ЭМ колебаний. Последующий машинный расчет переходных состояний многомодовой электронной цепи (ЭЦ) реализуется на окончательном этапе инженерного моделирования электронных компонентов (ЭК) методами переменных состояния и неавтономных блоков, не использующими принцип суперпозиции [2, 3].

Цель доклада состоит в иллюстрации пространственного распределения неоднородного ЭМ поля тестового макета ИС любого назначения, адекватного применяемой теоретической модели микроэлектронной системы СВЧ, полученной инженерным способом.

На фотографии (рис. 1а) приведена топология цифровой ИС, образованной питающими проводами, объединяющими транзисторы в единое ЭМ целое, создающими положительные и отрицательные обратные связи между ними в виде фильтров нижних частот и ответвителей энергии сигналов СВЧ.

Из рис. 1а видно, что в открытой конструкции можно указать только области, содержащие полупроводниковые приборы (ПП) и отрезки воздушно-полосковых линий, формирующие ветви токов проводимости и переноса её электрической структуры, в которых циркулирует постоянный ток и контура, к клеммам которых приложено ЭДС источников флюктуирующих воздействий. Вместе с тем, участки протекания переменного тока (смещения) в показанном конструктивно-технологическом исполнении (КТИ) ИС, обусловленные мгновенно варьируемыми нелинейными граничными условиями прогнозировать невозможно без корректного импедансного подхода к замещению дискретных диодов и транзисторов, взаимодействующих собственными ЭМ полями.

Поэтому первоначально феномено-инвариантно изучаем базовый кластер системы ПП (конструктивную единицу), образованный минимальным количеством (парой) соседних ЭК и смежных слоев металлизации, характеризующийся одновременно сосредоточенными амплитудно-зависимыми и волновыми электрическими параметрами [1-3].

На рис. 1б показано типовое КТИ ГИС, необходимое для корректного экспериментального тестирования результатов аналитического расчета многомодовой электрической структуры базового кластера с учетом явлений регенерации и сорбции, дифракции и интерференции ЭМ поля в окружающем пространстве.

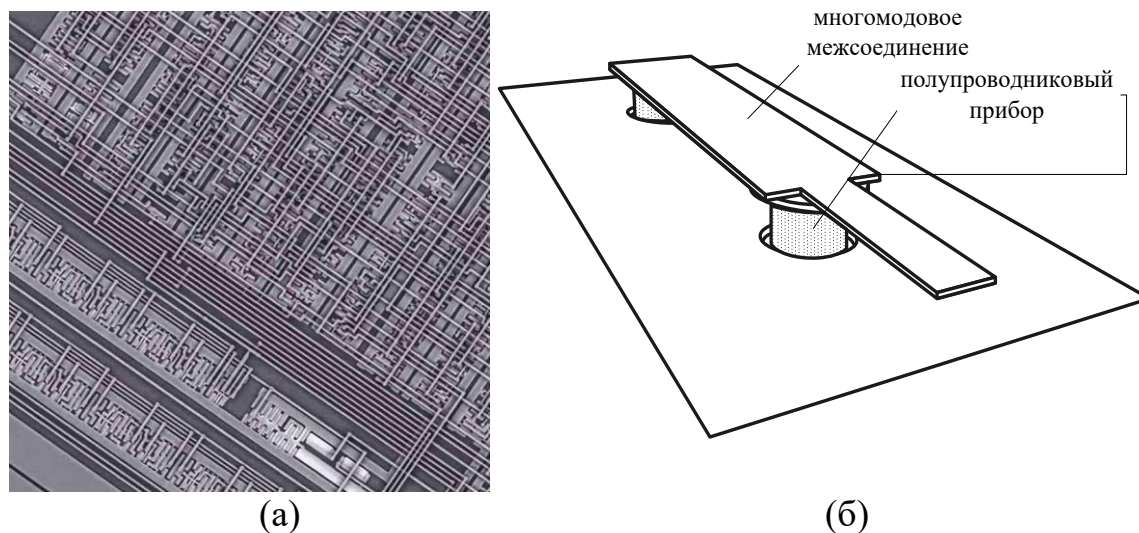


Рис. 1. Вид сверху цифровой ИС при удаленном компаунде (а) [4] и схематическое изображение воздушно-полоскового верификационного макета фрагмента КТИ гибридной ИС (ГИС) СВЧ (б) [6]

В качестве активного и пассивного ПП, замещаемого резистивно-негатронными двухполюсниками в ЭЦ, используются серийные корпусные туннельные и лавинно-пролетные диоды (ТД и ЛПД), которые обладают

100% внутренней обратной связью на резонансных частотах ~ 1 ГГц и ~ 10 ГГц [5–8]. Отметим, что полосковые элементы подстройки его реактивности, обеспечивающие одновременно питание ГИС и устойчивость усилительного и автоколебательного режима открытой системы двух ПП при полезной нагрузке 50 Ом, задаваемой стандартным измерительным трактом, не показаны на рис. 1б [6, 9].

На рис. 2 приведено мгновенное распределение интенсивности и амплитуды неоднородного ЭМ поля, создаваемого парой связанных между собой ПП тестовой ГИС, аналитически рассчитанное без использования принципа суперпозиции по формулам [8, 9].

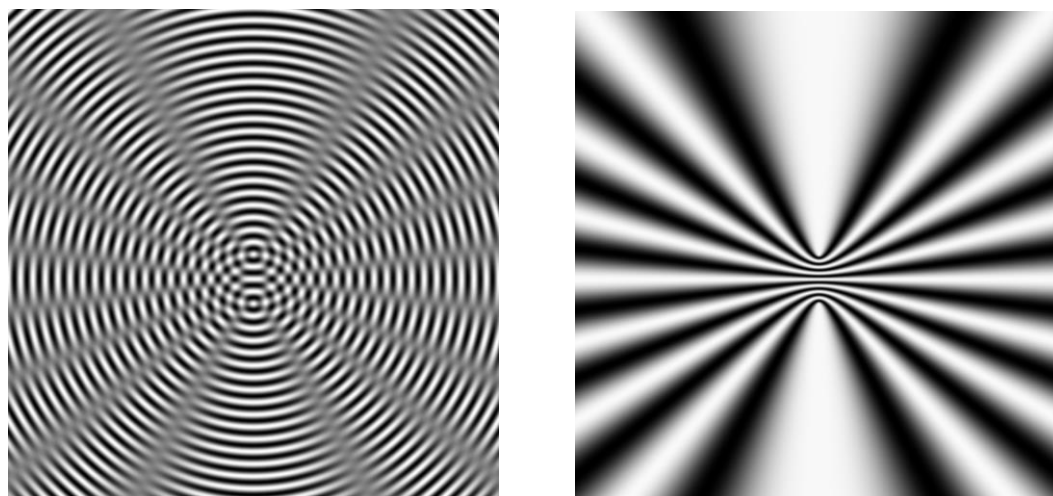


Рис. 2. Теоретический рельеф ЭМ поля кластера ГИС

Рисунок 2 отображает явления дифракции и интерференции ЭМ волн кластера, объясняющее необходимость усовершенствования электрической структуры открытого изделия СВЧ техники, базовых концепций групповой технологии изготовления когерентных транзисторов и межсоединений в рамках современной микро- и наноэлектроники.

Таким образом, в докладе:

1) дано графическое представление когерентных воздействий друг на друга фрагментов КТИ ИС, наглядно конкретизирующее алгебраическое или геометрическое суммирование сигналов, рекурсивный анализ импедансных критериев устойчивого состояния одно и двух, трех и большего количества ПП в методе неавтономных блоков;

2) обоснована необходимость первоочередного исследования системы двух ПП, наглядно иллюстрирующей композицию сигналов в окружающем пространстве, направленного на решение проблемы, создаваемой принципами «типизации» технической реализации и «стандартизации» ЭК в микроволновой технике 21 века.

Литература

1. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Экспериментальное исследование регенеративного вторичного источника СВЧ энергии // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2020. – Т. 63, № 4. – С. 84–89. – DOI 10.17213/0136-3360-2020-4-84-89. – EDN DUGXJU.
2. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Феноменологическое моделирование беспроводной сети передачи электрической энергии // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития: Материалы XXX научной конференции. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2023. – С. 78–81. – EDN DPFYHC.
3. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Изучение сигнала в сверхскоростном логическом элементе с использованием компьютерных систем инженерных расчетов // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития: Материалы XXIX научной конференции. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2022. – С. 80–82. – EDN IUULLQ.
4. Математические модели и методы синтеза СБИС. Моделирование схем на языке Verilog. Симуляция и тестирование схем // Кафедра математической кибернетики МГУ [Электронный ресурс] URL: https://mk.cs.msu.ru/images/e/ee/VLSI_Verilog_2017.pdf (дата обращения: 15.03.2025).
5. Волощенко П. Ю. Исследование генератора СВЧ на двух полупроводниковых приборах // Вопросы анализа эффективных элементов сверхвысоких частот: Сб. трудов Таганрог. радиотехн. ин-та им. В. Д. Калмыкова. – Таганрог, 1974. – Вып. 27. – С. 186–191.
6. Волощенко Ю. П. Алгоритмы анализа волновых процессов в длинной линии с активными нелинейными двухполюсниками: специальность 05.09.05 "Теоретическая электротехника": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новочеркасск, 2009. – 219 с. – EDN QEGSSR.
7. Патент № 2190921 С2 Российская Федерация, МПК H03B 7/14. Генератор сверхвысоких частот: № 99128017/09: заявл. 31.12.1999: опубл. 10.10.2002 / П. Ю. Волощенко, Ю. П. Волощенко; заявитель Таганрогский государственный радиотехнический университет. – EDN BMXOZB.
8. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Моделирование электрического поля фрагмента сверхскоростной ИС // Нелинейный мир. – 2007. – Т. 5, № 10–11. – С. 689–696. – EDN ITZOP.
9. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Моделирование электронных компонентов интегральных схем методами теории электрических цепей. – Ростов-на-Дону; Таганрог: ЮФУ 2017. – 111 с. – ISBN 978-5-9275-2654-3. – EDN YHOZPL.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОННЫМИ ТАБЛИЦАМИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЕГЭ ПО ИНФОРМАТИКЕ

Воронцова М. И., Майер С. Ф.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: mvorontsova@sfedu.ru, sfmayer@sfedu.ru

Единый государственный экзамен (ЕГЭ) с каждым годом становится значительно сложнее. Программа постоянно обновляется и расширяется, и школьники сталкиваются с многочисленными трудностями, которые могут повлиять на результат:

- усложнение заданий, которые требуют глубокого понимания темы, а не механического запоминания решения;
- необходимость практических навыков, а не только теоретических знаний;
- острая проблема недостатка времени на решение заданий, ведь экзамен требует не только глубоких знаний, но и умения быстро и точно применять их на практике, быстро ориентироваться в типах заданий, выбирать наиболее легкий и эффективный способ решения;
- пробелы в знаниях по школьной программе, которые затрудняют выполнение более трудных задач, что препятствует получению высоких баллов.

Одной из главных задач для школьников является необходимость научиться работать с электронными таблицами. На ЕГЭ выделяются 27 типов заданий, которые направлены на решение разными средствами: логическими выводами, счетом и подбором вручную, программированием и решением с помощью электронных таблиц. Среди всех заданий экзамена присутствуют четыре задания, которые предполагают решение только с помощью электронных таблиц. Представим их:

- 3 – Поиск информации в реляционных базах данных.
- 9 – Обработка числовой информации в электронных таблицах.
- 18 – Обработка вещественных выражений в электронных таблицах.
- 22 – Многопроцессорные системы.

На самом деле можно заметить, что практически все типы заданий предполагают многовариантность решения. Если задание направлено на решение с помощью программирования или алгебры логики (составление таблиц истинности), которые можно проанализировать и решить теоретически,

то его можно выполнить как программированием, так и другими средствами, например, с помощью электронных таблиц. Данное обстоятельство расширяет возможности учащихся и позволяет им выбирать наиболее удобный для себя подход. К таким заданиям с многовариантностью решения относятся:

- 2 – Построение таблиц истинности логических выражений.
- 5 – Анализ и построение алгоритмов для исполнителей.
- 6 – Определение результатов работы простейших алгоритмов (некоторые типы задач).
- 8 – Перебор слов и системы счисления (некоторые типы задач).
- 12 – Выполнение алгоритмов для исполнителей (некоторые типы задач).
- 13 – Организация компьютерных сетей. Адресация (некоторые типы задач).
- 14 – Кодирование чисел. Системы счисления.
- 15 – Преобразование логических выражений (некоторые типы задач).
- 17 – Обработки числовой последовательности (некоторые типы задач).
- 19–21 – Выигрышная стратегия.
- 23 – Оператор присваивания и ветвления. Перебор вариантов, построение дерева.
- 25–26 – Обработка целочисленной информации.

Таким образом, круг задач, решаемых с помощью электронных таблиц, достаточно широк и требует глубокого понимания аспектов работы с табличными процессорами. По данной причине было бы целесообразно расширить школьную программу по информатике, которая не всегда позволяет уделить достаточное количество часов для детального и всестороннего рассмотрения заданий ЕГЭ. Для устранения проблемы можно использовать элективные курсы для учащихся 10 класса, в рамках которых можно углубленно изучать работу с электронными таблицами, отрабатывая навыки решения задач в свободном режиме и получая индивидуальные рекомендации от учителя, что значительно ускорит процесс подготовки к экзамену.

На каждом занятии элективного курса предлагается: изучение теоретического материала, выполнение лабораторной работы с подробным объяснением решения и решение задач для закрепления изученного материала. Приведем примеры подобных заданий.

Пример № 1 (задание № 2 ЕГЭ по информатике):

Артём заполнял таблицу истинности функции $(x \wedge \neg y) \vee (x \equiv z) \vee \neg w$, но успел заполнить лишь фрагмент из трёх различных её строк, даже не указав, какому столбцу таблицы соответствует каждая из переменных w, x, y, z .

				$(x \wedge \neg y) \vee (x \equiv z) \vee \neg w$
0	1	1	0	0
0				0
	1	0	1	0

Определите, какому столбцу таблицы истинности соответствует каждая из переменных w, x, y, z . В ответе напишите буквы w, x, y, z в том порядке, в котором идут соответствующие им столбцы.

В качестве пояснения к решению можно представить такую формулировку:

Запишем w в ячейку A1, x в ячейку B1, y в ячейку C1, z в ячейку D1. Далее выполним перебор двоичных значений для всех переменных, которые используются в выражении. Так как в выражении используются 4 переменных, то строк таблицы будет $2^4=16$.

Затем запишем отдельными частями исходную функцию в виде логического выражения, каждую – в отдельном столбце (всего три части):

1. Назовем столбец Ч1 (ячейка E1) и введем формулу в ячейку E2 соответствующую первой скобке логического выражения:
=ЕСЛИ(И(B2;НЕ(C2));1;0). Далее распространим формулу по всей длине столбца (от E2 до E17).
2. Назовем столбец Ч2 (ячейка F1) и введем формулу в ячейку F2 соответствующую второй скобке логического выражения: =ЕСЛИ(B2=D2;1;0). Также распространим формулу по всей длине столбца (от F2 до F17).
3. Назовем столбец Ч3 (ячейка G1) и введем формулу в ячейку G2 соответствующую третьей части логического выражения: =ЕСЛИ(НЕ(A2);1;0). Распространим формулу по всей длине столбца (от G2 до G17).

В еще один столбец добавим формулу итоговой функции F (ячейка H1) и введем формулу в ячейку H2 соответствующую логическому выражению: =ЕСЛИ(ИЛИ(E2;F2;G2);1;0). Далее распространим формулу по всей длине столбца (от H2 до H17). Нам важны строки, где результат выражения равен нулю, для этого выделим таблицу и отсортируем строки по столбцу. В меню Главная => Сортировка и фильтр => Настраиваемая сортировка. Теперь эти значения сравним с исходной таблицей и найдем результат.

Рассмотрев исходную таблицу, заметим, что во всех наборах w принимает только значение 1, значит, в результирующей таблице w соответствует второму столбцу. Во всех столбцах есть хотя бы одна единица, значит, первый столбец в третьей строке содержит 1, следовательно, это столбец x . Далее понимаем, что строки в решении расположены верно, следовательно, четвертый столбец это y , а третий – z .

Ответ: xwzy

Пример № 2 (задание № 5 ЕГЭ по информатике):

В файле приведён фрагмент единой расчётной базы данных фирмы «Мастер» о начислениях за товары, продаваемых в различных магазинах жителям города. База данных состоит из трёх связанных прямоугольных таблиц. На рисунке 1 приведена схема указанной базы данных.



Рис. 1

Используя информацию из приведённой базы данных, определите суммарные доходы (в рублях) Производственного цеха в отделе магазина «Сантехника» на улице Семеоновская, дом 27 за 2021 год. В ответе запишите только число.

Рассмотрим подробное решение:

Открываем файл и переходим на лист «Отдел». В условии сказано, что нужны записи только для отдела «Производственный цех», воспользуемся фильтрами. Для этого выделяем нужный столбец (Название). Далее во вкладке «Данные» находим «Сортировка и фильтр», нажимаем «Фильтр». В столбце выбираем «Производственный цех» и нажимаем «ОК». Осталась 1 позиция, подходящая под данный фильтр (с ID отдела – 11). Кроме того, нас интересуют магазины «Сантехника» на улице Семеоновская. Чтобы отобрать именно их, переходим на лист «Лицевые счета» и аналогично применяем «Фильтр». Получаем лицевой счет – 50, 51, 52. Переходим на лист «Начисление». Воспользуемся фильтром к столбцу «ID отдела», который был найден на листе «Отдел» (11). К столбцу «Лицевые счета» применим фильтр (50, 51, 52 – значение были получены после фильтрации на листе «Лицевые счета»). В столбце «Операции» отбираем только «Доход» и в столбце «Дата» выбираем операции за 2021 год. Результат представлен на рисунке 2.

	A	B	C	D	E	F
1	ID операции ▾	Дата ▾	Лицевые счёта ▾	ID отдела ▾	Операции ▾	Сумма, руб ▾
529	528	20.06.21	50	11	Доход	31334
537	536	28.06.21	51	11	Доход	34979
649	648	18.10.21	50	11	Доход	35611
1163						

Рис. 2

Копируем полученную таблицу на отдельный лист. Теперь необходимо определить суммарные доходы (в рублях) Производственного цеха в отделе магазина «Сантехника» на улице Семеоновская, дом 27 за 2021 год. Для этого посчитаем сумму по формуле: =СУММ(F2:F4). Получим 101924, это и есть ответ.

Ответ: 101924

Таким образом, обучение решению задач с помощью электронных таблиц в рамках элективного курса было бы эффективной поддержкой учащихся в их подготовке к ЕГЭ по информатике. С каждым годом программа экзамена только усложняется. Тогда как данный курс поможет улучшить навыки работы с электронными таблицами, научит правильно распределять время на экзамене, не тратить его на выбор метода решения, а заранее знать, какое задание и каким способом целесообразно решать. Данный элективный курс будет способствовать успешной подготовке учащихся к экзамену и получению более высоких баллов.

Литература

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ.
2. ФГБНУ "Федеральный институт педагогических измерений" / [Электронный ресурс] // ФИПИ : [сайт]. — URL: <https://fipi.ru/> (дата обращения: 03.02.2025).
3. Тюшнякова И. А., Макаренченко М. Г. Элективные курсы по информатике как средство профильного самоопределения учащихся // Вестник Таганрогского института имени А. П. Чехова. 2021. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektivnye-kursy-po-informatike-kak-sredstvo-profilnogo-samoopredeleniya-uchaschihsya> (дата обращения: 03.02.2025).

ВЛИЯНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ДИСЛОКАЦИЙ НА КРУЧЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЫ С ВНУТРЕННИМ ДАВЛЕНИЕМ

Гайбарян С. А., Зубов Л. М.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: sgaybaryan@sfedu.ru

Дислокации являются важным элементом микроструктуры твердых тел. Они в значительной мере определяют прочностные, упругопластические, деформационные и другие свойства многих конструкционных и наноструктурных материалов. В настоящее время дислокационные модели активно используются для теоретического описания свойств и дефектов кристаллических и наноструктурных материалов [1, 2], а также некоторых явлений в упругом теле, таких как внутреннее трение, пластическое течение, усталость и т. д.

В работе рассматривается упругое тело, имеющее в отсчетной конфигурации форму круговой цилиндрической трубы. Исследуется явление закручивания трубы с распределенными винтовыми дислокациями осевого направления, нагруженной давлением, равномерно распределенным по внутренней поверхности. Решение задачи строится в рамках нелинейной континуальной теории непрерывно распределенных дислокаций.

Система уравнений равновесия нелинейно упругой несжимаемой среды [3] при отсутствии массовых сил состоит из векторного уравнения равновесия

$$\operatorname{div} \mathbf{D} = 0 \quad (1)$$

и определяющих соотношений

$$\mathbf{D} = \frac{dW(\mathbf{G})}{d\mathbf{F}} - p\mathbf{F}^{-T}, \mathbf{F} = \operatorname{grad} \mathbf{R}, \quad (2)$$

где $\mathbf{D}$ – несимметричный тензор напряжения Пиолы, W – удельная потенциальная энергия деформации, $\mathbf{G} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{F}^T$ – мера деформации Коши-Грина, p – давление в несжимаемом теле.

Если в теле задано непрерывное распределение дислокаций, плотность которого определяется как тензорное поле второго ранга $\boldsymbol{\alpha}$, имеет место уравнение несовместности:

$$\operatorname{rot} \mathbf{F} = \boldsymbol{\alpha}. \quad (3)$$

В данной работе рассматривается упругое тело в форме полого кругового цилиндра конечной длины. В недеформированном состоянии вводятся цилиндрические координаты $r_1 \leq r \leq r_0$, $0 \leq \varphi \leq 2\pi$, $0 \leq z \leq L$.

Тензор плотности α , соответствующий осесимметричному распределению дислокаций, имеет только одну ненулевую компоненту:

$$\alpha = \beta(r)\mathbf{i}_3 \otimes \mathbf{i}_3, \quad (4)$$

где $\mathbf{i}_3$ – орт, параллельный оси трубы.

Следуя [4], решение уравнения несовместности (3) ищется в виде:

$$\mathbf{F} = \frac{dR(r)}{dr} \mathbf{e}_r \otimes \mathbf{e}_R + \frac{R(r)}{r} \mathbf{e}_\varphi \otimes \mathbf{e}_\Phi + H(r) \mathbf{e}_\varphi \otimes \mathbf{i}_3 + \psi R(r) \mathbf{i}_3 \otimes \mathbf{e}_\Phi + \lambda \mathbf{i}_3 \otimes \mathbf{i}_3 \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{e}_r &= \mathbf{i}_1 \cos \varphi + \mathbf{i}_2 \sin \varphi, & \mathbf{e}_\varphi &= -\mathbf{i}_1 \sin \varphi + \mathbf{i}_2 \cos \varphi, \\ \mathbf{e}_R &= \mathbf{e}_r \cos(\psi z) + \mathbf{e}_\varphi \sin(\psi z), & \mathbf{e}_\Phi &= -\mathbf{e}_r \sin(\psi z) + \mathbf{e}_\varphi \cos(\psi z), \end{aligned}$$

где $R(r)$ – радиальная координата точек деформированной трубы.

Упругий материал предполагается изотропным и несжимаемым. В этом случае определяющие соотношения примут вид:

$$\mathbf{D} = [\tau_1(I_1, I_2) + I_1 \tau_2(I_1, I_2)] \mathbf{F} - \tau_2(I_1, I_2) \mathbf{G} \cdot \mathbf{F} - p \mathbf{F}^{-T} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} I_1 &= \text{tr } \mathbf{G}, & I_2 &= \text{tr } \mathbf{G}^{-1}, \\ \tau_1 &= 2 \frac{\partial W}{\partial I_1}, & \tau_2 &= 2 \frac{\partial W}{\partial I_2}, \end{aligned}$$

где τ_1, τ_2 – скалярные функции отклика материала, I_1, I_2 – первый и второй инварианты деформации. Третий инвариант равен единице в силу условия несжимаемости.

Функции $H(r)$ и $R(r)$ находятся в квадратурах из уравнения несовместности (3) и условия несжимаемости $\det \mathbf{F} = 1$, соответственно, и, с учетом (5), принимают вид:

$$H(r) = \frac{1}{r} \int_{r_1}^r \rho \beta(\rho) d\rho, \quad R^2(r) = 2 \int_{r_1}^r \frac{\rho d\rho}{\lambda - \psi \rho H(\rho)} + R_1^2, \quad (7)$$

где $R_1 = R(r_1)$ – внутренний радиус деформированной трубы.

Поскольку функции $H(r)$ и $R(r)$ зависят от радиальной координаты r , то компоненты тензоров $\mathbf{F}$, $\mathbf{F}^{-T}$, $\mathbf{G}$ и инварианты деформации I_1, I_2 , определяемые с учетом (5), также являются функциями радиальной координаты.

Векторное уравнение равновесия (1) приводится к следующему скалярному уравнению относительно функции $p = p(r)$:

$$\frac{dp}{dr} + U(r)p = V(r), \quad (8)$$

решение которого будет иметь вид:

$$p(r) = \exp\left(\int_r^{r_0} U(\rho)d\rho\right)\left[p(r_0) - \int_r^{r_0} V(r') \exp\left(-\int_{r'}^{r_0} U(\rho)d\rho\right)dr'\right]. \quad (9)$$

В (9) $p(r_0)$ – постоянная, определяемая из граничного условия незагруженности внешней боковой поверхности трубы $D_{rR}(r_0) = 0$.

Исходя из сказанного и с учетом (9), компоненты напряжения Пиолы также являются известными функциями радиальной координаты r :

$$\begin{aligned} \mathbf{D} = & D_{rR}(r)\mathbf{e}_r \otimes \mathbf{e}_R + D_{\varphi\Phi}(r)\mathbf{e}_\varphi \otimes \mathbf{e}_\Phi + \\ & + D_{\varphi Z}(r)\mathbf{e}_\varphi \otimes \mathbf{i}_3 + D_{Z\Phi}(r)\mathbf{i}_3 \otimes \mathbf{e}_\Phi + D_{ZZ}(r)\mathbf{i}_3 \otimes \mathbf{i}_3, \end{aligned} \quad (10)$$

Рассматриваются такие модели нелинейно упругих тел, как неогуковский материал, удельная потенциальная энергия деформации которой дается равенством

$$W = C_1(I_1 - 3) \quad (11)$$

и материала Муни, с потенциалом вида

$$W = C_1(I_1 - 3) + C_2(I_2 - 3). \quad (12)$$

Считается, что в (11), (12) выполняется соотношение $C_2 = C_1/5$, и задается значение $C_1 = \mu/2$, где μ – модуль сдвига. Скалярные функции отклика материалов с потенциалами (11) и (12) определяются с помощью (6) и принимают значения $\tau_1 = \mu, \tau_2 = 0$ и $\tau_1 = \mu, \tau_2 = \mu/5$, соответственно. Пусть модуль сдвига $\mu = 1$ и значение внешнего радиуса трубы в отсчетной конфигурации $r_0 = 1$, что эквивалентно переходу к безразмерным величинам.

Скалярная плотность дислокаций задается функцией $\beta(r) = \beta_0 r^{-1}$, где β_0 – постоянная, называемая параметром дислокаций.

Для определения деформированного состояния трубы при её нагружении внутренним давлением вводится тензор напряжения Коши:

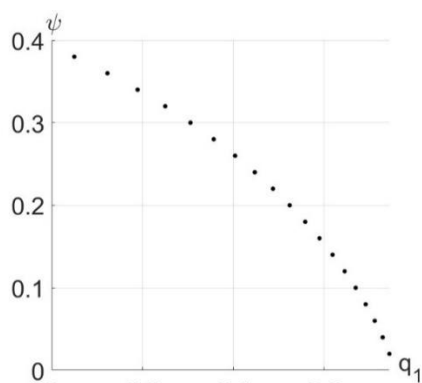
$$\mathbf{T} = \frac{1}{\det \mathbf{F}} \mathbf{F}^T \cdot \mathbf{D}. \quad (13)$$

Функция давления q_1 определяется из граничного условия на внутренней поверхности трубы $T_{RR}(r_1) = -q_1$.

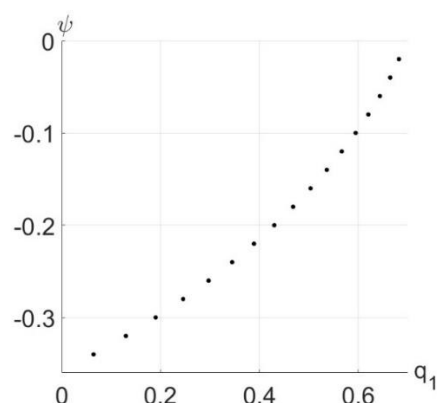
Исследуется явление закручивания трубы при раздувании внутренним давлением без приложения внешнего крутящего момента M , задаваемого соотношением

$$M = 2\pi \int_{r_1}^{r_0} D_{Z\Phi}(r) R r dr. \quad (14)$$

Это явление обусловлено наличием в теле дислокаций. Из условия $M = 0$ определяется зависимость $\psi(q_1)$ при отсутствии удлинения ($\lambda = 1$) и заданном значении параметра дислокаций β_0 (рис. 1, 2).

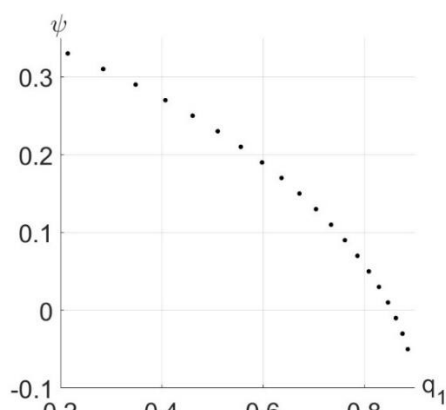


(a) $\beta_0 = -1$

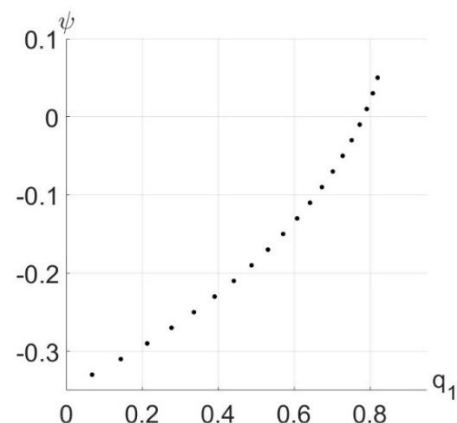


(б) $\beta_0 = 1$.

Рис. 1. Зависимость $\psi(q_1)$ для трубы из неогуковского материала при $r_1 = 0.5$ и фиксированном значении параметра плотности дислокаций β_0



(a) $\beta_0 = -1$



(б) $\beta_0 = 1$

Рис. 2. Зависимость $\psi(q_1)$ для трубы из материала Муни при $r_1 = 0.5$ и фиксированном значении параметра плотности дислокаций β_0

Литература

1. Clayton J. D. Nonlinear Mechanics of Crystals / J. D. Clayton. – Dordrecht: Springer, 2011. – 700 p. – ISBN978-94-007-0349-0.
2. Gutkin M. Y. Plastic Deformation in Nanocrystalline Materials / M. Y. Gutkin, I. A. Ovid'ko. – Berlin; Heidelberg : Springer-Verlag GmbH, 1997. – 194 p. ISBN366209374X.
3. Лурье А. И. Нелинейная теория упругости / А. И. Лурье. – М.: Наука, 1980. – 512 с.
4. Зубов Л. М. Универсальные решения нелинейной теории дислокаций для упругого цилиндра / Л. М. Зубов // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2020. – № 5. – С. 120–130. – DOI 10.31857/S0572329920050177. – EDN WNADGY.

ПОДХОДЫ И ПРОБЛЕМЫ 2D и 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ФОРМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ

Гармашов С. И.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: garmashov@sfedu.ru

Математическое описание поведения включений жидкой фазы в кристалле в равновесных и неравновесных условиях представляет интерес для решения разнообразных задач, таких как локальное легирование полупроводников [1–6], исследование свойств кристалла и массопереноса в жидкой фазе и на её границе с кристаллом [7–15], удаление нежелательных включений из кристалла [16] за счет их движения под действием градиента температуры (так называемое явление термомиграции включений [1–16]), использование включений в качестве контейнеров для доставки лекарственных средств внутрь организма [17].

В настоящем докладе приводится обзор проделанной работы по моделированию включений в кристалле в одномерном, двумерном и трехмерном случаях [8–15]. Особое внимание уделено проблемам именно трехмерного моделирования эволюции форм включений в кристалле при различных тепловых условиях – в однородном температурном поле и при наличии градиента температуры.

Одномерные численные модели, описанные в [8], позволили показать существование влияния малых (~ 1 К) колебаний температуры на увеличение скорости термомиграции в случае нелинейных механизмов межфазных процессов. С помощью этих моделей было продемонстрировано возможность переключения потоков между участками границ с разными механизмами роста и растворения и, как следствие, возможность движения плоских прослоек жидкой фазы без градиента температуры, но при наличии несимметричных пилообразных колебаний температуры.

Одним из прикладных приложений термомиграции является создание солнечных элементов, датчиков излучений, построенных на системе глубоких p - n -переходов [2]. В этом случае используются включения, как правило, цилиндрической формы. Математическое описание движения такого включения в кристалле требует, по крайней мере, двумерного подхода. Двумерная модель массопереноса несколько сложнее одномерной в связи с тем, что возникает необходимость учета анизотропии межфазной кинетики (разные механизмы роста/растворения кристалла на участках границы включения с разной кристаллографической ориентацией), так и анизотропии удельной

межфазной энергии. В основу таких моделей [8–15] был положен метод граней, предложенный в [7]. Суть его заключается в том, что криволинейные участки границы сечения цилиндрического включения аппроксимируются набором плоских участков – граней, для каждой из которых, в зависимости от ее ориентации, задается механизм межфазных процессов и удельная межфазная энергия.

Если в модели [7] метод граней был применен к стационарному случаю, т. е. к установившемуся режиму термомиграции, то в наших работах [8, 13, 14] он был распространен на случай моделирования эволюции формы сечения включения в разнообразных тепловых условиях.

Механика изменения формы включения и его положения в кристалле заключалась в следующем. Для исходной (заданной произвольным образом) формы сечения включения решалось двумерное нестационарное уравнение диффузии, находились установившиеся скорости граней и производилось их параллельное смещение за заданный небольшой промежуток времени. В результате сечение включения принимало несколько иную форму, для которой снова решалось уравнение диффузии и находились новые значения установившихся скоростей граней. В ходе моделирования эволюции формы сечения включения ориентации граней оставались постоянными, а изменялись только их размеры, а, следовательно, и межфазные давления и граничные условия рассматриваемой задачи.

В качестве одного из примеров применения такого двумерного моделирования может служить эволюция неравновесной формы сечения включения в равновесных условиях. Интересно отметить, что как показало моделирование, форма, к которой приходит включение в равновесных условиях за разумное время, не всегда является равновесной из-за особенностей зародышевого механизма роста/растворения и характерных для него сильных межфазных ограничений, тормозящих приближение формы к равновесной [14]. Подобный эффект наблюдается и в натурных экспериментах.

Другой пример применения разработанной двумерной модели заключается в описании эволюции формы включения под действием градиента температуры от начальной равновесной к установившейся неравновесной [14], качественно совпадающей с результатами натурных экспериментов.

Двумерное моделирование позволило получить некоторые аналитические соотношения [12, 13], которые могут быть использованы для определения по геометрии формы сечения включения степени анизотропии удельной межфазной энергии, относительной затрудненности процессов кристаллизации и растворения на сингулярных гранях.

Однако во многих случаях термомиграции включений последние нельзя рассматривать в виде цилиндров и использовать двумерное моделирование. Поэтому возникает необходимость в построении трехмерной

модели формы включения. Кроме того, трехмерная модель могла бы оказаться полезной для оценки пределов применимости двумерных моделей.

Современные математические пакеты достаточно легко и быстро решают разнообразные задачи трехмерного тепло- и массопереноса методом конечных элементов. Однако специфика рассматриваемых нами задач требует знания координат граней, их площадей и углов между ними, что не всегда легко получить при использовании математического пакета.

Поэтому мы попытались решить эту задачу собственными силами, используя метод конечных разностей. При этом использовался, как и в двумерной модели, метод граней с фиксированным наклоном каждой грани.

Предполагалось, что включение имеет кубическую форму, но с округлыми ребрами, лежащих в плоскости, перпендикулярной направлению градиента температуры, что характерно для включений в щелочно-галлоидных кристаллах, например, KCl, KBr, NaCl (рис. 1).

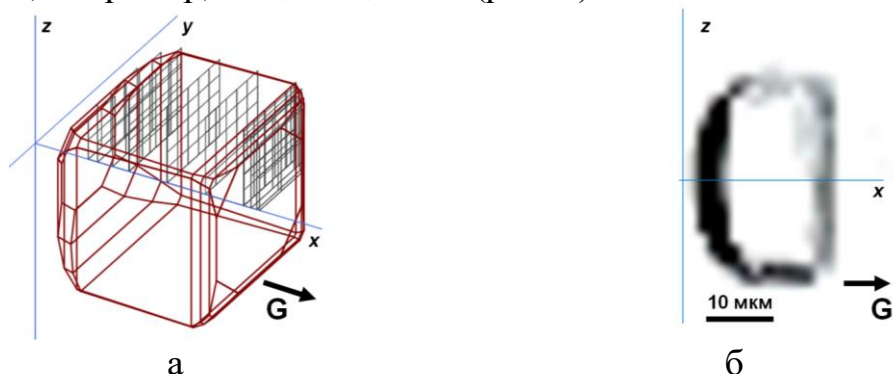


Рис. 1. Модельная форма (а), аппроксимирующая реальное трехмерное включение раствора KBr в кристалле KBr (б, показано в сечении), и фрагмент конечно-разностной сетки (а), используемой для численного решения нестационарного уравнения диффузии

В модели [15] округлость ребер была учтена только для передней и тыльной граней и аппроксимировалась набором плоскостей, площадь которых учитывалась при вычислении межфазных давлений и уточнении граничных условий. При таком подходе удалось построить трехмерную неравномерную сетку ([15], рис. 1, а), состоящую из двух частей, узлы которых в направлении ОХ в общем случае не совпадали. Проблема несовпадения узлов двух частей сетки решалась путем применения билинейной интерполяции. Некоторые результаты, полученные с использованием модели [15], будут представлены в отдельном докладе.

Для того чтобы учесть округлость всех ребер куба и обеспечить возможность аппроксимировать форму включения от округлого куба (рис. 2, а) до шара (рис. 2, б) была построена усовершенствованная многослойная модель, где в каждом слое использовалась своя двумерная сетка подобного

вида (рис. 2, в), но разного размера. Для описания массопереноса вдоль оси Ox методом конечных разностей из-за несовпадения положений узлов в соседних слоях (рис. 2, в) использовалась билинейная интерполяция.

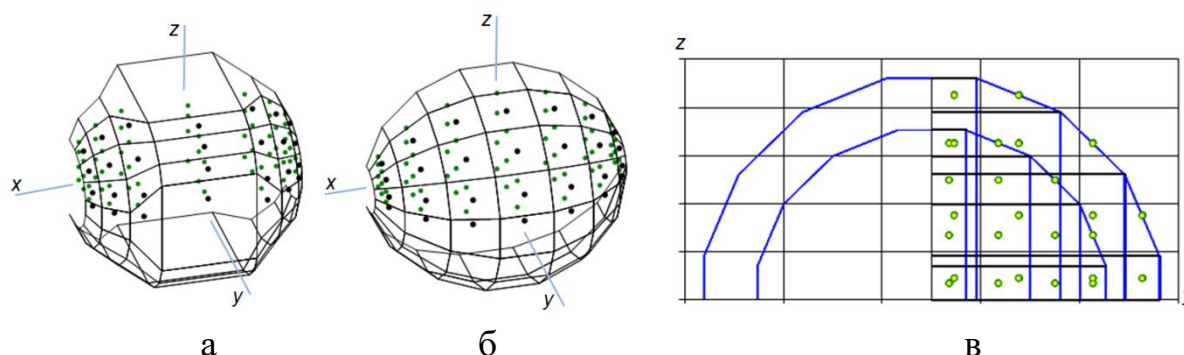


Рис. 2. Усовершенствованная модельная форма в виде округлого куба (а), шара (б) и положение узлов в двумерных сетках всего включения (а, б) и в двух соседних слоях (в)

Тестирование модели для случая наличия градиента температуры и затрудненности межфазных процессов на вертикальных и горизонтальных (сингулярных) гранях показало характерное изменение формы включения, когда передний вертикальный фронт растворения расширяется, а тыльный фронт кристаллизации – сужается (рис. 3).

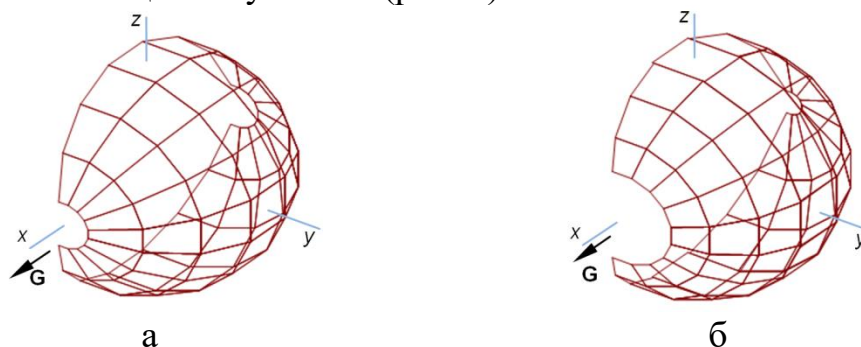


Рис. 3. Результат моделирования эволюции формы трехмерного включения от начальной равновесной в виде шара (а) до установившейся неравновесной (б) при наличии градиента температуры G и затрудненности межфазных процессов

Разработанные варианты трехмерных моделей находятся на этапе их тестирования и соответствующей доработки, о результатах которых будет сообщено в докладе.

В дальнейшем планируется сопоставить результаты дву- и трехмерных моделей при прочих равных условиях, чтобы определить пределы применимости относительно простых двумерных моделей, а также сравнить результаты трехмерного моделирования с имеющимися в нашей лаборатории экспериментальными данными по миграции включений в кристалле.

Литература

1. Pfann, W. G. Temperature gradient zone melting [Text] / W. G. Pfann // Journal of Metals. – 1955. – V. 7, Iss. TP 4021E. – P. 961–964.
2. Лозовский, В. Н. Зонная перекристаллизация градиентом температуры полупроводниковых материалов [Текст] / В. Н. Лозовский, Л. С. Лунин, В. П. Попов. – М.: Металлургия, 1987. – 232 с.
3. Полухин, А. С. Использование термомиграции в технологии структур силовых полупроводниковых приборов [Текст] / А. С. Полухин, Т. Зуева, А. Солодовник // Силовая электроника. – 2006. – № 3. – С. 110–112.
4. Eslamian, M. Thermodiffusion applications in MEMS, NEMS and solar cell fabrication by thermal metal doping of semiconductors [Text] / M. Eslamian, M. Ziad Saghir // Fluid Dynamics and Materials Processing. – 2012. – V. 8, N. 4. – P. 353–380.
5. Ломов, А. А. Формирование и структура термомиграционных кремниевых каналов, легированных Ga [Текст] / А. А. Ломов, Б. М. Середин, С. Ю. Мартюшов, А. Н. Заиченко, И. Л. Шульпина // ЖТФ. – 2021. – Т. 91. – С. 467–474.
6. Середин, Б. М. Трансформация кольцевой зоны на основе алюминия при ее термомиграции в кремнии в направлении $\langle 100 \rangle$ / Б. М. Середин, В. П. Попов, А. В. Малибашев, А. Д. Степченко // ФТП. – 2024. – Т. 58, В. 9. – С. 489–492.
7. Cline, H. E. Nonequilibrium morphology of liquid inclusions migrating in solids [Text] / H. E. Cline, T. R. Anthony // J. Appl. Phys. – 1977. – Vol. 48. – P. 5096–5104.
8. Гершанов, В. Ю. Нелинейные нестационарные эффекты в процессах массопереноса [Текст] / В. Ю. Гершанов, С. И. Гармашов – Ростов н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2014. – 114 с.
9. Garmashov, S. I. Velocity and Cross-Section Shape of Liquid Cylindrical Inclusions Migrating Normally to Close-Packed Planes of a Non-Uniformly Heated Crystal under Stationary Thermal Conditions [Text] / S. I. Garmashov, V. Yu. Gershanov // J. Cryst. Growth. – 2009. – V. 311, N. 2. – P. 413–419.
10. Гармашов, С. И. К методике исследования межфазной кинетики и анизотропии удельной межфазной энергии из экспериментов по миграции жидких цилиндрических включений в кристалле в стационарных тепловых условиях [Текст] / С. И. Гармашов // Кристаллография. – 2018. – Т. 63, № 5 – С. 827–831.
11. Гармашов, С. И. О скорости термомиграции жидких цилиндрических включений в кристалле в стационарных тепловых условиях [Текст] / С. И. Гармашов // ФТТ. – 2019. – Т. 61, № 12. – С. 2303–2306.

12. *Garmashov, S. I.* A model of shapes of liquid cylindrical inclusions migrating through a non-uniformly heated crystal: Fundamentals and applications for studying crystallization and dissolution [Text] / S. I. Garmashov // *J. Cryst. Growth.* – 2021. – V. 574. – 126312.
13. *Гармашов, С. И.* Модель термомиграции жидких цилиндрических включений в кристалле и ее применение : монография [Текст] / С. И. Гармашов ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. – 99 с.
14. *Garmashov, S. I.* Evolution of cross-sectional shapes of liquid inclusions enclosed in a crystal: Computer simulation and its application for studying interface kinetics [Text] / S. I. Garmashov // *J. Cryst. Growth.* – 2024. – V. 627. – P. 127532.
15. *Гармашов С. И.* Компьютерное моделирование трёхмерного включения в кристалле // С. И. Гармашов, М. И. Быковский, Н. И. Тонконогов / Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития [Электронный ресурс] : Материалы XXXI научной конференции (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 18 – 20 апреля 2024 г.) – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2024. – С. 113–116.
16. *Stelian, C.* Numerical and experimental investigation of CdZnTe growth by the boron oxide encapsulated vertical Bridgman method / C. Stelian, D. Calestani, M. Vel'azquez, A. Zappettini [Text] // *Int. J. Heat Mass Transfer.* – 2021. – V. 176. – P. 121490.
17. *Lepinay, S. E. G.* NaCl Crystals as Carriers for Micronutrient Delivery / S. E. G. Lepinay, R. Nijveld, K. P. Velikov, N. Shahidzadeh [Text] // *ACS Omega.* – 2022. – V. 7. – P. 28955–28961.

GOOGLE COLAB КАК СРЕДСТВО ИЗУЧЕНИЯ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Генералова А. А., Карякин М. И.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: generalova@sfedu.ru, karyakin@sfedu.ru

Метод конечных элементов (МКЭ) является одним из наиболее широко используемых численных методов в современном математическом моделировании. Популярность МКЭ обусловлена его гибкостью и точностью в решении задач для тел со сложной геометрией и сложными физико-механическими свойствами. С первых шагов своего применения в семидесятих годах прошлого века и до сегодняшнего дня МКЭ сыграл и продолжает играть ключевую роль в организации практико-ориентированных и высокотехнологических научных вычислений.

Существует множество платных МКЭ-пакетов (например, ANSYS [1], Abaqus [2], MSC Nastran [3] и др.), которые предлагают мощные инструменты для численного моделирования. Однако для образовательных целей и студенческих проектов более удобным является использование свободно распространяемого программного обеспечения с открытым исходным кодом. Настоящая работа связана использованием одного из таких свободно распространяемых и активно развивающихся МКЭ-пакетов, программным комплексом FEniCSx [4].

FEniCSx – это популярная вычислительная платформа для решения дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных элементов (МКЭ). Не обладая графическим интерфейсом, свойственным «тяжелым» коммерческим пакетам, FEniCSx, тем не менее, позволяет пользователям достаточно быстро преобразовывать математические модели в эффективный конечно-элементный код. Благодаря высокоуровневому интерфейсу, поддерживающему язык программирования Python, порог входа пользователя в эту систему считается достаточно низким. В то же время FEniCSx, как и любая система с открытым исходным кодом, предлагает мощные возможности для опытных программистов.

FEniCSx находит широкое применение в различных научных и инженерных областях, включая механику сплошных сред, гидродинамику, электромагнетизм и биомеханику. FEniCSx поддерживает параллельные вычисления, что делает его пригодным для решения больших и сложных задач на высокопроизводительных вычислительных системах, обеспечивая высокую производительность и масштабируемость.

Стоит отметить, что FEniCSx, точнее говоря, его предшественник, аналогичный пакет FEniCS, активно используется в России в исследованиях в сфере математического моделирования [5]. Однако учебной литературы по новой версии пакета на русском языке практически нет. Еще одна проблема расширения круга пользователей FEniCSx в России связана с тем, что текущие версии предназначены для работы в операционных системах Linux и MacOS, которые существенно уступают по распространенности Windows-системам, для которых реализации пакета с прямой и удобной установкой пока нет.

Целью настоящей работы является преодоление обеих обозначенных проблем. Во-первых, мы попытались создать достаточно простое в использовании интерактивное учебное пособие, позволяющее получить первое представление о возможностях пакета, а, во-вторых, реализовали его в режиме, подходящем для пользователей любых операционных систем. Мы исходили из предположения, что во многих случаях начальное освоение нового программного средства более надежно происходит не в процессе чтения учебника или руководства, детально описывающего принципы работы, математические основы, все используемые функции и т. п., а путем знакомства с показом типовых задач, которые нужно, а главное, можно, решать и стандартных схем анализа этих задач с использованием этого программного средства.

Удобным средством демонстрации возможностей FEniCSx, а следовательно, и создания учебного пособия по этому пакету, для нас стал Google Colab [6].

Google Colab – это облачная платформа, предоставляющая доступ к вычислительным ресурсам для выполнения Python-кода. Colab позволяет пользователям создавать и выполнять Jupyter-ноутбуки в браузере, обеспечивая доступ к графическим процессорам и тензорным процессорам для ускорения вычислений. Это делает Colab идеальным инструментом для обучения, исследований и разработки моделей машинного обучения, а также для совместной работы и обмена знаниями.

Google Colab предоставляет интуитивно понятный интерфейс для работы с jupyter-ноутбуками, поддерживающими текст, код и визуализации. Пользователи могут легко делиться своими ноутбуками, что способствует сотрудничеству и обмену знаниями. Colab также интегрируется с Google Drive, что позволяет хранить и управлять ноутбуками и данными в облаке. Это делает Colab удобным инструментом для совместной работы и удаленного доступа к вычислительным ресурсам.

Использование Google Colab для работы с FEniCSx предоставляет ряд преимуществ. Во-первых, Colab обеспечивает доступ к мощным вычислительным ресурсам, что позволяет решать сложные задачи методом конечных элементов без необходимости настройки локальной инфраструктуры.

Во-вторых, Colab поддерживает установку и использование различных Python-библиотек, включая FEniCSx, что делает его универсальным инструментом для научных исследований. Это позволяет исследователям сосредоточиться на моделировании и анализе данных, не отвлекаясь на технические аспекты.

Возможность работы с пакетом FEniCSx в Google Colab появилась благодаря набору дополнительных библиотек FEM on Colab [7]. С их использованием установка FEniCSx в систему является простым процессом, требующим выполнения нескольких команд в ячейке ноутбука. При этом происходит регистрация необходимых зависимостей и загрузка самого FEniCSx с использованием пакетного менеджера `pip`. После установки пользователь может сразу же приступить к моделированию и решению задач, используя мощные возможности FEniCSx. Это позволяет быстро начинать исследования и эксперименты без длительной подготовки.

Google Colab предоставляет удобную среду для разработки и тестирования моделей с использованием FEniCSx. Благодаря доступу к мощным вычислительным ресурсам и удобному интерфейсу, Colab позволяет исследователям эффективно решать сложные задачи методом конечных элементов. FEniCSx, в свою очередь, предоставляет мощные инструменты для автоматизированного решения дифференциальных уравнений, делая их сочетание идеальным для современных учебных и даже научных исследований.

Возвращаясь к теме учебного пособия, нужно отметить, что важным достоинством системы «записных книжек», или `jupyter`- или `colab`-файлов формата `ipynb` является возможность интеграции в одном файле форматированного текста, содержащего рисунки и математические формулы, и программного кода, выполнение которого может сразу стать иллюстрацией к приведенному тексту, схеме или математической модели. Это позволяет делать учебное пособие по-настоящему интерактивным, рекомендовать обучающемуся поменять те или иные параметры, провести расчеты, проанализировать результаты и сделать выводы, например, о том или ином влиянии параметров модели или расчетной схемы на конечный результат. При этом обмен `jupyter`-файлами преподавателя с обучающимися или обучающихся друг с другом реализуется максимально просто и удобно.

Описываемое учебное пособие пока состоит из трех небольших вводных частей, так или иначе связанных с решением уравнения Пуассона. Заметим, что для учебников, посвященных численным методам решения краевых задач для уравнений в частных производных и, в частности, методу конечных элементов, это уравнение приобрело статус «основополагающей» задачи. Сравниться с ней в этом смысле может разве что проблема вывода на печать фразы «Hello, world!», с которой начинается большинство руководств по языкам программирования.

При разработке всех интерактивных «уроков» существенно использовалось руководство [4], разработанное одним из авторов FEniCSx. В первой части уравнение Пуассона используется для демонстрации сведения задачи в частных производных к конечно-элементной постановке и описываются базовые возможности FEniCSx по ее численному исследованию. Во второй части уравнение Пуассона используется для решения задачи о прогибе мембраны. Здесь показано, в частности, как для создания формы области может быть использовано САД-ядро формально внешней для пакета FEniCSx библиотеки Gmsh [8]. Задача о кручении вала некругового поперечного сечения в третьей части пособия сведена к задаче Неймана для уравнения Пуассона. Здесь описана схема создания нулевого пространства, принципы работы с ядром матрицы и использование библиотеки PETSc [9] для решения сингулярных систем. Представлены возможности библиотеки PyVista [10] для визуализации результатов.

Литература

1. ANSYS Inc. | Simulation-Driven Product Development [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ansys.com> (дата обращения: 06.03.2025).
2. Abaqus Official Website [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.3ds.com/products-services/simulia/products/abaqus/> (дата обращения: 07.03.2025).
3. MSC Nastran Official Website [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mscsoftware.com/product/msc-nastran> (дата обращения: 04.03.2025).
4. Dokken J. S. The FEniCSx tutorial [Электронный ресурс]. URL: <https://jsdokken.com/dolfinx-tutorial>. (дата обращения: 03.03.2025).
5. FEniCS | FEniCS Project [Электронный ресурс]. – URL: <https://fenicsproject.org/> (дата обращения: 07.04.2025).
6. Google Colab Documentation. [Электронный ресурс]. URL: <https://colab.research.google.com/> (дата обращения: 03.03.2025).
7. Ballarin F. FEM on Colab [Электронный ресурс]. 2020. URL: <https://fem-on-colab.github.io>. (дата обращения: 03.03.2025).
8. Gmsh: A 3D Finite Element Mesh Generator [Электронный ресурс]. – URL: <https://gmsh.info/> (дата обращения: 03.03.2025).
9. PETSc: Portable, Extensible Toolkit for Scientific Computation [Электронный ресурс]. – URL: <https://petsc.org/> (дата обращения: 03.03.2025).
10. PyVista: 3D Visualization and Analysis Library [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pyvista.org/> (дата обращения: 11.04.2025).

ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СФЕРЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Гинис Л. А., Капустянская Л. Р.

ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,

*Институт компьютерных технологий и информационной
безопасности,*

г. Таганрог

E-mail: gla@sfedu.ru, lkap@sfedu.ru

Культурное и археологическое наследие является важным фактором пространственного развития территорий, а в контексте малых населенных пунктов, объекты культурного наследия (ОКН) зачастую становятся единственным стимулом для социально-экономического прогресса. Современные геоинформационные технологии и системы (ГИС) могут быть чрезвычайно полезны для кадастрового учёта и сохранения ОКН, т. к. позволяют визуализировать, анализировать различные типы данных, проводить пространственный анализ и выявлять наиболее уязвимые и ценные объекты.

Преимущества применения геоинформационных технологий и ресурсов, развернутых на их основе, в целях картографирования ОКН подробно рассмотрены в [1]. Среди основных преимуществ авторы отмечают возможность сохранять и по-новому организовывать информационную базу об историко-культурных объектах, расширять и облегчать доступ к ней, рост исследовательских, образовательных, просветительских и социальных проектов, популяризации самого объекта.

Несмотря на это, применение ГИС в сфере сохранения и учета ОКН в России по-прежнему не имеет широкого распространения, а существующие геоинформационные решения и ресурсы по результатам нашего анализа можно назвать недостаточными или некачественными.

Авторы исследования [2] прямо указывают на то, что одной из сфер применения ГИС-технологий является разработка интерактивных карт и геосервисов, позволяющих оперативно получить доступ к географическим сведениям об объектах археологического и культурного наследия в целях изучения и сохранения историко-культурного наследия. Здесь заметим, что среди электронных сервисов Министерства культуры РФ существует подобная тематическая карта, рисунок 1. Данный проект был разработан с целью дополнения кадастровых сведений об ОКН на территории РФ.

Достоинством рассматриваемого проекта, прежде всего, является его статус – это официальный федеральный информационный ресурс, сведения

из которого используются в целях государственного управления и развития территорий.

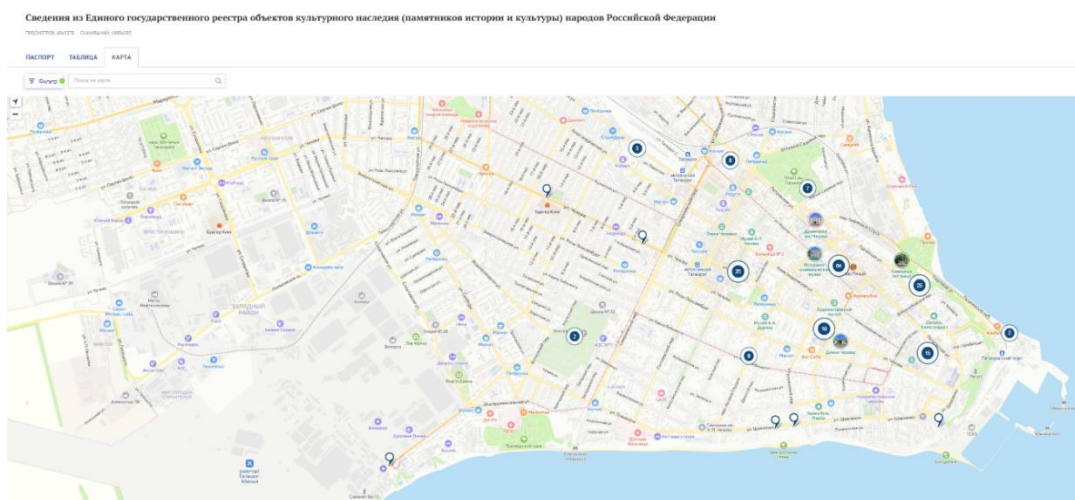


Рис. 1. Интерактивная карта Минкультуры России

Как отмечается в [3], основным недостатком карты является неполнота информации. Сведения карты не включают в себя данные из документов территориального планирования (ТП) муниципальных образований, а ввиду неполноты кадастра в части учета ОКН, а именно документы ТП являются важным источником информации. Также ресурс не содержит сведений о текущем состоянии объекта. Помимо этого, интерактивная карта на сайте Министерства культуры РФ, являясь единственным федеральным проектом в сфере картографирования ОКН, имеет ограниченные функциональные возможности и периодические проблемы с доступом.

Геоинформационные технологии в России, в последнее время, стали активно использоваться в проектах по сохранению и популяризации знаний о культурном наследии на региональном уровне. Продуктом таких проектов является ГИС, содержащая сведения об ОКН в пределах конкретного региона. Так, например, в Курской области энтузиастами была разработана интерактивная карта ОКН, рисунок 2. Безусловным плюсом данной карты можно считать наличие информации об уничтоженных объектах и объектах, год постройки которых, датируется до 1917 включительно. Ресурс позволяет отобразить выявленные объекты, сведений о которых в реестре нет.

Считаем, что главным недостатком карты можно назвать отсутствие информации об объектах археологического наследия. Также отсутствие системы условных обозначений (значков) затрудняет идентификацию объекта. Помимо этого, при наведении на определенный объект пользователю выдается скудная информация, которая не содержит данные о реестровом номере и категории.

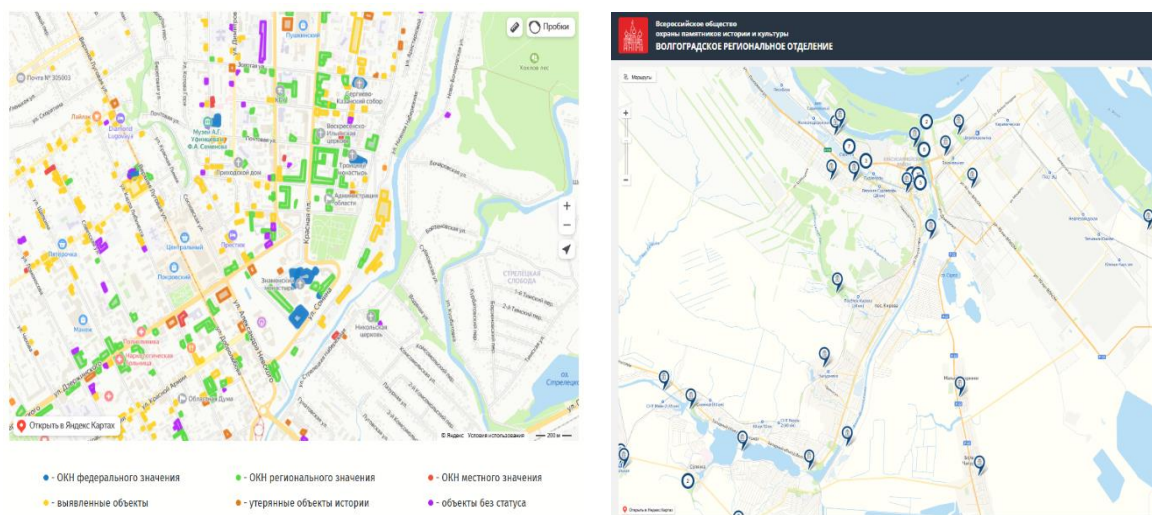


Рис. 2. Интерактивная карта ОКН Курской области (слева), Волгоградской области (справа)

Другим примером может служить, карта ОКН на территории Волгоградской области, рисунок 2. Достоинства: сведения о состоянии объекта (хорошее – удовлетворительное – утрачен); наличие фотографий в карточке объекта; наличие ссылки на карточку объекта и получение отчета в формате PDF.

Среди недостатков отметим, отсутствие информации об ОКН федерального значения и памятников археологии; отсутствие системы условных обозначений. Анализируя, данную ГИС можно сказать, что ее целевое назначение – служебное пользование в рамках Волгоградской области. Перечисленные выше недостатки делают рассматриваемый ресурс малоинформативным и недостаточным как для проведения на его базе каких-либо исследований, так и для познавательной деятельности.

Также в рамках исследования были изучены другие региональные ГИС ОКН («Карта объектов культурного наследия Свердловской области», «ОКН Вологды», «Объекты наследия Татарстана», «Сохраним наследие г. Иркутск»). Существующие региональные решения иллюстрируют ситуацию в сфере геоинформационного картографирования ОКН – разрабатывается либо ГИС, предназначенные для служебного пользования, либо интерактивные карты, функционал и сведения которых весьма ограничены.

Применение геоинформационных технологий и систем для разработки современных научно-образовательных информационных ресурсов визуализации и картографирования объектов культурного наследия важное и только развивающееся направление.

В качестве рекомендаций к разработке и применению ГИС для сохранения и популяризации ОКН, отметим следующее:

- при формировании БД для ГИС ОКН важно учитывать сведения из документов ТП, которые разрабатываются для каждого муниципального

образования и размещаются в виде открытых данных Министерства Культуры РФ;

- необходимо отмечать в ГИС объекты археологического наследия в пределах территории картографирования, т.к. они являются видом ОКН и представляют интерес для исследовательских целей;
- на этапе проектирования ГИС стоит разработать систему условных обозначений и тематических значков, которые будут отображаться на картографической основе. Грамотно выстроенная система условных обозначения в разы повысит качество и читаемость карты;
- после внедрения ГИС необходимо с установленной периодичностью обновлять данные, т. к. работы по выявлению ОКН ведутся и данные в реестре обновляются органами охраны.

Литература

1. *Кравченко, И. В.* Применение цифровых и ГИС-технологий для целей визуализации и сохранения историко-культурного наследия Евпатории советского периода / И. В. Кравченко, А. Н. Яковлев // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – 2022. – Т. 8, № 4. – С. 299–308.
2. *Lisetskii, F.* Geoinformacionnaya analiticheskaya Sistema “Arheologicheskie pamyatniki Kryma” [Geoinformation analytical system “Archaeological sites of Crimea”] / F. Lisetskii // Geodesy and Cartography. – 2018. – Vol. 79(12). – pp. 29–40. DOI: 10.22389/0016-7126-2018-942-12-29-40.
3. *Тарновский, В. В.* К вопросу о показателях учета культурного наследия/ В. В. Тарновский // Вестник национального исследовательского института культурного наследия. – 2024. – № 2. – Режим доступа: <https://niikn.ru/vestnik2> (дата обращения: 10.03.2025).

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ РЕШЕНИЙ НА ДАТАСЕТЕ AVA ДЛЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ ЧЕЛОВЕКА

Гладкова К. Н., Демяненко Я. М.

ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: kgla@sfedu.ru, demyana@sfedu.ru

Распознавание действий человека является большой сложной задачей, которая состоит из подзадач разных типов: классификация одиночных действий, детекция и локализация действий в пространстве и времени, прогнозирование будущих действий, а также многомодальное распознавание, включающее анализ позы, глубины и других источников данных.

Каждая из этих задач является сложной, объемной, а их постановки существенно отличаются друг от друга. В силу этих причин невозможно использовать универсальный датасет для всех задач, для каждого типа требуется свой.

Определим задачу распознавания действий человека следующим образом: необходимо на каждом кадре видео: (1) определить акторов (человека/группу людей, включая их различие в плотных сценах), (2) локализовать его в пространстве через ограничивающие рамки (bounding boxes) с учетом изменений позы, масштаба и ракурса, (3) классифицировать действие из заданного набора категорий (например, «ходьба», «взаимодействие с объектом»). Рассмотрим развитие решения этой задачи на примере датасета AVA 2.2.

AVA (Atomic Visual Actions) [1] – это крупномасштабный мультимодальный датасет, предназначенный для улучшения понимания человеческой активности в видео. Он включает 80 типов атомарных визуальных действий, аннотированных в 430 видеоклипах по 15 минут, что приводит к 1.58 млн меток действий с множественными аннотациями для каждого человека. Датасет охватывает разнообразные сцены и условия, поддерживает задачи локализации действий, распознавания речи и взаимодействий между людьми и объектами.

На рисунке 1 представлены модели, обученные на данном датасете с 2019 по 2023 годы.

Рассмотрим подробнее 8 лучших моделей своего времени.

- 1) **SlowFast (2019)** [2] – модель на основе двухпоточной архитектуры, разделяющей обработку пространственной и временной информации, макро и микродвижений. Поток **Slow** работает с низкой частотой кад-

ров и сфокусирован на извлечении пространственных признаков и семантики изображения. Поток **Fast** работает с высокой частотой кадров и захватывает динамику движения и временные изменения в видео. В лучшем случае модель достигает mAP 27,5%.

- 2) **ACAR-Net (2021)** [3] – расширяет возможности SlowFast, используя её предобученные признаки. Модель усиливает анализ действий за счёт интеграции банка функций Actor-Context Feature Bank и оператора High-Order Relation Reasoning, который моделирует прямые и опосредованные взаимодействия между участниками действия и контекстом.
- 3) **MViTv2 (2022)** [4] – развивает концепцию комбинирования CNN и трансформерных архитектур. Благодаря декомпозированным позиционным эмбедам и остаточным пулинговым соединениям, MViTv2 эффективно обрабатывает высокоразрешающие данные.

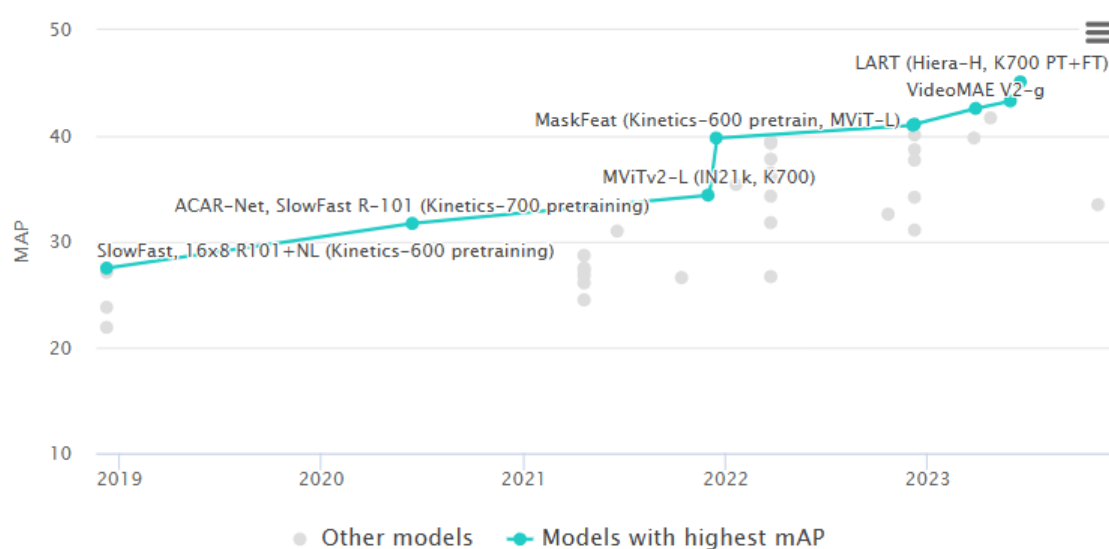


Рис. 1. Лидеры среди моделей для распознавания действий человека на датасете AVA 2.2 с 2019 по 2023 гг.¹

- 4) **MaskFeat (2022)** [5] – строится на базе идей трансформерных моделей, внедрённых в MViTv2, и вводит подход самообучения через маскированное предсказание признаков. Вместо регрессии на пиксели, MaskFeat обучается восстанавливать абстрактные представления скрытых областей, что позволяет захватывать глобальные зависимости в видео и лучше обнаруживать области интереса.
- 5) **InternVideo (2022)** [6] – данный метод фокусируется на глубокой интеграции пространственно-временных признаков через построение

¹ Рисунок взят из <https://paperswithcode.com/sota/action-recognition-on-ava-v2-2>

внутренних (интернальных) видеорепрезентаций. Используя трансформерные блоки в связке с самообучением, InternVideo умеет извлекать сложные зависимости между кадрами.

- 6) **VideoMAE v2 (2022)** [7] – продолжая идеи MaskFeat, вторая версия VideoMAE оптимизирует процесс маскирования и восстановления отсутствующих участков видеок кадров. Модель демонстрирует улучшенное качество генеративного предсказания за счет иерархической архитектуры и более эффективных стратегий маскирования, что даёт существенное улучшение при переносе на задачу распознавания действий.
- 7) **Hiera (2023)** [8] – модель, основанная на иерархическом подходе, где видео представлено в виде множества семантически значимых блоков. Такое разбиение позволяет эффективно моделировать сложные отношения между объектами и их динамическими взаимодействиями. Комбинация трансформеров и иерархических структур дает Hiera возможность точно анализировать видео с разнообразной динамикой.
- 8) **LART (2023)** [9] – эта модель отличается использованием комбинированного входа, где наряду с традиционными RGB-данными применяется информация о 3D позе участников действия. Гибридная архитектура LART объединяет свёрточные сети для извлечения визуальных признаков с графовыми нейросетями (GCN) для анализа структурных связей позы. Такой синтез позволяет детально моделировать взаимодействия между участниками.

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики восьми лидирующих моделей, отсортированных по метрике mAP (mean Average Precision). Она рассчитывается как среднее значение Average Precision по классам, где AP – площадь под кривой Precision-Recall при пороге IoU (Intersection over Union), определяющем степень пересечения предсказанных и размеченных областей действия.

Таблица 1

Сравнительные характеристики лидирующих моделей

Модель	Архитектура	Подход	Входные данные	mAP
SlowFast	CNN	Supervised	RGB	27.5
ACAR-Net	CNN	Supervised	RGB	31.7 (+4.2)
MViTv2	Transformer	Supervised	RGB	34.4 (+2.7)
MaskFeat	Transformer	Supervised	RGB	39.8 (+5.4)
InternVideo	Transformer	Self-Supervised	Текст + RGB	41.4 (+1.6)
VideoMAE v2	Transformer	Supervised	RGB	42.6 (+1.2)
Hiera	Transformer	Self-Supervised	RGB	43.3 (+0.7)
LART	CNN + GCN	Supervised	3D поза + RGB	45.1 (+1.8)

Анализируя представленные модели, можно сделать вывод, что развитие архитектур в области распознавания действий строится на преемственности и использовании лучших идей предыдущих поколений. Так, ACAR-Net расширяет базовую архитектуру SlowFast, добавляя механизмы для анализа взаимосвязей между участниками, а MViTv2 переходит от принципов CNN к трансформерным структурам. MaskFeat вводит самообучение через маскированное предсказание, которое легло в основу дальнейших разработок, таких как InternVideo и VideoMAE v2. Особое внимание уделяется использованию cross-model attention, позволяющему объединять различные источники информации, что наглядно демонстрируется в модели LART с использованием как RGB, так и данных о 3D позе. Такой подход ведет к постепенному росту точности распознавания действий и расширению возможностей видеоанализа.

Литература

1. *Gu C. et al.* Ava: A video dataset of spatio-temporally localized atomic visual actions //Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2018. – С. 6047–6056.
2. *Feichtenhofer C. et al.* Slowfast networks for video recognition //Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision. – 2019. – С. 6202–6211.
3. *Pan J. et al.* Actor-context-actor relation network for spatio-temporal action localization //Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2021. – С. 464–474.
4. *Li Y. et al.* Mvitv2: Improved multiscale vision transformers for classification and detection //Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition. – 2022. – С. 4804–4814.
5. *Wei C. et al.* Masked feature prediction for self-supervised visual pre-training //Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition. – 2022. – С. 14668–14678.
6. *Wang Y. et al.* Internvideo: General video foundation models via generative and discriminative learning //arXiv preprint arXiv:2212.03191. – 2022.
7. *Wang L. et al.* Videomae v2: Scaling video masked autoencoders with dual masking //Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition. – 2023. – С. 14549–14560.
8. *Ryali C. et al.* Hiera: A hierarchical vision transformer without the bells-and-whistles //International conference on machine learning. – PMLR, 2023. – С. 29441–29454.
9. *Rajasegaran J. et al.* On the benefits of 3d pose and tracking for human action recognition //Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition. – 2023. – С. 640–649.

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ СОСТОЯНИЙ МОЛЕКУЛ ДЛЯ АНАЛИЗА И ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТОДАМИ IN SILICO (НА ПРИМЕРЕ МУТАНТОВ БЕЛКА CRISPR/CAS)

Горносталь А. А., Юрушкин М. В., Бачурин С. С.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича
E-mail: gornostal@sfedu.ru

При температуре выше 0 К все атомы в молекулах совершают интенсивные колебания, а сами молекулы, если находятся в жидкой или газовой среде, хаотически двигаются. Чем больше молекула, тем меньше скорость её движения как целого, однако тем больше число возможных расположений частей молекулы относительно друг друга. В молекулярной биологии каждое такое расположение частей молекулы в пространстве называется конформация. Для макромолекул, таких как белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды и их комплексы, конформации представляют особую важность, ведь в зависимости от расположения частей молекулы относительно друг друга меняется биологическая активность молекулы в целом. Наиболее важным является анализ конформаций белков, который в самом простом приближении может быть сведен к поиску двух главных конформаций – “напряженная” и “расслабленная” конформация. Эти термины обозначают такие расположения частей молекулы относительно друг друга, когда белок не способен проявлять биологических свойств и когда он готов к взаимодействию с определенными веществами в клетке.

Доступных экспериментальных способов изучить конформационные превращения веществ в клетке практически не существует. Наиболее подходящий способ - молекулярно-динамическая симуляция, которая хорошо зарекомендовала себя за последние 15 лет [<https://doi.org/10.3390/ijms25010444>, <https://doi.org/10.3390/ijms252312621>, <https://doi.org/10.1039/d3nj02445h>] как метод теоретического изучения сложных биологических объектов. Выходными файлами молекулярно-динамической симуляции являются наборы так называемых “фреймов”, содержащих координаты и тип каждого атома в молекуле. Существует огромное количество инструментов, позволяющих извлечь полезную информацию из этих результатов.

Конформационный анализ сложно проводить без специальных математических инструментов по нескольким причинам:

- 1) большой объем информации для анализа (> 200 “фреймов” на одну модель);
- 2) сложные объекты для визуального исследования;

3) штатные инструменты анализа не всегда дают репрезентативную визуализацию результатов.

Для решения проблемы анализа результатов молекулярно-динамической симуляции была применена кластеризация молекулярных состояний с использованием метрики среднеквадратичного отклонения атомных координат (RMSD), предварительно скорректированной алгоритмом Кабша (Kabsch algorithm).

В качестве примера была взята проблема обработки результатов молекулярно-динамической симуляции трёх вариантов белка CRISPR/CAS из золотистого стафилококка.

Метод RMSD позволяет количественно оценивать структурные различия между двумя состояниями молекулы. Однако произвольные трансляции и вращения молекул в пространстве приводят к искажению значений RMSD. Алгоритм Кабша решает эту проблему, обеспечивая оптимальное выравнивание структур путем минимизации среднеквадратичного отклонения координат атомов за счет нахождения оптимальной матрицы вращения и вектора трансляции. В программе GROMACS доступно построение RMSD графика относительно начальной геометрии и кластеризация результатов в зависимости от выбранного расстояния между кластерами. Однако, у химиков-теоретиков появилась задача разбить результаты молекулярно-динамической симуляции на два кластера и сравнить расстояния между ними. На рис. 1 представлен пример RMSD графика, полученного штатным методом пакета GROMACS и с учетом геометрий двух кластерных центров, найденных нашим алгоритмом.

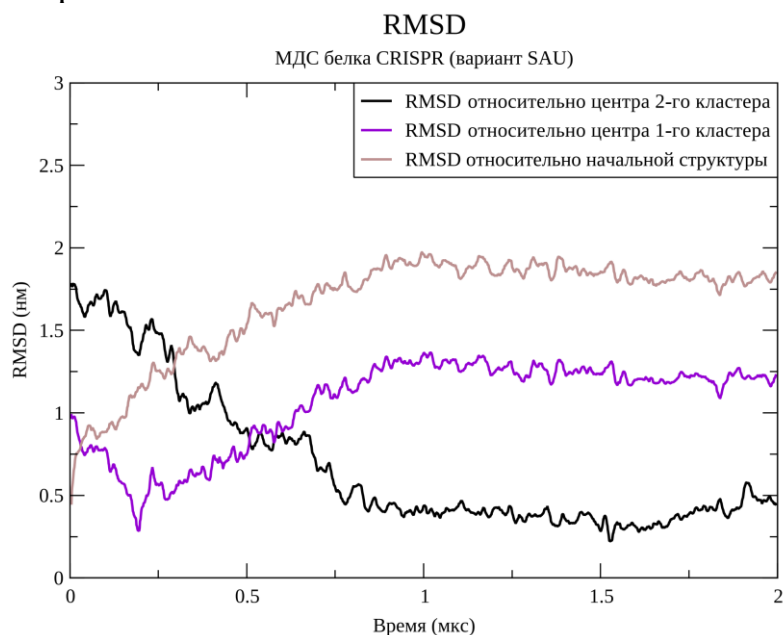


Рис. 1. Найденные кластера, построенные по матрице дистанции RMSD с учетом алгоритма Кабша

На графике хорошо видны недостатки штатного метода анализа (коричневая линия) – структура белка в течение времени искажается до достижения некоторого набора конформаций, которые могут быть сильно различные значение RMSD друг относительно друга, но иметь одинаковые RMSD относительно стартовой структуры. Всё, что могут сказать химики-теоретики на основе данного графика – примерно через 1 мкс (1000 нс) белок достигает некоторой равновесной конформации.

Графики, построенные относительно центров кластеров демонстрируют, что один из центров кластеров по геометрии близок к начальному состоянию и белок не находится долго в этом состоянии, а постепенно приобретает более стабильную геометрию, которая соответствует второму кластеру. Более того из этих данных можно сделать вывод, что второй кластер конформаций появляется через ~750 нс после начала симуляции. На рис. 2 представлены объемные карты геометрий первого и второго кластеров.

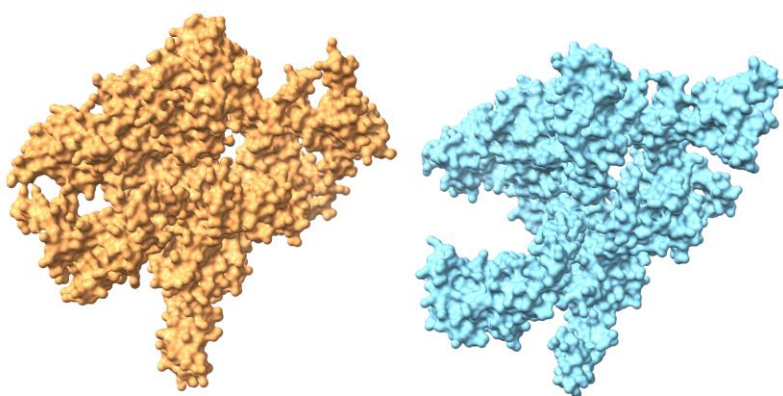


Рис. 2. Объемные карты центров геометрии первого кластера (слева) и второго кластера (справа)

Результаты кластеризации исследованных вариантов белка CRISPR/CAS:

- Дикий (природный) тип: 12.6276 Å;
- Замена Лейцина на Тирозин в 918 положении: 8.6675 Å;
- Замена Лейцина на Пролин в 918 положении: 9.8069 Å.

Обе мутации приводят к сокращению дистанции между центрами кластеров, что свидетельствует о сжатии пространства конформационных вариантов белка (скорее всего повышении ригидности фермента). В биохимии это может свидетельствовать о повышении специфичности фермента, за счет скорости работы. Результаты анализа позволяют ожидать в эксперименте одинаковых тенденций при исследовании активности ферментов.

В настоящей работе использовались вычислительные инструменты и алгоритмы, позволяющие автоматизировать процесс структурного анализа.

Экспериментально показано, что расчеты, выполненные с использованием центров кластеров, демонстрируют высокую степень согласованности с расчетами, произведенными для полного набора состояний, что подтверждает эффективность предложенного метода.

Литература

1. Давлешин А. И., Матвеева А. А., Бачурин С. С., Карнов Д. С., Гарбуз Д. Г. Increasing the Activity of the High-Fidelity SpyCas9 Form in Yeast by Directed Mutagenesis of the PAM-Interacting Domain // International Journal of Molecular Sciences. 2024. Т. 25, № 1. С. 444. DOI: 10.3390/ijms25010444.
2. Туполова Ю. П., Попов Л. Д., Власенко В. Г., Гишко К. Б., Капустина А. А., Бережная А. Г., Голубева Ю. А., Ключова Л. С., Лидер Е. В., Лазаренко В. А., Бачурин С. С., Щербаков И. Н. Crystal structure and cytotoxic activity of Cu(ii) complexes with bis-benzoxazolylhydrazones of 2,6-diacetylpyridine // New Journal of Chemistry. 2023. Т. 47, № 24. С. 14. DOI: 10.1039/D3NJ02445H.
3. Хайтин А. М., Гузенко В. В., Бачурин С. С., Демьяненко С. В. c-Myc and FOXO3a—The Everlasting Decision Between Neural Regeneration and Degeneration // International Journal of Molecular Sciences. 2024. Т. 25, № 23. С. 12621. DOI: 10.3390/ijms252312621.

ГЕНЕРАЦИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕМОВ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С РЕГУЛЯРНОЙ СТРУКТУРОЙ

Горшков С. А., Фоменко Е. И.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича

E-mail: sgorshkov@sfedu.ru, elfomenko@sfedu.ru

Представительные объёмы (Representative Volume Elements, RVE) играют ключевую роль в моделировании и анализе сложных материалов и конструкций, позволяя адекватно описать макроскопические свойства на основе микроструктурных характеристик. Актуальность таких моделей обусловлена необходимостью точного предсказания механических, тепловых и иных физических свойств при наличии неоднородностей и сложной внутренней структуры.

Одной из важных задач при работе с представительными объёмами является построение качественной полигональной сетки, которая служит основой для численных расчётов методом конечных элементов. В данной работе предлагается метод генерации полигональной сетки для представительного объёма, в основе которого лежит построение сложной геометрии с помощью булевых операций, позволяющих объединить несколько простых элементов в единое целое без внутренних пересечений. Такой подход обеспечивает возможность получения двух объёмов: оригинальной сложной структуры и разности между ограничивающим параллелепипедом и этой структурой, которые при дальнейшем моделировании методом конечных элементов могут представлять 2 материала в рамках одного композитного.

В основе предложенного метода лежит построение сложной геометрической модели, представляющей собой объединение повторяющихся базовых элементов, формирующих представительный объём. Каждая базовая единица состоит из двух ключевых компонентов: «ствола» (корня) и набора ветвей (Рис. 1). При этом модель характеризуется гибкой параметризацией, что позволяет проводить расчеты для большого количества схожих материалов.

Основные настраиваемые параметры включают:

- радиус и высота ствола (r_{root} , h_{root}): определяют основные габариты базового цилиндрического элемента, от которого «отходят» ветви;
- радиус и длина ветви (r_{branch} , h_{branch}): управляют размерами и степенью разветвления модели;
- количество ветвей (num_branches): определяет, сколько ветвей исходят из каждого базового элемента. При равномерном распределении

- по окружности (с использованием углового шага, равного $\frac{2\pi}{num\_branches}$) можно добиться симметричной структуры, что существенно упрощает дальнейшее моделирование;
- угол наклона ветвей (angle): позволяет задать пространственную ориентацию ветвей относительно ствола;
 - параметры расположения элементов (num_elements_x, num_elements_y, num_elements_z): Эти параметры управляют количеством повторов базового элемента по осям координат. Благодаря этому можно формировать как небольшие детальные участки, так и масштабные представительные объёмы, где важна репрезентативность микроструктуры.

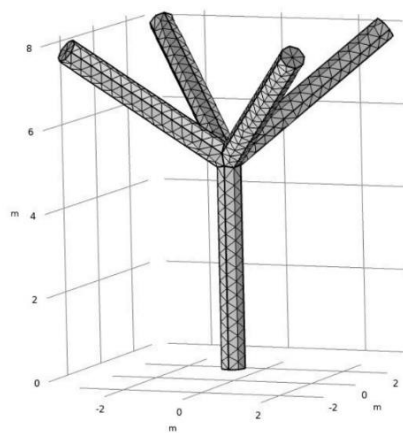


Рис. 1. Один базовый элемент в повторяющейся структуре

Для построения полигональной сетки используется библиотека GMSH [1] в связке с Python, предоставляющая как методы для генерации геометрических примитивов (цилиндры, параллелепипеды), так и булевы операции с этими примитивами. Методика включает следующие этапы:

1. Создание геометрической модели:
Формирование ветвистой структуры выполняется с использованием булевых операций объединения (fuse), что позволяет получить единый объём без внутренних границ.
2. Определение ограничивающего объёма:
Для генерации представительного объёма вычисляется bounding box ветвистой структуры, с учётом небольшого запаса. На его основе создаётся параллелепипед с помощью `gmsh.model.occ.addBox`.
3. Операция булевой разности (cut):
Из параллелепипеда вычитается ветвистая структура с помощью `gmsh.model.occ.cut`, сохраняя оба объёма в модели.
4. Генерация сетки: для дискретизации модели вызывается `gmsh.model.mesh.generate(3)`, а размер элементов задаётся функцией `gmsh.model.mesh.setSize`.

5. Проверка качества сетки:

Контроль корректности построения выполняется через анализ количества элементов (`gmsh.model.getEntities(3)`), а также с помощью встроенных инструментов Gmsh Visibility и Compute Coherence.

В результате выполнения скрипта построения сетки получается файл с расширением `msh`, содержащий описание 2 элементов: повторяющейся ветвистой структуры и разности ограничивающего объема с этой структурой (Рис. 2).

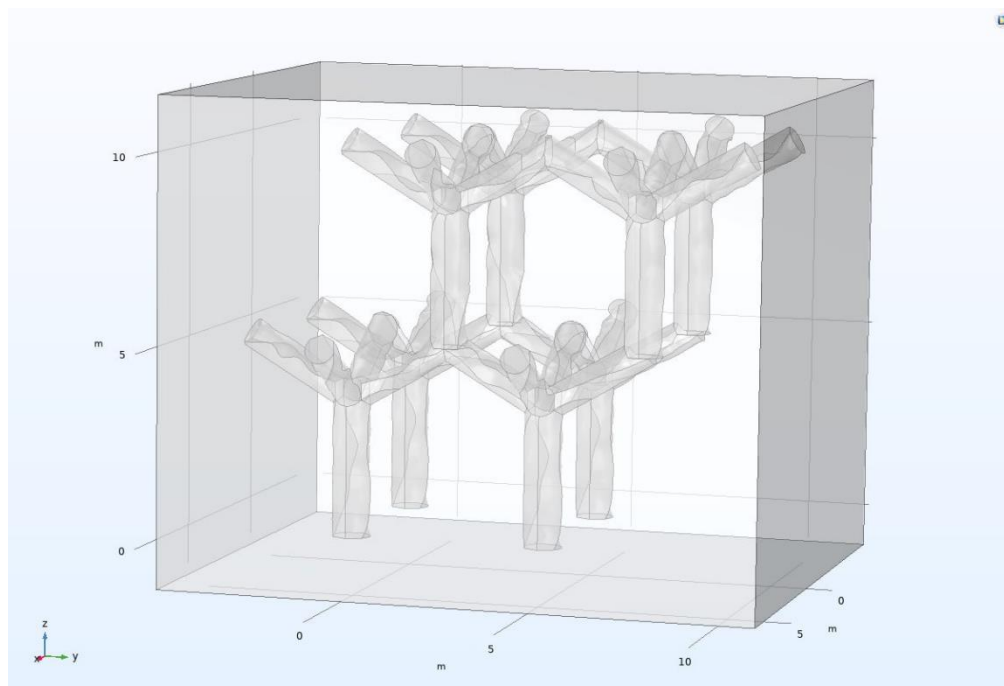


Рис. 2. Визуализация итоговой сетки в COMSOL

Для дальнейшей интеграции модуля построения сетки представительного объема был разработан микросервис, который автоматически генерирует полигональную сетку на основе заданных параметров модели. Он реализован с использованием FastAPI [2] (для обработки HTTP-запросов) и Celery [3] (для асинхронного выполнения задач), а в качестве брокера сообщений используется Redis [4].

Архитектура микросервиса включает:

1. API-интерфейс (FastAPI) – принимает параметры геометрии (радиусы, высоты, количество элементов и т. д.) и URL для отправки результатов, ставит задачу в очередь.
2. Очередь задач (Celery + Redis) – обеспечивает асинхронную обработку запросов, позволяя масштабировать вычисления.
3. Генератор сетки (Gmsh) – выполняет построение модели и дискретизацию на основе переданных параметров.

4. Механизм обратной связи (Webhook) – после завершения вычислений сервис отправляет по переданному в API URL ссылке на готовый файл с результатом.

Таким образом, разработанный метод генерации полигональной сетки для представительного объёма регулярной ветвистой структуры обеспечивает точное геометрическое описание и гибкость параметризации. Использование булевых операций в Gmsh позволяет создавать непрерывные объёмы без внутренних пересечений, а параметрическое управление моделью делает её адаптируемой для различных задач. Автоматизация процесса через микросервисную архитектуру с FastAPI, Celery и Redis даёт возможность интеграции в инженерные расчётные системы, обеспечивая удобный интерфейс для генерации сеток. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию сеточных характеристик и применение метода к более сложным многомасштабным структурам.

Литература

1. Официальный сайт пакета GMSH [Электронный ресурс] URL: <https://gmsh.info/>.
2. Документация фреймворка FastAPI [Электронный ресурс] URL: <https://fastapi.tiangolo.com/>.
3. Репозиторий библиотеки Celery [Электронный ресурс] URL: <https://github.com/celery/celery>.
4. Официальный сайт in-memory базы данных Redis [Электронный ресурс] URL: <https://redis.io/>.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА FIGMA В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО И ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Губанова Э. М., Кузнецова Е. М.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича

E-mail: egubanova@sfedu.ru, emkuznecova@sfedu.ru

В условиях стремительной цифровизации всех сфер жизни российского общества, подготовка квалифицированных IT-кадров становится одной из приоритетных задач национальной образовательной политики. Президент РФ Владимир Путин на заседании Совета по стратегическому развитию и нацпроектам подчеркнул, что повышение качества подготовки инженерных и IT-специалистов является одной из приоритетных задач развития государства: «Выход на новое качество подготовки кадров – это первоочередная задача, так как без ее решения у нас не будет технологического будущего. Начинаться эта работа должна еще в школе». Внедрение современных цифровых инструментов в учебный процесс является необходимым условием для формирования у школьников необходимых компетенций. Наряду с традиционными дисциплинами, возрастает потребность в развитии у учащихся навыков работы с графическим дизайном, веб-разработкой и прототипированием. В этой связи, особое внимание заслуживают инструменты, обеспечивающие доступность и возможность совместной работы, позволяющие создавать инновационные образовательные решения.

Одним из инструментов, которые можно использовать в обучении, является облачный графический редактор Figma. Он появился в 2016 году и предложил новый подход к графическому дизайну и прототипированию. Сервис позволяет учащимся создавать и редактировать свои работы на любом устройстве – компьютере, планшете или смартфоне, независимо от операционной системы. Это делает его удобным инструментом для обучения и практики. Основной функционал Figma включает в себя:

- *Векторный редактор*, который позволяет создавать и редактировать векторную графику, что особенно важно для разработки интерфейсов, логотипов и иллюстраций.
- *Средства прототипирования*, дающие возможность создавать интерактивные прототипы, имитирующие работу веб-сайтов и приложений. Разрабатывая свои проекты, учащиеся изучат принципы навигации, пользовательского интерфейса и взаимодействия, что поможет им разобраться в основах создания сайтов и веб-приложений.

- *Библиотеки компонентов.* С их помощью возможно создавать и повторно использовать элементы дизайна, что значительно ускоряет процесс работы и обеспечивает единообразие в проектах.

- *Средства совместной работы* предоставляют возможность работать над проектами в команде в режиме реального времени. Учащиеся могут видеть изменения, которые вносят другие участники, обмениваться комментариями и обсуждать идеи прямо в интерфейсе программы. Это способствует развитию коммуникативных навыков и умения работать в команде, что особенно важно при реализации проектной деятельности, требующей координации усилий нескольких участников.

- *Широкий выбор инструментов и плагинов.* Figma предлагает разнообразные инструменты для работы с текстом, изображениями, формами, а также позволяет интегрировать сторонние плагины, расширяющие функциональность редактора, что также способствует развитию креативности и творческого мышления.

Стоит отметить пользу Figma и для преподавателей. Программа может быть использована для создания интерактивных уроков, презентаций и учебных пособий. Например, можно создавать различные интерфейсы или игровые элементы, чтобы вовлечь учащихся в учебный процесс. Визуальный формат работы помогает лучше усваивать материал и делает процесс обучения более увлекательным. Это позволяет не только повысить интерес к учебному процессу, но и сделать его более эффективным.

Сервис открывает уникальные возможности для интеграции цифрового дизайна в образовательный процесс. Благодаря удобному интерфейсу и широкому набору инструментов, доступных в редакторе, программа становится привлекательной даже для школьников, не имеющих опыта в графическом дизайне. Освоение Figma помогает формировать базовые компьютерные компетенции, такие как работа с цифровыми инструментами, организация файлов и данных, а также совместная работа в цифровой среде.

Литература

1. Figma [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.figma.com/> (дата обращения: 02.03.2025).
2. Figma for students and educators [Электронный ресурс] // Figma. – URL: <https://www.figma.com/blog/figma-for-students-and-educators/> (дата обращения: 02.03.2025).
3. *Липатников Д. Р., Рябцева П. С.* FIGMA – простой графический редактор или переворот в сфере веб - дизайна? [Электронный ресурс]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46180291> (дата обращения: 02.03.2025).

ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ФОРМ И МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ПРЕПОДАВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА)

Гудзенко Е. О.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: egudzenko@sfedu.ru

Современная система образования, включая преподавание фундаментальных дисциплин в высших учебных заведениях нашей страны, основана на новых компетенциях, которые необходимо сформировать у студентов, что достигается преимущественно за счет применения современных технологий и инновационных методов обучения.

При этом данные технологии и методы должны быть направлены на повышение познавательной активности обучающихся, получение более качественных профессиональных умений и навыков, и более успешного решения возникающих проблем в обучении и в будущей профессиональной деятельности.

Поскольку природа компетенций деятельностная, предполагающая уход от «знаниевого» подхода, то освоить ее в виде информации невозможно, компетентным можно стать лишь через поиск, опыт, выбор наиболее соответствующих моделей обучения [1].

Т. И. Ермакова и Е. Г. Ивашкин отмечают [1]: «При таком обучении формируются и развиваются такие качества, как самостоятельность студентов, ответственность за принятие решений, познавательная, творческая, коммуникативная, личностная активность обучающихся, что определяет основные качества компетентного работника на рынке труда».

Наравне с традиционными методами обучения студентов по фундаментальным дисциплинам, в том числе «Ботанике», в современных условиях необходимо использовать технологию личностно-ориентированного обучения, постановку проблемных ситуаций, создавая необходимые условия для развития творческой деятельности с применением активных методов, ориентированных на более эффективное взаимодействие студентов, как с преподавателем, так и друг с другом, усиление заинтересованности в предмете, большей вовлеченности в учебный процесс при выполнении домашнего задания и при посещении занятий в стенах учебного заведения.

Еще одна технология, которую целесообразно использовать в ходе обучения студентов, в том числе «Ботанике» – развитие критического мышления, которое позволило бы студентам научиться определять приоритеты,

повышать уровень своей работы с литературными источниками, а также информацией, размещенной в сети «Интернет».

В рамках проведения лабораторных работ на кафедре ботаники Академии биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского Южного федерального университета при обучении по фундаментальной дисциплине «Ботаника» в первом семестре студентов направления 19.03.01 – Биотехнология используется технология обучения в малых группах.

При этом обучающиеся разбиваются на группы по 2–3 человека, чтобы была возможность обеспечить каждую группу увеличительной техникой, ботаническими препаратами, лабораторной посудой и другим оборудованием, а также для более успешного освоения материала и выполнения работ при совместном рассматривании растительных объектов, изучении их свойств, заполнении лабораторных альбомов.

«При этом в группу должны подбираться студенты, между которыми сложились отношения доброжелательности, так как только в этом случае в группе возникает психологическая атмосфера взаимопонимания и взаимопомощи, снимаются тревожность и страх. При комплектовании групп в расчет надо брать два признака: уровень учебных успехов студентов; характер межличностных отношений» [1].

Технология проектного обучения, в основе которого лежит развитие познавательных навыков учащихся, умений самостоятельно конструировать свои знания, умений ориентироваться в информационном пространстве, развитие критического мышления, активно используется при подготовке студентами индивидуальных проектных заданий.

Она направлена на выполнение студентами самостоятельной работы, заключающейся в поиске необходимой информации, ее обработке, представлении в виде доклада с подготовкой реферата и презентации в соответствии с выбранной ими темой.

К формам и методам интерактивного обучения относятся: эвристическая беседа, дискуссия, «мозговая атака», «мозговой штурм», метод «круглого стола», «деловой игры», «ролевой игры», конкурсы практических работ с их обсуждением, тренинги, коллективные решения творческих задач, кейс-метод [1].

Метод кейсов (кейс-метод) – усовершенствованный метод анализа конкретных ситуаций, метод активного проблемно-ситуационного анализа, основанный на обучении путем решения конкретных задач – ситуаций (решение кейсов).

Непосредственная цель метода case-study заключается в том [2], чтобы обучающиеся проанализировали ситуацию, разобрались в сути проблемы, предложили возможные решения и выбрали лучшее из них [3].

В рамках реализации фундаментальных дисциплин в настоящее время нами разработаны кейс-задания по дисциплине «Ботаника», которые планируется внедрять в рамках проведения практических работ со студентами

1-го года обучения по направлению подготовки «Биотехнология», начиная с осеннего семестра 2025 года.

Средства интерактивных методов обучения, такие как презентации со слайдами, обучающие плакаты, компьютеры и современные мониторы, активно применяются нашими педагогами при проведении интерактивных лекций, коллоквиумов, лабораторных и практических занятий по фундаментальной дисциплине «Ботаника», в ходе которых используются также такие активные формы обучения, как беседа, дискуссия, «мозговой штурм».

Они позволяют наглядно представить обучающимся информацию о ботанических объектах, разобрать и лучше освоить особенности их строения, экологии и физиологии, а также получить от студентов своевременную обратную связь и необходимую рефлекссию.

Лекция-провокация с заранее запланированными ошибками стимулирует студентов к постоянному контролю предлагаемой преподавателем информации: содержательной, методологической, методической. По ходу или в конце лекции проводится разбор сделанных ошибок. Данный вид лекции также планируется внедрять в образовательный процесс в новом учебном году.

Проблемная лекция подразумевает введение новых знаний через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания происходит в сотрудничестве и диалоге студентов с преподавателем и приближается к исследовательской деятельности. Содержание проблемы раскрывается путем организации поиска ее решения или суммирования и анализа традиционных и современных точек зрения [4].

Лекцию с заранее подготовленными и озвученными преподавателем в ходе ее проведения, ошибками в ботанических терминах, понятиях, рисунках, также необходимо использовать в процессе обучения студентов, так как данный прием позволяет поддерживать интерес студентов к изучению текущего материала, формируют обратную связь с преподавателем и позволяет контролировать уровень знаний учащихся, усиливая при этом их вовлеченность в образовательный процесс.

Коллоквиум как форма контроля, позволяющая проверять уровень знаний студентов по пройденным темам преподаваемой дисциплины, активно применяется при проведении практических и лабораторных работ по ботанике и реализуется в виде дискуссии, в ходе которой обучающиеся выражают свою точку зрения, учатся ее обосновывать и отстаивать, демонстрируя глубину освоения пройденного материала, а преподавателю, в случае возникающих у обучающихся затруднений, давать соответствующие разъяснения.

В рамках преподавания дисциплины «Ботаника» на кафедре ботаники Академии биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского, в дальнейшем

планируется дорабатывать, совершенствовать и внедрять, уже используемые в обучении, а также новейшие приемы и методы, направленные на успешное освоение фундаментальных дисциплин.

Литература

1. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: учеб. пособие / Т. И. Ермакова, Е. Г. Ивашкин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с.
2. *Шкатулла, В. И.* Правоведение : учебник / В. И. Шкатулла, В. В. Надвинова. – Москва : Юстиция, 2021. – 486 с. – ISBN 978-5-4365-5219-4. – URL: <https://book.ru/book/936654> (дата обращения: 08.03.2025). – Текст : электронный.
3. Постановление Администрации города Волгодонска Ростовской области от 7 августа 2013 г. № 3118 «Об утверждении положения по подбору кадров в Администрации города Волгодонска и органах Администрации города Волгодонска». – URL: <https://www.garant.ru/#/document/191719962> (дата обращения: 08.03.2025).
4. *Бурко Н. В., Орехова М. В., Шитакова Н. И.* Учебная педагогическая практика для магистрантов направления подготовки 08.04.01 – Строительство: учебно-методическое пособие / Н. В. Бурко, М. В. Орехова, Н. И. Шитакова. – изд-е 3-е, перераб. – Орёл, 2022. – 82 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ НОВОСТЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ КУРСА АКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТОВ

Гурин И. С., Лошкарёв И. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: igurin@sfedu.ru, iloshkaryov@sfedu.ru*

Введение

Исследование направлено на разработку системы прогнозирования колебаний курсов акций на основе анализа тональности финансовых новостей. Ключевые задачи:

1. Создание мобильного приложения для взаимодействия с пользователем.
2. Реализация серверной части с моделями машинного обучения для сентимент-анализа.
3. Интеграция генеративной языковой модели для расширенной интерпретации результатов.

Методы

Архитектура системы (Рис. 1) включает:

– Мобильное приложение (Kotlin, Android):

В ходе выполнения данной подзадачи было разработано мобильное приложение под ОС Android на языке программирования Kotlin. Приложение делает запрос к стороннему API и получает список из 10 актуальных новостей из сферы финансов, оснащено экраном, отображающим полученные новости, имеет встроенную БД (Room Database) для хранения интересных новостей, позволяет пользователю переключаться между новостями с внутренней базы данных и новостями с API, имеет экран с детальной информацией о конкретной новости, дает пользователю возможность ввода в систему собственной новости, делает запросы на серверную часть системы, получает от неё ответ и отображает данные на интерфейсе.

– Серверная часть (Python, FastAPI):

Является API (Application Programming Interface), реализованным на языке программирования Python с использованием библиотек FastAPI и asyncio. Также, к данному API подключены различные модели нейросетей и машинного обучения, которые выступают в качестве основных инструментов анализа новостей. В качестве основных инструментов анализа в системе выступают следующие элементы: регрессор, обученный на данных из датасета, определяющий сентимент новостного текста; рекуррентная нейронная

сеть, содержащая ансамблированные GRU, RNN и LSTM слои, также обученная на данных из датасета и определяющая sentimento; регрессор от sentimento к возможному процентному колебанию курса акций компании, упомянутой в новости; большая генеративная языковая модель Llama – 3-8b, используемая для дачи развернутого комментария к полученной новости.

В качестве источников данных выступают: датасет FiNeS (финансовые новости, тикеры компаний, цены акций) и сторонний API (NewsData.io) для получения актуальных новостей.

Общая схема системы

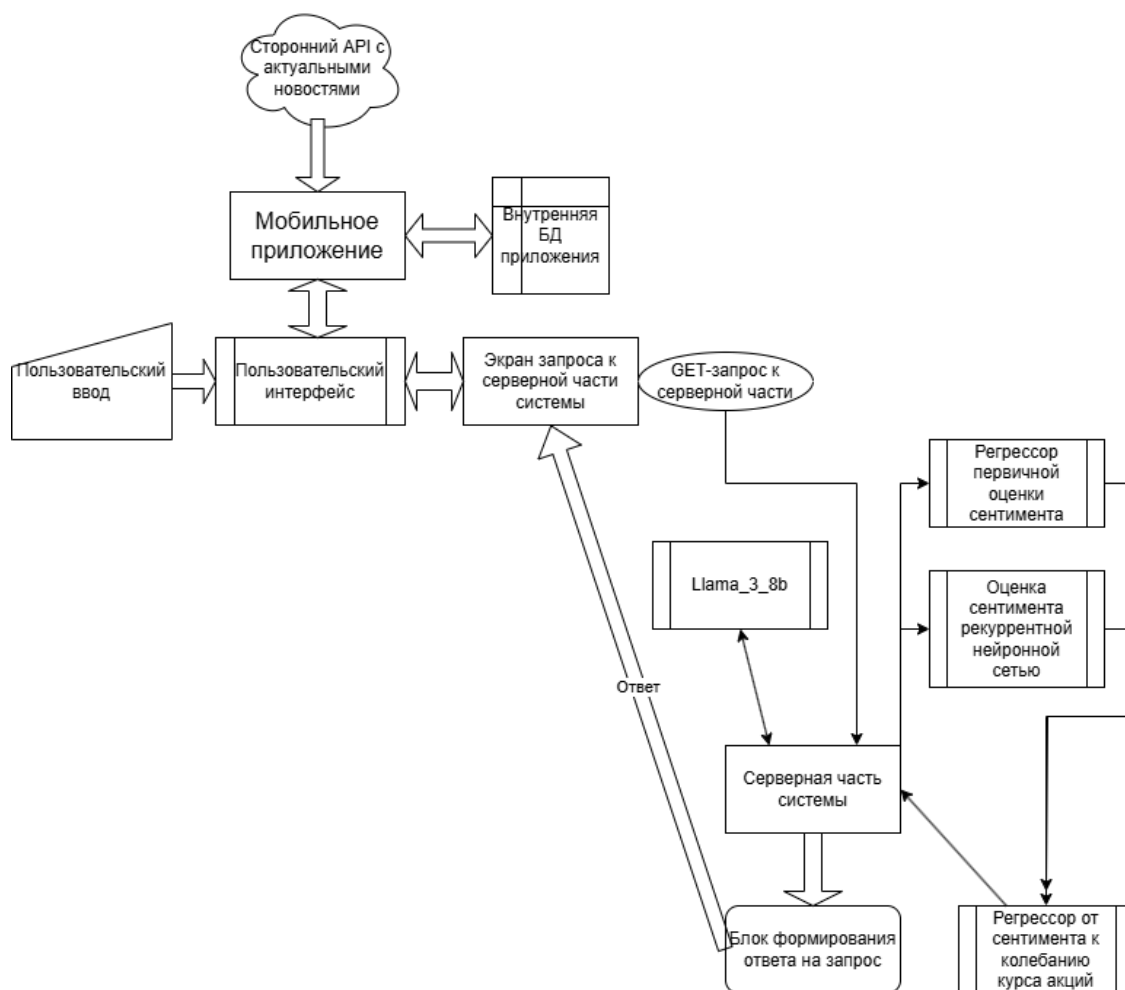


Рис. 1. Схема общей архитектуры системы

Результаты

После решения основных задач, связанных с разработкой системы, удалось получить стабильно работающую систему с гибким интерфейсом и средним временем обработки одного запроса около 3 секунд (с участием вычислений на GPU).

Модели, применяемые для решения задачи анализа новостного текста показали хорошие результаты точности. Регрессионная модель показала $MSE = 0.239$ на тестовой выборке, что существенно уступает точности более продвинутых нейросетевых методов. Рекуррентная нейросеть (Рис. 2) показала $MSE = 0.068$ на тестовой выборке, что на 15% превышает точность базовых методов.

Также стоит отметить, что генеративная модель Llama-3-8B обеспечила интерпретируемость результатов за счет текстовых комментариев.

Общая структура нейросети

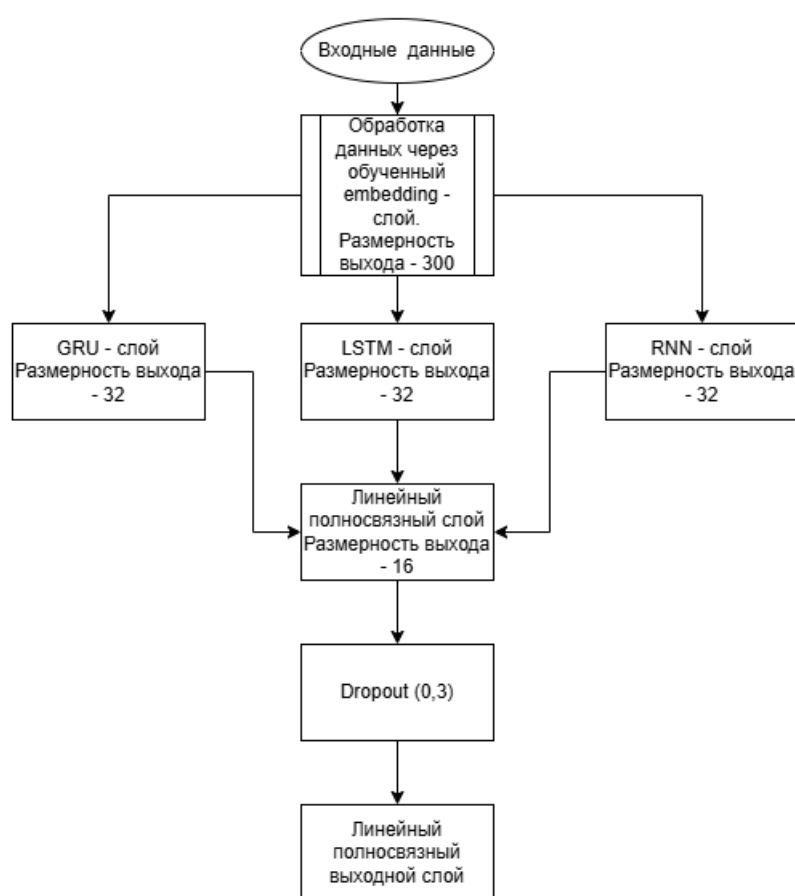


Рис. 2. Общая структура рекуррентной нейронной сети

Заключение

По итогу, была получена система, решающая поставленные задачи. Разработанная система демонстрирует эффективность комбинации сентимент-анализа и нейросетевых архитектур для прогнозирования рынка. Результаты могут быть применены в трейдинговых алгоритмах и аналитических платформах для предварительного анализа новостных данных.

Литература

1. Репозиторий – источник FiNeS. – URL: <https://github.com/WebOfRussia/financial-news-sentiment/> (дата обращения 3.01.2025).
2. Техническая документация по библиотеке nltk. – URL: <https://www.nltk.org> (дата обращения 09.01.2025).
3. Статья по основам разработки API на Python. – URL: <https://habr.com/ru/articles/488468/> (дата обращения 17.01.2025).
4. Сторонний API для получения актуальных новостей. – URL: <https://newsdata.io/api-key/> (дата обращения 28.01.2025).
5. Техническая документация по Room-database. – URL: <https://developer.android.com/kotlin/multiplatform/room/> (дата обращения 10.02.2025).
6. Техническая документация по библиотеке pytorch. – URL: <https://pytorch.org/docs/stable/index.html/> (дата обращения 22.02.2025).
7. Источник предобученного эмбединга для нейронной сети. – URL: <https://natasha.github.io/navec/> (дата обращения 05.03.2025).

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК МОСТ МЕЖДУ УНИВЕРСИТЕТОМ И IT-ИНДУСТРИЕЙ: ОПЫТ МАГИСТРАТУРЫ ИММИКН ЮФУ ИМ. И. И. ВОРОВИЧА

Демяненко Я. М., Лошкарёв И. В., Оганесян П. А.
*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: demyana@sfedu.ru, iloshkaryov@sfedu.ru, poganesyana@sfedu.ru

Подготовка конкурентоспособных специалистов для IT-индустрии сталкивается с рядом существенных вызовов. Основная проблема заключается в неготовности индустрии делиться экспертизой в формате полноценных занятий из-за бюджетных ограничений, недостатка времени и отсутствия педагогического опыта у ключевых специалистов. Также стоит учитывать, что значительная часть студентов к началу обучения в магистратуре еще не определилась с конкретным профессиональным направлением. Возникает классический парадокс трудоустройства: для получения работы требуется опыт, который сложно приобрести без первого места работы. Осложняют ситуацию стремительные изменения в индустрии и существенные различия между академическим и индустриальным форматами взаимодействия со студентами.

В качестве решения перечисленных проблем была выдвинута идея о привлечении индустриального опыта через проектную деятельность. Данный подход предполагает следующие этапы:

- формирование студенческих команд,
- выбор и защиту темы проекта,
- подбор ментора из индустрии,
- регулярное взаимодействие с ним,
- прохождение нескольких этапов защиты работы,
- получение комплексной оценки от ментора, жюри и преподавателя.

В результате студенты получают ценный кейс для своего профессионального портфолио, компании имеют возможность отобрать себе интересные кадры и отточить навыки управления командами у своих сотрудников.

Методология

Первое что необходимо учитывать при организации проектной деятельности – разнообразие стилей работы студентов. Некоторые из них демонстрируют лидерские качества, другие предпочитают роль исполнителей, третьи ориентированы исключительно на получение зачетов. Хотя идеаль-

ным вариантом является команда с различными стилями работы, на практике чаще формируются группы со схожим профилем компетенций. Выбор тематики проектов также нередко сопровождается несоответствием между желаниями студентов создать инновационный продукт и потребностями индустрии в решении прикладных задач. Успешное сопровождение проектов требует тщательного отбора тем, формирования реалистичных ожиданий относительно результатов и обеспечения совпадения взглядов ментора и команды.

Важно понимать принципиальные отличия образовательного проекта от стартапа. Существует фундаментальное различие между обучением ради оценки и профессиональной работой за вознаграждение. В академической среде сложнее прекратить работу над неперспективным проектом, возникает противоречие между целями обучения, качественным методом работы и необходимостью завершения проекта в установленные сроки. Отдельную проблему представляют вопросы интеллектуальной собственности, возникающие в процессе совместной работы. Процесс реализации проекта включает регулярные встречи с ментором, поэтапную работу согласно дорожной карте, промежуточные и итоговую защиты с последующим оформлением результатов в профессиональное портфолио. Помимо индустриального наставника, также необходим ментор от университета, обеспечивающий соответствие результатов проекта академическим требованиям.

Продолжительность работы над проектом порядка 8 месяцев с учетом академического календаря. Дополнительная мотивация студентов в этот период может быть обеспечена посредством содействия в сборе обратной связи, привлечения финансирования, участия в профессиональных конкурсах и расширения сети профессиональных контактов.

Реализация

Примером успешной реализации описанного подхода служит сотрудничество с компанией 1C Games Studios, инициированное через выпускницу нашей программы.

Магистерская программа «Разработка мобильных приложений и компьютерных игр» функционирует в Институте математики, механики и компьютерных наук Южного федерального университета с 2020 года. Ежегодно около 40 студентов поступают на данную программу по направлению 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». В рамках партнерства ежегодно реализуются порядка четырех студенческих проектов с привлечением менторов и экспертизы руководителей высшего уровня. Сотрудничество не ограничивается проектной деятельностью и включает различные дополнительные активности: помощи в проведении студенческих мероприятий, медиа поддержка.

Подводя итоги, можно утверждать, что проектная деятельность представляет собой взаимовыгодный формат сотрудничества университета и индустрии. Для ее эффективной реализации необходимо четкое определение целей всех участников процесса и непрерывный анализ процесса с внесением необходимых корректировок в ответ на изменяющиеся обстоятельства.

Литература

1. Демяненко Я. М. Элементы проектного обучения в бакалавриате и магистратуре ФИИТ // В сборнике: Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития Материалы XXIX научной конференции. Ростов-на-Дону, 2022. С. 99–100.
2. Демяненко Я. М. Институт менторства в проектной деятельности // В сборнике: Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXXI научной конференции. Ростов-на-Дону, 2024. С. 155–156.
3. MMCS Game Jam 2023 // Сообщение на сайте института – URL: <http://www.mmcs.sfedu.ru/148-news/2581-mmcs-game-jam-2023> (Дата обращения: 15.03.2025).
4. Студенческие команды + Сказки Старой Руси + наставник 1С Game Studios // Сообщение в социальной сети Вконтакте – URL: <https://vk.com/@1cgamestudios-studencheskie-komandy-skazki-staroi-rusi-nastavnik-1s-game-s> (Дата обращения: 15.03.2025).

ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРОВ ФИИТ: 7 ЛЕТ ОПЫТА И ДОСТИЖЕНИЙ

Демяненко Я. М., Оганесян П. А.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: demyana@sfedu.ru, poganesyan@sfedu.ru

Прошло семь лет с момента введения проектной деятельности в учебные планы бакалавриата ФИИТ ИММКН ЮФУ. Это был путь, наполненный яркими достижениями, непростыми вызовами и постоянным поиском решений. Каждая решенная проблема, каждый успех вдохновлял на дальнейшее развитие. Этот опыт стал неотъемлемой частью становления ФИИТ, и о нем хочется рассказать. Отдельные слова благодарности хочется выразить всем сподвижникам, которые шли рядом и поддерживали на этом пути.

Начало пути: первые шаги

Все началось с нового требования: внедрить проектную деятельность в учебные планы для студентов первого и второго курсов. На тот момент никто точно не знал, как это должно выглядеть. Но мы решили рискнуть и создать что-то необычное. Главной идеей стало предоставление студентам больше инициативы и возможность работать в командах. Поскольку первокурсники только начинали свой путь в ИТ, было решено объединить их со второкурсниками. Так старшие студенты могли помогать младшим быстрее адаптироваться и осваивать навыки решения реальных задач.

С самого начала студенты стали главными действующими лицами этого процесса. Они сами формировали команды (преподаватели лишь контролировали выполнение требований), выбирали темы проектов, определяли инструменты для их реализации, занимались разработкой и тестированием. В каждой команде выбирался капитан, который распределял роли внутри команды. Для координации проектной деятельности был избран староста, который стал ключевым организатором и помощником в проведении всех мероприятий.

Первые результаты

В течение года было запланировано несколько ключевых этапов: защита темы; защита нулевой версии проекта; предзащита проекта; финальная защита проекта.

Все участники команды получали равные баллы, поскольку оценивалась командная работа и общий результат. Оценку проектов проводило жюри, в состав которого входили преподаватели направления ФИИТ.

К концу первого года мы с радостью обнаружили, что эксперимент удался. Студенты получили возможность делать то, что им хочется,

проявлять творческое мышление, инициативу и находить неожиданные решения.

Вызовы роста: от 80 до 240 студентов

Через два года мы столкнулись с первой серьезной проблемой – значительным увеличением количества студентов. Институт увеличил набор на направление ФИИТ с 40 до 120 человек. В результате вместо 80 студентов (40 первокурсников и 40 второкурсников) мы получили 240 (120 первокурсников и 120 второкурсников). Количество команд выросло примерно в три раза. Мы перестали помещаться в самые большие аудитории, а время защит проектов заняло бы полный рабочий день. Пришлось распределять защиты на два дня.

Новые сложности и их решения

1. Удержание проектов в фокусе

Если проекты 12 команд легко было удерживать в голове в течение года, то 36 проектов – задача куда сложнее. К тому же увеличение числа студентов привело к росту количества нерадивых студентов, за которыми нужно было следить. Пришлось проверять проекты перед каждой встречей, что требовало значительных временных и людских ресурсов.

Мы рискнули и обратились за помощью к сильным старшекурсникам, тем, кто уже прошел школу проектной деятельности. Они вошли в состав жюри, которое стало значительно больше. Команды распределялись между членами жюри для тщательной проверки. И мы ни разу не пожалели о таком решении. Студенческое жюри добросовестно проверяло проекты, доброжелательно, но требовательно оценивало работы. Для сохранения объективности каждый проект проверяется несколькими членами жюри. На каждый проект оставляются отзывы, комментарии и пожелания.

2. Организация процесса

Со временем в жюри остались только студенты. Управлять большим количеством студентов и организовывать весь процесс стало сложнее. На помощь снова пришли студенты. Появился руководитель проектной деятельности из числа старшекурсников, который взял на себя большую часть организаторской работы.

3. Проблемы в командах

Иногда команды пытались развалиться. Работа в команде – это сложно, особенно для капитанов. Оценить свои силы при заявлении проекта, учиться в течение года и параллельно выполнять проект – задачи не из легких. Чтобы помочь справляться с этими трудностями, командам стали назначать менторов, в основном из числа студенческого жюри. Институт менторства пока только начинает свой путь, но первые успехи уже есть.

4. Формирование команд

Если второкурсники уже немного знают друг друга, то первокурсникам обычно сложно искать команду. Для облегчения этого процесса

силами магистров разрабатывается веб-приложение, которое учитывает ключевые факторы, необходимые для формирования эффективных команд.

5. Выбор тем проектов

Студентам нужно придумывать темы проектов. Это сложно. Им трудно оценить, какая тема окажется выигрышной, а какая – слишком сложной. Для решения этой проблемы было решено создать сайт-витрину, которая будет хранить все созданные проекты за все время проектной деятельности вместе с оценками и комментариями жюри.

Развитие студентов и жюри, преемственность

Члены жюри, тоже учатся и развивают свои профессиональные навыки. Они понимают, что могут обучать младшекурсников, помогать им советами. Приходит осознание, что хорошим преподавателем может быть не каждый хороший профессионал. А участие в проектной деятельности помогает им понять, хотят ли они преподавать. В результате появляются современные ИТ-курсы для младшекурсников, которые облегчают работу над проектами. А затем часть старшекурсников приходит в школу молодого ИТ-преподавателя, чтобы продолжить свой путь в преподавании.

Поскольку кто-то из студентов заканчивает университет и уходит, мы вынуждены пополнять состав жюри студентами третьего-четвертого курса, которые уже прошли школу проектной деятельности. При этом происходит обмен опытом и реализуется преемственность.

Итоги семи лет

За семь лет многое изменилось. Те, кто с нами с самого начала, замечают, что уровень студенческих проектов растет, появляются новые идеи, а проектная деятельность продолжает развиваться.

Этот опыт стал не просто частью учебного процесса, а настоящей школой самостоятельности, командной работы и профессионального роста. И сегодня, оглядываясь назад, мы видим, как много было сделано и как далеко мы продвинулись.

Литература

1. Демяненко Я. М. Элементы проектного обучения в бакалавриате и магистратуре ФИИТ // В сборнике: Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития Материалы XXIX научной конференции. Ростов-на-Дону, 2022. С. 99–100.
2. Демяненко Я. М. Институт менторства в проектной деятельности // В сборнике: Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXXI научной конференции. Ростов-на-Дону, 2024. С. 155–156.

ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕНЕТИКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВУЗАХ МИРА

Деревянчук Е. Г., Бутенко Е. В., Усатов А. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: derevyanchuk@sfedu.ru

В данном обзоре представлен опыт преподавания генетики с использованием искусственного интеллекта (ИИ) в различных университетах мира. Генетика – это одна из самых динамично развивающихся наук, и внедрение ИИ в образовательный процесс позволяет не только улучшить понимание сложных концепций, но и подготовить студентов к работе с современными технологиями в науке и медицине.

Искусственный интеллект активно используется в преподавании генетики для решения следующих задач:

- автоматизация проверки знаний: ИИ позволяет создавать адаптивные тесты, которые подстраиваются под уровень знаний студента. Например, в Стэнфордском университете (США) используются системы на основе ИИ для оценки понимания студентами таких тем, как наследование признаков и молекулярные механизмы генетики (<https://teachingcommons.stanford.edu/news/ai-tools-teaching-and-learning>);

- персонализация обучения: в университетах Великобритании, таких как Оксфорд и Кембридж, внедрены платформы, которые анализируют прогресс студентов и предлагают индивидуальные учебные материалы (<https://www.ctl.ox.ac.uk/ai>). Например, если студент испытывает трудности с пониманием эпистаза, система предлагает дополнительные ресурсы, такие как видео, интерактивные симуляции или статьи;

- виртуальные лаборатории: в университетах Австралии (например, Мельбурнский университет (<https://le.unimelb.edu.au/teaching-learning-assessment/preparing-for-teaching/ai-in-teaching-learning-assessment>)) используются виртуальные лаборатории на основе ИИ, где студенты могут проводить эксперименты по генетике, такие как CRISPR-Cas9 редактирование генома, без необходимости доступа к дорогостоящему оборудованию;

- симуляции и моделирование: в Массачусетском технологическом институте (MIT, США) студенты используют ИИ-симуляции для изучения популяционной генетики (<https://www.media.mit.edu/posts/mit-launches-ai-education-website/>). Например, они могут моделировать эволюцию популяций с учетом различных факторов, таких как мутации, миграция и естественный отбор;

- анализ больших данных: в университетах Китая, таких как Пекинский университет, студенты учатся работать с геномными данными с помощью

ИИ-алгоритмов (https://newsen.pku.edu.cn/news_events/news/campus/13983.html). Это включает анализ геномных последовательностей, поиск мутаций и предсказание фенотипических последствий;

- геймификация: в Канаде в Университете Торонто используются образовательные игры на основе ИИ, где студенты решают генетические задачи, такие как составление родословных или прогнозирование наследования заболеваний (<https://ai.utoronto.ca/>).

Преимущества использования ИИ в преподавании генетики очевидны: это улучшение вовлеченности студентов (интерактивные методы обучения делают процесс более интересным и мотивирующим); экономия времени преподавателей (автоматизация рутинных задач, таких как проверка заданий, позволяет преподавателям сосредоточиться на более сложных аспектах обучения); доступ к современным технологиям (студенты получают навыки работы с ИИ, которые востребованы в научных исследованиях и индустрии).

Однако существуют следующие вызовы:

- технические ограничения (не все университеты имеют доступ к необходимым технологиям и ресурсам);

- этические вопросы (использование ИИ требует внимательного отношения к конфиденциальности данных, особенно при работе с геномной информацией);

- необходимость подготовки преподавателей (преподаватели должны быть обучены работе с ИИ-инструментами, что требует времени и ресурсов).

В будущем мы можем ожидать еще большего внедрения ИИ в образовательный процесс. Например, развитие генеративных ИИ-моделей, таких как GPT, позволит создавать персонализированные учебные материалы в реальном времени. Также возможно появление полностью автономных виртуальных ассистентов, которые будут помогать студентам в изучении генетики 24/7.

Использование ИИ в преподавании генетики открывает новые горизонты для образования. Оно позволяет сделать обучение более эффективным, персонализированным и доступным. Однако для успешного внедрения этих технологий необходимо учитывать технические, этические и образовательные аспекты.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ТЕМЕ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Донец И. В.¹, Цветковская С. М.²

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет, КОФ,

² Донской Государственный технический университет,
международный факультет, кафедра ОЕД,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: ivdonets@sfedu.ru

Традиционно работа на практических занятиях по физике (электродинамике) сводится к решению стандартных задач, чьи условия можно найти в широко известных задачниках [1]. Как правило, основная нацеленность таких упражнений направлена на применение основных теоретических положений физики к решению задач, имеющих практическую значимость. Как правило, сначала делается анализ учебной задачи, актуализируются основные необходимые теоретические сведения, проводится собственно решение задачи и получается ответ, где неизвестные физические величины выражаются через известные посредством некоторой математической модели. При этом приходится учитывать традиционные ограничения на вычислительную технику, которая может быть использована в обычной учебной лаборатории. Фактически это калькуляторы, которые могут быть представлены либо как отдельные устройства, либо как программные модули в современных смартфонах, имеющихся у студентов.

Такая организация значительно сокращает круг задач, вопросов и явлений, которые имеет смысл рассматривать на практических занятиях по электромагнетизму. Безусловно, решение физических задач с использованием более сложных вычислительных методов организуется или может быть организовано в рамках отдельных курсов, но при этом возникает временной разрыв в процессе выполнения различных этапов решения задач. Вдобавок возможность использования доступных ресурсов искусственного интеллекта (ИИ) для решения стандартных задач по физике не способствует повышению интереса студентов к решению нестандартных задач даже начального уровня сложности.

Непрерывное совершенствование компьютерных технологий позволяет внедрять вычислительные методы на практических занятиях по электромагнетизму с невысоким уровнем у учащихся навыков программирования [2–4]. В качестве примера можно привести такие пакеты как MATLAB, Matcad и пр. при проведении занятий в компьютерном классе. Также можно

применять имеющиеся у студентов смартфоны для доступа к вычислительным интернет-ресурсам.

В качестве примера рассмотрим задачу анализа сложной разветвленной электрической цепи. Практическая значимость решения такой задачи несомненна. Решение сводится к применению правил Кирхгофа и получению системы линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных токов ветвей. Затем, традиционно учащимся предлагается решение СЛАУ вручную, используя те или иные методы аналитических преобразований. С учетом сложности процесса, высокой вероятности ошибок, учебного времени на данное упражнение затрачивается непростительно много. Вдобавок, так как размер СЛАУ пропорционален сложности схемы, то для решения, как правило, выбирается вариант анализируемой цепи с не более чем 3–4 ветвями. Интересные электрические схемы, которые имело бы смысл рассмотреть, как правило сложнее. Применяя либо упомянутые пакеты в компьютерном классе, либо доступные со смартфона интернет-ресурсы решения СЛАУ, решение таких задач можно сделать намного эффективнее и полезнее.

Еще один пример – нахождение магнитного поля витка, по которому течет электрический ток. Традиционно точка, в которой требуется определить поле, находится либо в центре витка, либо на оси, проходящей через центр. Вызвано это не особой практической значимостью именно этой точки, а сложностью математической модели, которая возникает при произвольном расположении точки наблюдения относительно оси симметрии витка. Возникающая математическая модель сводится либо к сложному интегралу, либо к сумме функций (зависит от формы витка). Но пакеты, такие как MATLAB, позволяют студенту решить такую задачу, не имея сильных навыков в программировании. Результат того стоит – студент вообще начинает понимать как устроено магнитное поле реальных систем.

Таким образом в работе предлагается совместить решение задач по электромагнетизму с вычислительными методами, используя современные компьютерные технологии. Вышесказанное повысит практическую значимость занятий по решению задач.

Литература

1. Иродов И. Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. – 10-е изд. (эл.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 431 с. : ил. ISBN 978-5-9963-2349-4.
2. Донец И. В., Цветковская С. М. Компьютерное моделирование процессов в сложных электрических цепях в практикуме по физике. // Сборник научных трудов, посвященный 10-летию Международного факультета. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. – С. 73–78.

3. *Донец И. В., Цветковская С. М.* Перспективы использования программного пакета MATLAB при моделировании физических явлений и процессов в научно – исследовательской деятельности магистрантов. // Образовательные технологии: современное состояние и тенденции развития: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: ИМПРУВ, 2016.
4. *Донец И. В., Цветковская С. М., Даниелян А. С., Ерохин Г. В.* Формирование у магистрантов педагогической направленности умений и навыков компьютерного моделирования физических процессов среде MATLAB. // Физика в системе современного образования (ФССО-2017): материалы XIV Междунар. науч. конф. (с. Дивногорское, 17–22 сентября 2017 г.); Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2017. – С. 402–405.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА «КОНСТРУКТОР КОМАНД» ДЛЯ УЧЕБНОГО КУРСА ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Доц Е. А., Иванов В. О., Лошкарёв И. В., Пономарев Д. Р.,
Терещенко О. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: dots@sfedu.ru, vaivanov@sfedu.ru, iloshkaryov@sfedu.ru,
dponomarev@sfedu.ru, teresh@sfedu.ru

Модуль проектной деятельности является одним из ключевых в рамках обучения в бакалавриате и магистратуре по программе «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Отличительной чертой этого курса можно считать необходимость студентам самостоятельно организовываться в команды на весь годовой период прохождения курса. Перед ними встает острый вопрос поиска единомышленников и определения темы проекта.

В данной работе представлен проект «Конструктор команд». Это платформа, разработанная для помощи студентам в формировании эффективных команд для выполнения проектов в рамках дисциплины «Проектная деятельность». Она предоставляет удобный и интуитивно понятный интерфейс, позволяющий студентам не только легко подбирать себе команду, но и учитывать ключевые факторы, необходимые для успешного сотрудничества. Сервис также предоставляет инструменты для администрирования курса. Они могут быть использованы преподавателями и членами жюри для отслеживания деятельности обучающихся, создания текстовых отчетов.

Архитектура сервиса представляет собой клиент-серверное приложение, разделенное на 2 модуля: Backend и Frontend приложения.

Для реализации Backend приложения был выбран язык программирования Java и набор сторонних библиотек Spring Boot [1]. К их достоинствам можно отнести гибкость в использовании и конфигурации, простоту развертывания и тестирования. Эти инструменты достаточно распространены в мире разработки серверных приложений, имеют большое сообщество и подробную документацию. В качестве хранилища данных используется СУБД PostgreSQL (рис. 1).

К списку реализованного функционала можно отнести:

- Формирование команд (как для студентов из бакалавриата, так и из магистратуры).
- Предоставление возможности студентам описания своих навыков.

- Создание и отправление заявок или приглашений на вступление в команду.
- Предоставления возможностей поиска команд и студентов с различными фильтрами.
- Составление аналитики и отчетов (для руководителя проектной деятельности).

Выполнена документация разработанного API. Обеспечен удобный и понятный доступ к ней – сделать это можно с помощью веб-интерфейса, выполненного в соответствии со спецификацией OpenAPI. Также с его помощью можно протестировать отдельные компоненты системы. Подключены модули для администрирования веб-сервера, в режиме реального времени можно следить за его загрузкой и анализировать метрики обработки входящих запросов.



Рис. 1. Схема базы данных

Особо важной составляющей функционирования веб-приложения является его безопасность. Со стороны сервера была использована система авторизации пользователей с разделением доступа к ресурсам и методам API на основе ролевой модели. Для этого была выполнена интеграция с центральной системой аутентификации студентов и сотрудников, использующейся во внутренних сервисах Южного федерального университета. Таким образом, реализована входная точка для любого человека, пользующегося сервисом – аутентификация посредством протоколов OAuth 2.0 и OpenID [2] на платформе Azure ЮФУ. Такой подход исключает возможность нежелательного доступа к данным извне.

Вторая половина работы посвящена созданию сервиса, предоставляющего пользователям удобный интерфейс к вышеописанной системе (рис. 2). Для решения этой задачи был использован широко используемый набор инструментов веб-разработки – язык JavaScript и фреймворк React. Помимо

React был задействован state-менеджер MobX, обеспечивающий эффективное управление состоянием приложения. Этот выбор обусловлен необходимостью работы с динамическими и сложно связанными данными, поступающими из распределенной системы обработки, а также требованием к минимизации избыточных рендеров компонентов.

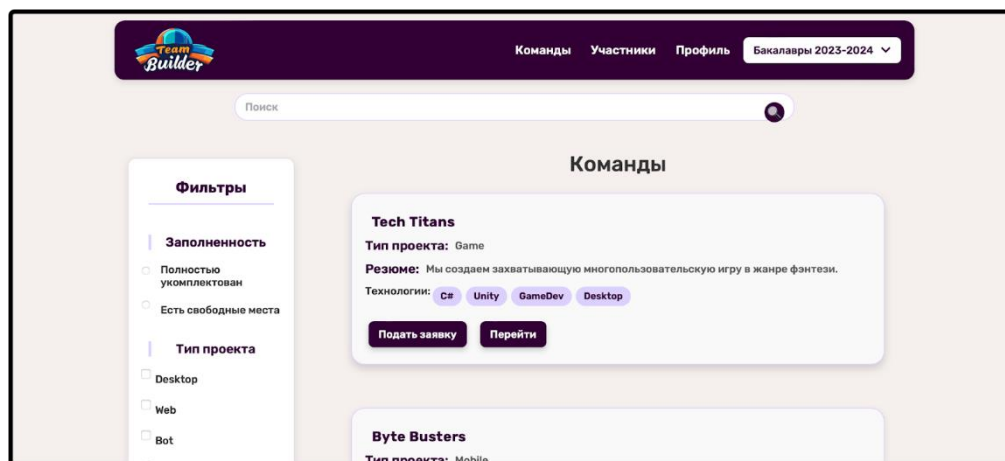


Рис. 2. Интерфейс страницы команд

Вышеописанные сервисы изначально создавались с расчетом на развертывание и дальнейшую работу на серверах ЮФУ. На сегодняшний день одним из самых распространенных способов решить такую задачу является запуск программ в Docker среде. Это открытая платформа, позволяющая рассматривать каждое приложение как отдельную инфраструктурную единицу. Их можно запускать как поодиночке, так и объединяя в кластеры. Благодаря этому компоненты разрабатываемой системы легко тестировать и обновлять, обеспечивается переносимость между платформами. В ходе работы были предприняты шаги по запуску всех необходимых компонентов на серверах ЮФУ с помощью Portainer.

Литература

1. Документация библиотеки Spring Framework URL: <https://docs.spring.io/spring-framework/reference/index.html>.
2. Л. Стилкэ. Spring Security в действии, 2 изд.: – ДМК Пресс, 2024.

ВАЛИДАЦИЯ ЛЕГКОВЕСНЫХ ГРАММАТИК ЯЗЫКА GO

Дроздов Д. С., Михалкович С. С.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: ddrozdov@sfedu.ru, miks@sfedu.ru

В промышленном программировании в пределах одного проекта зачастую ведется разработка на нескольких языках. Возникает необходимость выполнять навигацию между файлами с различными расширениями. В работе [1] для этой цели рассматривается инструментальный комплекс LanD, который позволяет создать межязыковую разметку проекта [2, 3]. Для функционирования LanD требуется описать легковесные грамматики языков, используемых в проекте. Такие грамматики основываются на специальном символе `Any`, который обозначает пропускаемую часть программы [4]. В случае разметки проекта в легковесной грамматике указываются только значимые конструкции – сигнатуры методов, а остальное помечается как `Any`.

В работе [5] представлена грамматика с символом `Any` для определения методов в Go. Кроме того, в статье [6] приведена легковесная грамматика для разбора аргументов методов языка Go. Требуется убедиться в правильности построенных грамматик. В данной работе описывается процедура валидации легковесных грамматик языка Go с помощью полного парсера и даются необходимые для этого определения.

Определение 1. Будем называть легковесный парсер *валидным*, если он корректно разбирает все синтаксические конструкции, описанные в соответствующей легковесной грамматике. Корректность разбора будем проверять путем сравнения абстрактных синтаксических деревьев (АСД), построенных легковесным и полным парсерами на тестовом множестве файлов. Валидный легковесный парсер должен обеспечивать разбор конструкций легковесной грамматики с аналогичной точностью и полнотой, как и полный парсер. Процесс проверки корректности разбора будем называть *валидацией легковесного парсера*.

Определение 2. Будем называть легковесную грамматику *валидной*, если легковесный парсер, построенный на ее основе, является валидным. Процесс валидации легковесного парсера, построенного на основе легковесной грамматики, будем называть *валидацией легковесной грамматики*.

В данной работе представлена процедура валидации легковесных грамматик, состоящая из четырех шагов:

- I. Подготовка тестовых данных.
- II. Разбор легковесным парсером.

- III. Разбор полным парсером.
- IV. Сравнение результатов разборов полным и легковесным парсерами.

Шаг I представляет собой подготовительный этап, который выполняется один раз, в то время как последующие шаги повторяются в процессе разработки легковесной грамматики.

Для формирования тестового набора на **шаге I** в открытом доступе выбрано семь промышленных проектов на Go, таких как Kubernetes, Docker, SourceGraph и другие. Данные репозитории дополнительно содержат исходный код зависимостей, составляющий около 30% от общего объема кода, что значительно увеличивает разнообразие тестовой выборки. Однако различные проекты могут использовать одни и те же библиотеки, поэтому все репозитории предварительно очищены от файлов с идентичным содержанием. Помимо этого, из рассмотрения исключено 90% файлов с тестами и заглушками на Go, так как они представляют собой однотипный код. В результате подготовлена тестовая кодовая база, включающая около 40 000 файлов и 290 000 методов.

На **шаге II** выполняется запуск легковесного парсера языка Go на сформированном тестовом наборе данных. Далее для каждого файла выполняется обход полученного АСД, на основе которого формируется JSON-файл, содержащий следующую информацию для каждого обнаруженного метода: имя метода и имя структуры, к которой он принадлежит. В случае грамматики, включающей разбор аргументов, дополнительно сохраняется список типов аргументов. Идентификаторы переменных не отслеживаются для упрощения процесса валидации.

На **шаге III** запускается утилита, разработанная на языке Go, которая инициирует вызов полного парсера² для тестового набора данных. По каждому файлу выполняется обход полного синтаксического дерева в поисках методов Go. Метод в языке Go представляет собой функцию, принадлежащую конкретной структуре [7]. При обходе полным парсером как функция, так и метод имеют идентичный тип узла (FuncDecl). Для различия между ними проверяется поле узла Recv, где хранится ссылка на структуру, к которой принадлежит метод [8]. В случае отсутствия ссылки узел представляет собой обычную функцию, которая исключается из дальнейшего анализа.

Для каждого обработанного файла в оперативной памяти сохраняется та же информация по методам, что и в случае легковесного парсера. Дополнительно данные записываются в локальный кэш с целью минимизации числа последующих запусков полного парсера.

Обработка файлов осуществляется с использованием многопоточности, что позволяет ускорить работу в 16 раз на процессоре с 16 логическими

² Используется полный парсер, опубликованный разработчиками языка Go: <https://pkg.go.dev/go/ast>

ядрами. Распределение задач между потоками реализуется с помощью горутин согласно методу, изложенному в работе [9], а синхронизация данных осуществляется с использованием мьютексов языка Go [10].

После первого запуска полного парсера проведена дополнительная обработка тестового набора данных, в результате чего количество файлов, не содержащих ни одного метода, сокращено на 60%. Это позволяет оптимизировать процесс валидации, исключив из анализа файлы, не содержащие необходимых синтаксических конструкций, при этом сохраняя возможность проверки на наличие ложноположительных срабатываний.

На **шаге IV** утилита, написанная на языке Go, последовательно считывает JSON-файлы, созданные парсером на C# (см. **шаг II**), и сравнивает с данными в памяти, полученными полным парсером Go (см. **шаг III**). В случае обнаружения несоответствия в списке методов или аргументов выводится сообщение об ошибке.

Для простоты валидации аргументов приняты следующие допущения:

1. У каналов и отображений Go не проверяются типы данных, фиксируется только родительский тип (channel или map).
2. У анонимных функций, структур и интерфейсов Go не проверяются поля и аргументы, фиксируется только родительский тип (anon_func, anon_struct или anon_interface).
3. Использование указателя, слайса или массива не отслеживается, фиксируется только базовый тип.

Эти допущения обоснованы тем, что в контексте задачи разметки кода не требуется максимальная детализация типов [5].

Разработка легковесных грамматик является итеративной, следовательно, валидация проводится неоднократно и важно ее ускорить. В процессе разработки могут возникать различные ситуации, в которых время валидации сокращается следующими способами:

1. Изменены как легковесная грамматика, так и обход полного дерева. В данном случае **шаги II** (легковесный парсинг) и **III** (полный парсинг) запускаются параллельно.
2. Изменена только легковесная грамматика. В этом случае **шаг II** запускается параллельно с **шагом III**, который при наличии использует кэшированные результаты обхода полным парсером.
3. Изменен только **шаг III**, например, изменено сохранение данных в кэш после обхода АСД. В таком случае **шаг II** пропускается, так как изменения затрагивают только этап полного парсинга.

По описанным выше шагам I–IV проведена валидация легковесных грамматик, представленных в работах [5] и [6]. Показано, что грамматики с Апу корректно обрабатывают 100% файлов из тестового набора, при этом все сигнатуры методов распознаются аналогично тому, как выполняет разбор полный парсер. Результаты валидации представлены в таблице 1.

Результаты валидации легковесных грамматик

Репозиторий	Количество файлов	Корректно обработано файлов	
		Грамматика [5]	Грамматика [6]
kubernetes	13393	13393 (100%)	13393 (100%)
docker-ce	7414	7414 (100%)	7414 (100%)
azure-service-op	3428	3428 (100%)	3428 (100%)
sourcegraph	4674	4674 (100%)	4674 (100%)
moby	4409	4409 (100%)	4409 (100%)
chainlink	4674	4674 (100%)	4674 (100%)
tibd	2955	2955 (100%)	2955 (100%)

Таким образом, в данной работе сформулирована и применена процедура валидации легковесных грамматик Go с помощью полного парсера. Полученные результаты могут быть использованы для валидации других легковесных грамматик, а также в качестве доказательства валидности парсеров, используемых при решении задачи разметки кода.

Литература

1. Дроздов, Д. С., Михалкович, С. С. Создание и постобработка легковесных грамматик Go и GraphQL для разметки функциональностей кода // Труды XXXI всероссийской научной конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». 2024. С. 163–165.
2. Головешкин, А. В., Михалкович, С. С. LanD: инструментальный комплекс поддержки послойной разработки программ // Труды XXV всероссийской научной конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». 2018. С. 53–56.
3. Malevanny, M. S., Mikhalkovich, S. S. Context-Based Model for Concern Markup of a Source Code // Trudy ISP RAN. 2016. Vol. 28. Issue 2. P. 63–78.
4. Goloveshkin, A. V., Mikhalkovich, S. S. Tolerant parsing with a special kind of “Any” symbol: the algorithm and practical application // Trudy ISP RAN. 2018. Vol. 30. P. 7–28.
5. Дроздов, Д. С., Михалкович, С. С. Разработка легковесных парсеров с разной детализацией языка Go // Электронные библиотеки. 2024. Т. 27. № 6. С. 857–877.
6. Дроздов, Д. С., Михалкович, С. С. Эффективность по памяти и времени легковесных парсеров с разной детализацией языка Go // Научный сервис в сети Интернет. 2024. № 26. С. 85–98.

7. *Bodner, J.* Learning Go. O'Reilly Media, Inc. 2024.
8. *Arasu, S.* An Extract Function Refactoring for the Go Language. Master thesis, Auburn University. 2015.
9. *Dilley, N., Lange J.* An Empirical Study of Messaging Passing Concurrency in Go Projects // IEEE 26th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER). 2019. P. 377–387.
10. *Chabbi, M., Ramanathan, M. K.* A study of real-world data races in Golang // Proceedings of the 43rd ACM SIGPLAN International Conference on Programming Language Design and Implementation. 2022. P. 474–489.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ LO BASE ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ РАБОТЕ С БАЗАМИ ДАННЫХ В ПРОФИЛЬНЫХ КЛАССАХ

Дуброва К. А., Кувшинова Е. Н.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: dubrova@sfedu.ru, enkuvshinova@sfedu.ru

В современном информационном обществе работа с данными является одним из ключевых навыков в профессиональной деятельности, связанной с основными направлениями развития науки и технологий. Информационные технологии для структурирования, хранения и поиска данных – это инструмент, позволяющий эффективно управлять большими объемами информации. Именно поэтому для подрастающего поколения, выросшего в эпоху повсеместной цифровизации, знания и умения работы с информацией и информационными потоками могут стать основой для формирования и развития важнейших навыков анализа, систематизирования и структурирования больших объемов данных.

Вышеуказанные умения современных школьников формируются и развиваются в рамках школьного курса информатики. Изучение систем управления базами данных (СУБД) – неотъемлемая часть обучения навыкам работы с информацией.

В современном учебно-методическом обеспечении для изучения баз данных предполагается работа с коммерческой СУБД Microsoft Access или ее аналогами на базе свободной лицензии. Microsoft Access является интуитивно понятной и обладает достаточным функционалом для обучения старшеклассников. Однако, в связи с геополитической ситуацией и растущей необходимостью обеспечения технологической независимости страны приобретает особую актуальность вопрос перехода на отечественное программное обеспечение. Зависимость от иностранных программных продуктов делает систему образования уязвимой к санкциям и ограничениям со стороны других государств, поэтому большинство российских школ переходят с ОС Windows на Astra Linux. Использование отечественного программного обеспечения будет минимизировать риски нарушения функционирования учебных заведений и гарантировать стабильность образовательного процесса. Использование отечественного ПО также стимулирует развитие и совершенствование отечественных разработок, которые на данный момент времени лучше иностранных адаптированы под российские образовательные стандарты, и более доступны по стоимости, что особенно важно для большинства образовательных организаций.

С Astra Linux совместимо большое количество офисных пакетов, которые можно использовать в процессе обучения, но по умолчанию, в месте с новой ОС устанавливается офисный пакет LibreOffice.

Таким образом, одной из альтернатив СУБД Microsoft Access является СУБД LibreOffice Base. Этот бесплатный инструмент для разработки и администрирования баз данных с открытым исходным кодом и наиболее приближенным к Microsoft Access интерфейсом, входит в офисный пакет LibreOffice.

Вышеуказанные СУБД имеют как сходства, так и различия в функционале (Таблица 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ LibreOffice Base и Microsoft Access

№	Функционал	LibreOffice Base	Microsoft Access
1	ОС	GNU/Linux, Microsoft Windows, macOS, BSD, Android и Haiku.	Windows
2	Импорт источников данных	Поддерживается частично (возможен перенос данных из Calc или из другой Base)	Поддерживается
3	Нативное подключение для	MySQL/MariaSQL, PostgreSQL, Novell GroupWise	MySQL/MariaSQL, PostgreSQL, Novell GroupWise возможно только через ODBC
4	Портативная версия для запуска с USB flash (без установки)	Поддерживается	Не поддерживается
5	Интерфейс	Современный и интуитивно понятный; согласованный с основным дизайном LibreOffice	Удобный, знакомый интуитивно понятный
6	Защита базы данных паролем	Не поддерживается	Поддерживается
7	Редактирование файлов MS Access	Поддерживается только при установке драйверов	Поддерживается в свободной форме
8	Перекрестные запросы	Не поддерживаются	Поддерживаются
9	Расчеты в таблицах базы данных	Поддерживаются, но ограничены	Поддерживаются
10	Типы данных	Базовый набор	Широкий выбор
11	Программирование	Ограничено	Поддерживается
12	Исходный код	Открытый	Проприетарный и закрытый
13	Доступность	Бесплатная и находится в свободном доступе	Является частью коммерческого пакета Microsoft Office 365 и требует платной подписки
14	Движок базы данных	HSQldb и FirebirdSQL	Microsoft Jet Database Engine

СУБД LO Base позволяет в полной мере реализовать содержание школьного раздела «Базы данных»: различные типы баз данных (Рис. 1); реляционную модель данных, типы межтабличных связей (Рис. 2); сортировка и фильтрация данных (Рис. 3); создание форм, запросов и отчетов (Рис. 4).

Имя поля	Тип поля	Описание
ID	Текст [VARCHAR]	
Табельный_но	Текст [VARCHAR]	
Дата_рождения	Байт [TINYINT]	
	Длинное целое [BIGINT]	
	Картинка [LONGVARBINARY]	
	Двоичное [VARBINARY]	
	Двоичное (фикс.) [BINARY]	
	Памятка [LONGVARCHAR]	
	Текст (фикс.) [CHAR]	
	Число [NUMERIC]	
	Десятичное [DECIMAL]	
	Целое [INTEGER]	
	Короткое целое [SMALLINT]	
	С плавающей точкой [FLOAT]	
	Вещественное [REAL]	
	С двойной точностью [DOUBLE]	
	Текст [VARCHAR]	
	Текст [VARCHAR_IGNORECASE]	
	Логическое [BOOLEAN]	
	Дата [DATE]	
	Время [TIME]	
	Дата/Время [TIMESTAMP]	
	ПРОЧЕЕ [OTHER]	

Свойства поля	
Обязательное	Нет
Длина	25
Значение по умолчанию	
Пример формата	@

Рис. 1. Выбор и настройка типа данных для поля в LO Base

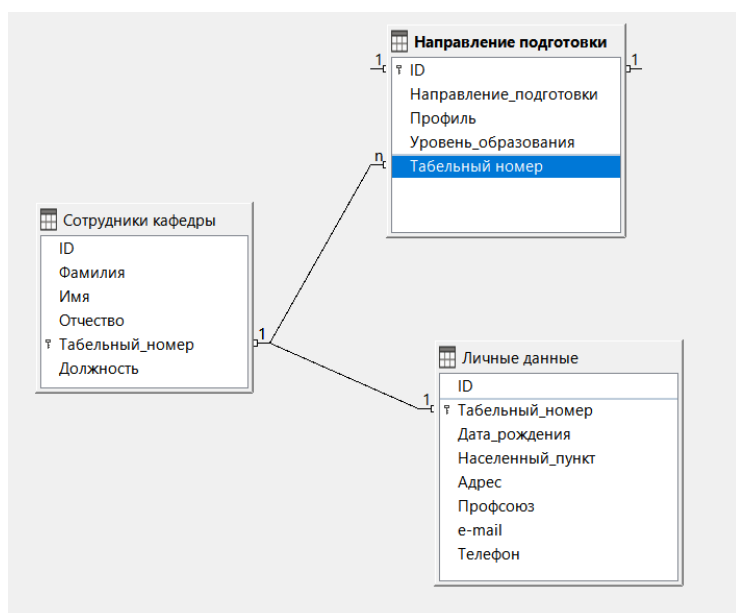


Рис. 2. Диаграмма реляционной базы данных в LO Base

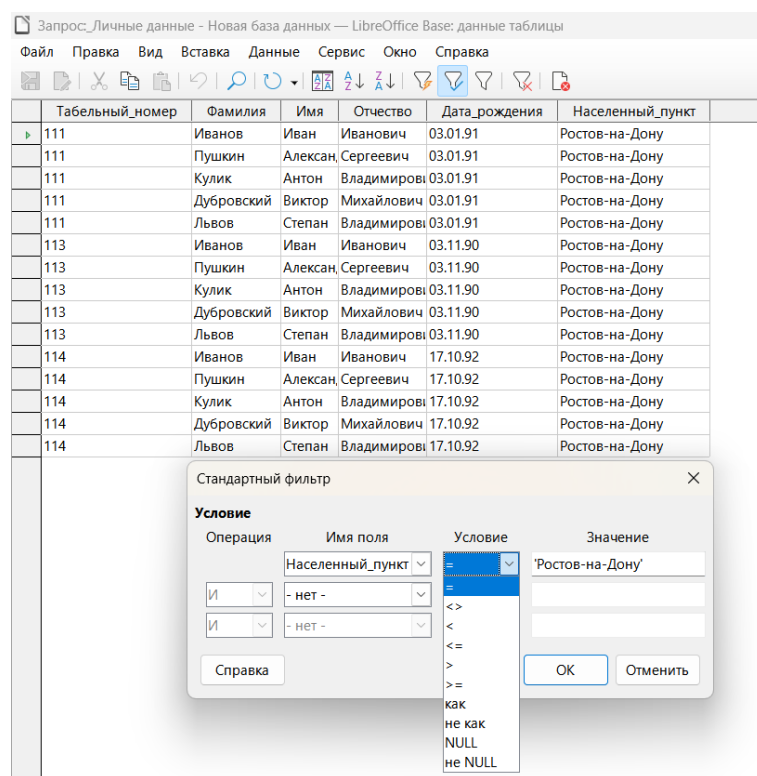


Рис. 3. Фильтр данных в LO Base

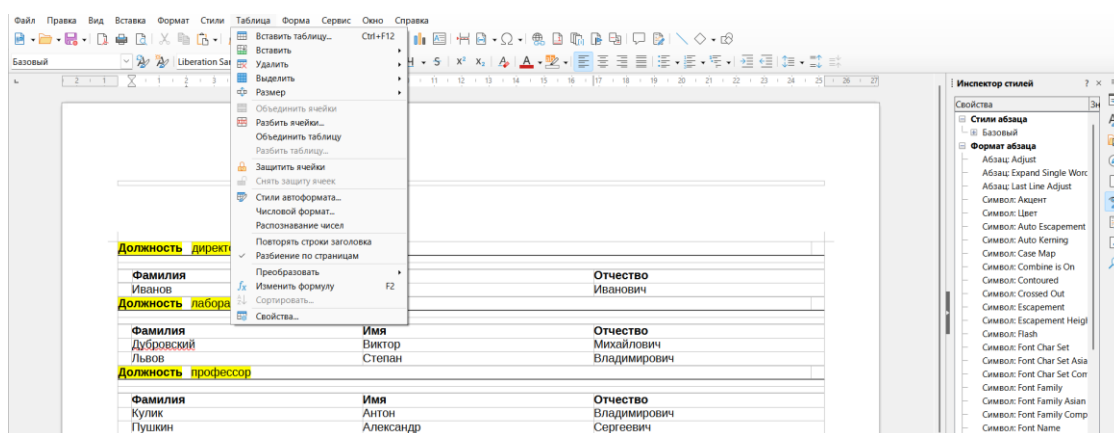


Рис. 4. Возможности редактирования отчетов в LO Base

Для изучения информатики в 10 и 11 классе на углубленном уровне в ФГОС выделяется 272 часа, из которых на изучение баз данных отводится от 10 до 20 часов. В рамках такого ограниченного временного ресурса ученики получают поверхностное представление об основах баз данных. Учителям, в свою очередь, достаточно сложно предусмотреть в такой короткий срок изучение теоретического материала и практическую отработку навыков.

Работа с базами данных требует значительного времени на освоение синтаксиса языка структурированных запросов (SQL) и понимания принципов

проектирования баз данных. Кроме того, современные СУБД предлагают широкий спектр возможностей, которые невозможно раскрыть за отведенное время. Поэтому 10–20 часов крайне недостаточно для формирования прочных знаний и навыков на углубленном уровне, необходимых для дальнейшего профессионального развития в области информационных технологий.

Для углубленного курса информатики целесообразно увеличить количество часов, выделяемых на изучение баз данных. Углубленное изучение темы позволяет рассмотреть более сложные аспекты работы с базами данных, такие как оптимизация запросов, транзакции, процедуры и функции. Все это можно организовать в рамках спецкурса по работе с базами данных.

Литература

1. Федеральный Государственный Образовательный Стандарт среднего общего образования (утвержден приказом Минобрнауки России 17.05.2012 N 413 (ред. от 12.08.2022)) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fgosreestr.ru/uploads/files/3ecd094e3813dce94559978a8a95fc4e.pdf> (дата обращения: 22.03.2025).
2. Примерная рабочая программа среднего общего образования предмета «Информатика» углубленный уровень (10–11) (Одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию, протокол № 7/22 от 29.09.2022) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fgosreestr.ru/uploads/files/f7392a82b65a83fa8d147b7f5f322111.pdf> (дата обращения: 22.03.2025).
3. Поляков, К. Ю. Информатика (базовый и углубленный уровень) (в 2 частях) 11 класс. Ч.1. / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. – Москва: Бином, 2019. – 240 с.
4. Поляков, К. Ю. Информатика (базовый и углубленный уровень) (в 2 частях) 11 класс. Ч.2. / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. – Москва: Бином, 2019. – 304 с.
5. Справочная система LibreOffice Base.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛИ ВЫСОКОЭЛАСТИЧНОГО МАТЕРИАЛА

Егорова С. А., Карякин М. И.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: sofegorova@sfedu.ru, karyakin@sfedu.ru

Разработка новых материалов с заданными свойствами требует изучения их механического отклика при разных режимах нагрузки, а также создания математических моделей, описывающих их поведение при больших деформациях. Корректный выбор математической модели, ее верификация, а также создание надежной схемы для определения ее параметров, или упругих модулей, остаются основными проблемами для исследователей [1–3].

В настоящей работе рассматривается задача восстановления параметров упругого потенциала изотропного несжимаемого материала на основе экспериментальных данных по кручению и растяжению сплошного кругового цилиндра. Деформация цилиндра описывается следующим полуобратным представлением нелинейной теории упругости

$$R = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} r, \quad \Phi = \varphi + \psi z, \quad Z = \lambda z, \quad (1)$$

где r, R – радиальные координаты точки цилиндра до и после деформации соответственно ($0 \leq r \leq r_0$), λ – кратность осевого удлинения, ψ – угол закручивания на единицу длины цилиндра.

Мера деформации Коши, соответствующая деформации (1), имеет вид

$$\mathbf{G} = \frac{1}{\lambda} e_r e_r + \frac{R^2}{r^2} e_\varphi e_\varphi + \frac{R^2}{r} \psi (e_\varphi e_z + e_z e_\varphi) + (R^2 \psi^2 + \lambda^2) e_z e_z. \quad (2)$$

Главные инварианты меры деформации Коши, учитывая (2), записываются как

$$I_1 = \lambda^2 + \lambda^{-1}(2 + \psi^2 r^2), \quad I_2 = 2\lambda + \lambda^{-2}(1 + \psi^2 r^2), \quad I_3 = 1. \quad (3)$$

Погонная (на единицу длины) потенциальная энергия деформации стержня имеет вид

$$\Pi(\lambda, \psi) = 2\pi \int_0^{r_0} W(I_1(\lambda, \psi, r), I_2(\lambda, \psi, r)) r dr, \quad (4)$$

где $W(I_1, I_2)$ – удельная потенциальная энергия материала (упругий потенциал), r_0 – внешний радиус цилиндра до деформации.

Имеют место энергетические соотношения

$$P(\lambda, \psi) = \frac{\partial \Pi}{\partial \lambda}, M(\lambda, \psi) = \frac{\partial \Pi}{\partial \psi}, \quad (5)$$

где P – продольная сила, M – крутящий момент. Поэтому значения погонной энергии можно определить, имея экспериментальные данные о зависимости продольной силы P и крутящего момента M от параметров λ и ψ . Согласно (5), функция $\Pi(\lambda, \psi)$ может быть найдена интегрированием по ее полному дифференциалу $d\Pi = Pd\lambda + Md\psi$,

$$\Pi = \int Pd\lambda + Md\psi.$$

Обратная задача

Если известна функция двух переменных $W(I_1, I_2)$, то функция $\Pi(\lambda, \psi)$ вычисляется из связывающего их соотношения (4). Обратная задача состоит в идентификации параметров модели, т. е. функции $W(I_1, I_2)$ по известной функции $\Pi(\lambda, \psi)$. Функция погонной энергии деформации $\Pi(\lambda, \psi)$ считается заданной на некоторой сетке в прямоугольнике $[\lambda_0, \lambda_1] \times [0, \psi_1]$.

Существуют различные подходы к построению функции W на основе экспериментальных данных. Наиболее распространенным является аппроксимация функции W полиномом вида

$$W(I_1, I_2) = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M C_{ij} (I_1 - 3)^i (I_2 - 3)^j, \quad (6)$$

$C_{00} = 0$, C_{ij} – неизвестные коэффициенты.

В данной работе будет рассмотрен простейший случай представления (6), когда удельная потенциальная энергия деформации совпадает с распространенной моделью описания механических свойств высокоэластичного материала – моделью Муни-Ривлина.

Модель Муни-Ривлина представляет собой двухконстантное определяющее соотношение для нелинейно-упругого изотропного материала, задаваемое функцией удельной потенциальной энергии деформации вида

$$W(I_1, I_2) = C_1(I_1 - 3) + C_2(I_2 - 3), \quad (7)$$

где C_1, C_2 – материальные параметры, I_1, I_2 – главные инварианты меры деформации Коши.

Считаем, что функция Π определена на сетке $[\lambda_0, \lambda_1] \times [0, \psi_1]$. Соотношение (4) сводится к совокупности линейных уравнений вида

$$2\pi \left(\frac{\psi_j^2}{3\lambda_i} + \lambda_i^2 + \frac{2}{\lambda_i} - 3 \right) C_1 + 2\pi \left(\frac{\psi_j^2}{3\lambda_i^2} + 2\lambda_i + \frac{1}{\lambda_i^2} - 3 \right) C_2 = \Pi(\lambda_i, \psi_j), \quad (8)$$

где (λ_i, ψ_j) – точка сетки, $i = 1, N, j = 1, M$.

Так как каждая точка сетки приводит к линейному уравнению, имеем переопределенную систему из $N \times M$ уравнений с двумя неизвестными C_1 и C_2 . Для поиска ее решения используется метод наименьших квадратов. В итоге получаем линейную систему вида

$$\begin{cases} \alpha C_1 + \beta C_2 = \pi_1 \\ \beta C_1 + \gamma C_2 = \pi_2 \end{cases}, \quad (9)$$

коэффициенты которой выражаются через наборы значений λ_i и ψ_j известными формулами [4].

Оказалось, что для конкретных значений экспериментальных параметров, взятых из работы [5], число обусловленности матрицы системы (9) оказалось больше 200. При этом расчеты показали, что внесение погрешности в 0.1% в заданные значения λ_i и ψ_j приводит к более чем десятипроцентной ошибке в определяемых параметрах модели, а ошибка в 1% в задании параметров делала найденные коэффициенты лишены физического смысла.

Другим подходом к задаче определения параметров модели может быть подбор такой пары уравнений, число обусловленности матрицы системы, для которой является наименьшим. Таким образом решалась задача подбора таких индексов (i, j) , (k, l) , для которых система, составленная из комбинации двух уравнений вида (8), имеет матрицу с наименьшим числом обусловленности. Поскольку коэффициенты такой системы выражаются через λ , ψ достаточно просто, задача подбора таких индексов свелась к минимизации на сетке функции числа обусловленности, имеющего явное представление.

Оказалось, что наиболее удачным является рассмотрение пары уравнений, одно из которых соответствует эксперименту только на кручение, $\lambda = 1$, $\psi = \psi^*$, другое соответствует эксперименту на растяжение, когда $\lambda = \lambda^*$, $\psi = 0$. При этом «оптимальный» коэффициент растяжения λ^* зависит от того, насколько большой угол ψ^* удалось реализовать в эксперименте на кручение. Увеличением угла ψ^* удастся уменьшить число обусловленности почти на два порядка. Следует отметить, что ограничением этого увеличения является сам эксперимент.

Другой подход основан на прямом применении соотношений (5); в этом случае считается, что в точках сетки заданы значения растягивающей силы и крутящего момента. Тогда в каждой точке сетки имеем систему для определения параметров модели C_1 , C_2 вида

$$\begin{cases} 2\pi \left(-\frac{\psi_j^2}{3\lambda_i^2} + 2\lambda_i + \frac{2}{\lambda_i^2} \right) C_1 + 2\pi \left(-\frac{2\psi_j^2}{3\lambda_i^3} + 2 + \frac{2}{\lambda_i^3} \right) C_2 = P_{ij} \\ 4\pi \frac{\psi_j}{3\lambda_i} C_1 + 4\pi \frac{\psi_j}{3\lambda_i} C_2 = M_{ij} \end{cases}. \quad (10)$$

Формально говоря, любой такой системы достаточно, чтобы определить неизвестные параметры материала. Однако, оказалось, что для некоторых пар (i, j) число обусловленности матрицы системы (10) может достигать 10^5 и в этом случае нельзя надеяться на сколь-нибудь надежное восстановление параметров при наличии даже малых погрешностей в экспериментальных данных.

Была применена схема, аналогичная предыдущему случаю: отбор нужной системы уравнений осуществлялся путем минимизации числа обусловленности. Как и ранее оказалось, что оптимальная в этом смысле система соответствует максимально возможному углу закручивания. Коэффициент растяжения при этом определяется величиной этого угла.

Вычисления показали, что, несмотря на использование данной схемы отбора, погрешность в восстановлении коэффициентов C_1, C_2 как минимум на порядок превосходит как погрешность в экспериментальном определении λ и ψ , так и погрешность в определении величины растягивающей силы и крутящего момента. Это оставляет открытым вопрос о пригодности данной экспериментальной схемы к задаче восстановления моделей материалов с большим количеством параметров.

Авторы выражают глубокую благодарность Л. М. Зубову за постановку задачи.

Литература

1. Yenigun, B., Gkouti, E., Barbaraci, G., Czekanski, A. Identification of Hyperelastic Material Parameters of Elastomers by Reverse Engineering Approach // Materials. – 2022. – Vol. 15. – № 24. – P. 1–14.
2. Schulte, R., Karca, C., Ostwald, R., Menzel, A. Machine learning-assisted parameter identification for constitutive models based on concatenated loading path sequences // European Journal of Mechanics / A Solids. – 2023. – Vol. 98. – P. 1–21.
3. Salamatova, V. Y., Vasilevskii, Y. V. On Ellipticity of Hyperelastic Models Restored by Experimental Data // Journal of Mathematical Sciences. – 2021. – Vol. 253. – No. 5. – P. 720–729.
4. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. – Л.: Физматгиз, 1962. 352 с.
5. Jaramillo H. Evaluation of the Use of the Yeoh and Mooney-Rivlin Functions as Strain Energy Density Functions for the Ground Substance Material of the Annulus Fibrosus // Mathematical Problems in Engineering. – 2018. – P. 1–10.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ САМООБУЧЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Ермолаев Д. А., Демяненко Я. М.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича*

E-mail: ermolaev@sfedu.ru, demyana@sfedu.ru

Машинное обучение является одним из основных инструментов при решении задач компьютерного зрения, так как позволяет определять правила семантического анализа изображения из непосредственно данных вместо того, чтобы делать это вручную. Такие алгоритмы позволяют статистически обоснованно выбирать признаки, минимизируя ошибку решения задачи. Весь процесс сводится к задаче оптимизации. Однако, у любого инструмента есть свои сильные и слабые стороны, и алгоритмы машинного обучения не являются исключением. Процесс оптимизации часто нестабилен и требует тонкой настройки. Как правило, ключ к успеху кроется в большом и разнообразном наборе данных [1].

Разные задачи выдвигают разные требования к данным. Так, для решения проблемы классификации изображений обычно требуются данные с простой разметкой в количестве от нескольких сотен до нескольких тысяч экземпляров. Для решения же задачи детекции потребуется более сложная аннотация – прямоугольники необходимых объектов, для сегментации – попиксельная маска и так далее. Обеспечить необходимый набор данных часто проблематично, затратно, а иногда и невозможно. Чтобы решить эту проблему существуют различные подходы, наиболее фундаментальное решение заключается в использовании методов самообучения [2].

Общая идея всех алгоритмов данной группы заключается в том, чтобы сформулировать промежуточную задачу, для которой очень легко получить разметку, как правило автоматическим способом. Целевая модель обучается при решении промежуточной задачи, а затем донастраивается под реальные данные, если это все еще необходимо. В процессе решения промежуточной задачи у исследователей появляется возможность пропустить через процесс оптимизации набор данных многократно больший, чем целевой. Даже при использовании синтетической разметки, модель обучается выявлять базовые признаки и паттерны. Донастройка предобученной модели на целевом наборе данных требует меньше ресурсов и меньше данных. Помимо этого, итоговая модель зачастую показывает выше качество, так как при таком иерархически-выстроенном процессе оптимизации, процесс сходимости стабильнее [2].

Методы самообучения появились давно, но приобрели важное значение с распространением глубоких нейронных сетей. В этих моделях весов

намного больше, поэтому процесс оптимизации сложнее, и роль предобучения растет. Сверточные нейронные сети стали одними из первых, у которых количество параметров перевалило за несколько сотен тысяч, и очень скоро исследователи стали использовать идею трансферного обучения [3]. В данной методике в качестве промежуточного этапа выступает та задача, для которой возможно найти наиболее большой набор данных с разметкой, как правило это задача классификации и набор данных ImageNet, но бывают и иные случаи. Модель обучается решать эту задачу, затем у нее обрезаются выходной полносвязный слой и заменяется аналогичным для целевой задачи. Именно его параметры будут оптимизированы в процессе обучения. Как правило, на этапе донастройки вся остальная часть модели замораживается, чтобы снизить количество параметров при оптимизации. Метод трансферного обучения [3] популярен и по сей день, однако ситуация изменилась с появлением архитектуры трансформера [4]. Природа этой модели исключает любые предположения о природе данных, позволяет объединять различные домены, что открывает новые возможности для методов самообучения.

В данной работе основное внимание сконцентрировано на способах самообучения модели трансформера, используемой при решении задачи реконструкции объектов. Генеративные модели, которые на текущий момент показывают наилучшие метрики основаны на идее стабильной диффузии [5]. Архитектура концептуально состоит из кодировщика в латентное пространство для изображений и текста, диффузионной симметричной сети UNet-типа, работающей в латентном пространстве и декодировщика. Некоторые модели для реконструкции могут содержать дополнительные источники входных данных, например, маску или форму, но будут подключаться к процессу диффузии аналогичным образом, как это происходит с текстом, посредством механизма кросс-внимания. На практике, целиком взятая архитектура состоит из нескольких миллиардов параметров. Такие модели обучаются на больших кластерах.

В работе, представленной на СИТО 2024 [6], было показано, что подходы, основанные на генеративно-состязательной архитектуре и детерминированные нейронные сети не способны создавать реалистичные объекты в зоне реконструкции. А доступные модели стабильной диффузии недостаточно хорошо справляются с этим – вставленные объекты часто не могут быть распознаны наблюдателем. Целью исследования является разработка нового решения задачи реконструкции на основе архитектуры стабильной диффузии, которое сфокусировано на работе с объектами, и нацелено на минимизацию ошибки распознавания ставленных частей и минимизацию объема артефактов. В процессе выполнения этой задачи необходимо дообучать нейронные сети, однако важно соблюсти баланс между количеством обучаемых параметров и доступными ресурсами.

В рамках данного исследования были изучены основные методы самообучения нейронных сетей, в особенности для архитектуры трансформера. По итогу исследования были выделены следующие методы, которые будут использоваться для последующих экспериментов:

- Маскированный авто-кодировщик [7] – данный метод решает задачу реконструкции патчей входных данных в процессе предобучения, архитектура позволяет проводить честное маскирование и даже отбрасывание патчей на этапе кодирования. Метод может быть использован в качестве предобучения модели кодировщика.
- Контрастное обучение картинка-текст (CLIP) [8] – алгоритм связывает домен текста и картинок, что в свою очередь позволяет выполнять классификацию без обучения и получать робастные вектора признаков. Кодировщик из данной работы является базовым блоком в оригинальном исследовании стабильной диффузии, однако может быть заменен на более современную свою версию.
- Дистилляция знаний [9] – это, в общем смысле, процесс обучения двух моделей одновременно, при котором целевая модель обучается на весах модели-учителя. Работ в данном направлении довольно много, но наиболее перспективные на данный момент – DINO [10] / DINOv2 [11]. Этот метод объединяет в себе дистилляцию и контрастное обучение с текстом. Данная связка может быть использована в качестве кодировщиков для текста и изображений на входе дистилляции.
- LoRA [12], DoRa [13] – данные методы являются более комплексными способами донастройки модели, которые специфичны для архитектуры трансформера; они позволяют встроить обучаемые весовые коэффициенты внутрь модели, оставив оригинальные веса замороженными, сохранив при этом оригинальную вычислительную сложность за счет схлопывания весов в процессе экспорта. Эти алгоритмы являются основными для адаптации стабильной диффузии под другие домены или задачи, и будут использованы при последующей разработке новой модели.

По результатам анализа данных подходов был выработан план, концепция которого заключается в использовании предобученных моделей DINOv2, CLIP и обученной модели диффузии с блоками LORA / DORA для решения задачи реконструкции объекта в зоне интереса по текстовому описанию. В оригинальной работе [5] уже и так использовался CLIP, в новом же исследовании предполагается использование его модифицированной версии. Кодировщик DINOv2 будет использован при переходе в латентное пространство и будет заморожен. Признаки из текста и маски будут замещаться в процесс диффузии, как и раньше, а обучаемые блоки LORA / DORA позволят выполнить адаптацию процесса диффузии без увеличения количества параметров выходной модели.

1. Caruana, Rich & Lawrence, Steve & Giles, C. (2000). Overfitting in Neural Nets: Backpropagation, Conjugate Gradient, and Early Stopping. *Advances in Neural Information Processing Systems*. 13. 402–408.
2. Jing, L., & Tian, Y. (2020). Self-supervised visual feature learning with deep neural networks: A survey. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 43(11), 4037–4058.
3. Weiss, Karl & Khoshgoftaar, Taghi & Wang, DingDing. (2016). A survey of transfer learning. *Journal of Big Data*. 3. 10.1186/s40537-016-0043-6.
4. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in neural information processing systems*, 30.
5. Rombach, R., Blattmann, A., Lorenz, D., Esser, P., & Ommer, B. (2022). High-resolution image synthesis with latent diffusion models. In *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 10684–10695).
6. Ермолаев Д. А., Демяненко Я. М. (2024) Оценка качества алгоритмов реконструкции на RGB изображениях. Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXXI научной конференции (с. 187–189).
7. He, K., Chen, X., Xie, S., Li, Y., Dollár, P., & Girshick, R. (2022). Masked autoencoders are scalable vision learners. In *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 16000–16009).
8. Radford, A., Kim, J. W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., ... & Sutskever, I. (2021, July). Learning transferable visual models from natural language supervision. In *the International conference on machine learning* (pp. 8748–8763). PmLR.
9. Gou, J., Yu, B., Maybank, S. J., & Tao, D. (2021). Knowledge distillation: A survey. *International Journal of Computer Vision*, 129(6), 1789–1819.
10. Caron, M., Touvron, H., Misra, I., Jégou, H., Mairal, J., Bojanowski, P., & Joulin, A. (2021). Emerging properties in self-supervised vision transformers. In *Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision* (pp. 9650–9660).
11. Oquab, M., Darcet, T., Moutakanni, T., Vo, H., Szafraniec, M., Khalidov, V., ... & Bojanowski, P. (2023). DINOv2: Learning robust visual features without supervision. *arXiv preprint arXiv:2304.07193*.
12. Hu, E. J., Shen, Y., Wallis, P., Allen-Zhu, Z., Li, Y., Wang, S., ... & Chen, W. (2022). Lora: Low-rank adaptation of large language models. *ICLR*, 1(2), 3.
13. Liu, S. Y., Wang, C. Y., Yin, H., Molchanov, P., Wang, Y. C. F., Cheng, K. T., & Chen, M. H. (2024, July). Dora: Weight-decomposed low-rank adaptation. In *Forty-first International Conference on Machine Learning*.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДХОДА «ZERO-CODING» В ОБУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАНИЮ В ШКОЛЕ

Ёлшина Е. Б.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: eelshina@sfedu.ru*

В современном мире технологий, повсеместной цифровизации, программирование стало одним из ключевых навыков не только у обучающихся, которые планируют продолжить обучение в сфере информационных и коммуникационных технологий, но и у представителей ряда профессий, напрямую не связанных с информатикой, но подвергшихся цифровизации настолько, что результативность труда связана с применением цифровых технологий. Однако при организации обучения программированию на этапе основной школы, обнаруживается значительное количество проблем: от недостаточной квалификации учителей в программировании на современных языках и трудностей в выборе программного обеспечения, чтобы оно способствовало не только освоению программирования на операционном уровне, но и способствовало развитию метапредметных и личностных компетенций учащихся до сложности материала для учащихся при его низкой значимости в горизонте планирования своего дальнейшего обучения. Сложность традиционных методов программирования приводит к недоступности данного обучения для многих учащихся, и, как следствие, к снижению интереса к программированию. Как отмечает Ю. В. Белоусова: «Ученикам скучно, непонятно, не хватает внутренней потребности, мотивации к изучению программирования [1].

Одним из решений данной проблемы является вовлечение в школьный курс современных подходов к программированию и средств для их реализации в качестве средства обучения в школьном курсе информатики. Подход «Zero-Coding» («нулевое» кодирование) или «no-coding» (также часть применяется термин «low-coding»), который достаточно широко распространен в настоящее время в профессиональной среде (особенно в веб-разработке), представляет собой систему создания кодов при минимальном погружении в синтаксис языков программирования и дает возможность начать обучение без непосредственного написания кода. Разработка и создание программного обеспечения на zero-code платформах строится на заранее сформированных блоках и визуальных компонентах, переносе модулей и настройке интерфейса и его свойств [2].

Этот метод позволяет использовать визуальные программные среды (no-code инструменты или zero-coding платформы), которые упрощают

понимание логики программирования и структур данных, делая эти знания доступными даже для младших школьников. С помощью этих технологий можно реализовать многообразие идей – от простых «одностраничных» сайтов (лендингов) до сложных информационных систем [3] и алгоритмов машинного обучения [5]. Но при этом они фокусируют внимание на развитии компетенций в области планирования собственной деятельности в соответствии с поставленной задачей и выстраивания архитектуры программы в соответствии с ожиданиями «заказчиков» кода, обеспечивая тем самым максимальное приближение учебного процесса к реалиям современного общества.

Как отмечает В. С. Магомадов данный подход способствует развитию критического мышления и креативности у тех, кто учится программировать, а также вовлечению их в мир современных технологий, открывая новые горизонты и возможности, делая доступным для освоения сложный процесс программирования [2].

Одной из причин, делающей актуальным применение подхода «нулевого программирования» на этапе обучения в школе, является возможность реализации профориентационной работы, когда школьник может осуществить ранние профессиональные пробы через проекты из профессиональной сферы, выполненные на платформах zero-coding – например, сделать простого бота или создать «посадочную страницу».

Среди инструментов, которые в настоящее время применяются в рамках подхода «нулевого» кодирования, наибольшей известностью пользуются «Glide», «App Inventor» (онлайн-платформы для создания мобильных приложений), «Bubblе» (веб-сервис для создания приложений без знания кода), «Make», «WindMill» (визуальные платформы для проектирования и реализации информационных систем различной степени сложности). Также в настоящее время активно продвигается платформа «Акола» (входит в цифровую экосистему «Лукоморье»), разработанная компанией «Ростелеком», которая ориентирована на создание «портальных решений» и сайтов.

Несмотря на то, что платформенные решения для zero-coding обладают значительным потенциалом при создании цифровых продуктов, существует ряд рисков при их внедрении и при дальнейшем применении в создании продуктов для рынка и даже для учебных проектов. Среди наиболее значимых недостатков выделим такие как:

- ограниченная кастомизация (когда платформа из-за стандартного набора функциональных модулей не обладает большим спектром настроек и конечный продукт стандартен и однообразен);
- риск уязвимости платформы и продуктов, которые с ее помощью разработаны из-за того, что практически все zero-coding инструменты – это облачные решения;

- привязка проекта к платформе, равная привязке к одному провайдеру, что может повлечь за собой невозможность переноса проектов на другие платформы.

Для образовательной системы к вышеперечисленным основным рискам, осложняющим внедрение, добавляется сложность интеграции в материально-техническое обеспечение образовательного процесса – платформы могут сложно встраиваться в систему программного обеспечения учебного процесса не только из-за их стоимости, но и из-за того, что потребуются дополнительные компетенции у педагога для их корректного использования. Кроме того, готовые инструменты безкодowego программирования могут стать причиной поверхностного изучения этой тематики, в связи с чем есть риск снижения развития аналитических и исследовательских компетенций учащихся, при окончательной утрате мотивации к изучению более сложных синтаксических структур разных языков программирования. Таким образом, внедрение подхода zero-code не должно исключать изучение традиционных основ программирования, только благодаря комплексному подходу есть шанс достичь устойчивых результатов и создать полноценную образовательную среду для учащихся. Данный подход может быть внедрен в курс информатики в качестве дополнительного инструмента для изучения основ программирования и структурирования данных в современных информационных системах, так как наглядно демонстрирует междисциплинарные связи с другими изучаемыми предметами.

Внедрение zero-coding в систему образования открывает новые возможности для развития цифровой грамотности школьников, их инновационного мышления, однако появляется необходимость разработки методической системы, которая позволит интегрировать данный подход в курс информатики таким образом, чтобы обеспечить преемственность между «нулевым» кодированием и традиционным изучением программирования на современных языках - «сложным» программированием.

При разработке такой методической системы можно учитывать опыт обучения школьников программированию на таких визуальных языках, как Scratch, Blockly и др., которые уже достаточно давно и успешно применяются в образовательных организациях, так как в своей работе принцип zero-coding опирается на те же принципы работы.

В целом, подход «нулевого» кодирования имеет существенные достоинства, так как позволяет учащимся без предварительной подготовки быстро овладеть базовыми концепциями и научиться применять их на практике. Однако для организации полноценного образовательного процесса необходимо интегрировать этот метод с традиционными подходами обучения кодированию, чтобы обучающиеся могли эффективно перейти к более сложным задачам и языкам программирования.

Литература

1. Белоусова Ю. В. Мотивация учащихся общеобразовательных школ к изучению программирования // Калининградский вестник образования. – 2023. – № 3(19). – С. 77–84.
2. Болгова Е. В. Программные решения no-code: обзор возможностей и современные тренды // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 9(146). – С. 1038–1041. – DOI 10.34925/EIP.2022.146.9.203.
3. Леонов А. В., Снимщиков К. А., Павлович Т. В. Использование low-code платформ для создания и модернизации корпоративных информационных систем // E-Scio. – 2023. – № 1(76). – С. 39–48.
4. Магомадов В. С. Платформы Low-code и No-code как способ сделать программирование более доступным для широкой общественности. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 6-1(108). С. 100–103.
5. Самотуга А. Е., Жумажанова С. С. Обзор no-code и low-code платформ для разработки искусственного интеллекта и реализации алгоритмов машинного обучения // Информационная безопасность: современная теория и практика : Сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей по материалам III Межвузовской научно-практической конференции, Омск, 24 ноября 2020 года / Ответственный редактор З. В. Семенова. – Омск: СибАДИ, 2020. – С. 91–95.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ПРИ ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ ЛИЧНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Жердева К. Р.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: zherdeva@sfedu.ru*

Стремительное развитие информационных технологий и глобальное распространение Интернета принесли обществу не только колоссальную пользу, предоставив огромное количество возможностей для собственного развития, но и создали условия для возникновения различного рода информационных угроз. Вредоносные программы, вирусы, потеря данных, нежелательный контент, кибермошенничество – все это в той или иной степени нарушает безопасность пользователей, их устройств и личных данных. А больше всего рискам, связанным с угрозами информационной безопасности, подвержены школьники, поскольку в этом возрасте они уже активно используют цифровые ресурсы для учебы, развлечений и общения. Именно поэтому одной из ключевых задач, стоящих перед системой образования, является формирование у учеников знаний и навыков в области обеспечения личной информационной безопасности [1].

Личная информационная безопасность – это защищенность человека от различного вида информационных угроз. В России она регулируется рядом законов, нормативных актов и стандартов, которые обеспечивают защиту персональных данных и безопасность в цифровой среде, к основным из них относятся:

- доктрина информационной безопасности Российской Федерации;
- Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»;
- Федеральный закон «О персональных данных» от 27.07.2006 N 152-ФЗ.

В рамках школьного образования личная информационная безопасность включает в себя знания и навыки, которые необходимы для безопасного использования информационных технологий.

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования (ФГОС ООО) учебный курс по информатике направлен на формирование навыков и умений безопасного и целесообразного поведения при работе с компьютерными программами и в Интернете. ФГОС ООО устанавливает общие требования в области информационной безопасности, не давая конкретики по отдельным темам [5].

В свою очередь, рабочие программы 7 и 9 классов, разработанные на основе данного документа, более подробно раскрывают тему «Информационная безопасность», разбивая ее на отдельные пункты, включающие:

- понятие об информационной безопасности;
- основные угрозы при работе в глобальной сети и методы противодействия им;
- правила безопасной аутентификации;
- защиту личной информации в Интернете;
- безопасные стратегии поведения в Интернете;
- предупреждение вовлечения в деструктивные и криминальные формы сетевой активности (кибербуллинг, фишинг и другие формы);
- компьютерные вирусы и другие вредоносные программы и т. д.

На изучение основ информационной безопасности по программе в 7 классе (базовый и углубленный уровни) отводится 2 часа в год, в 9 классе 2 часа для базового уровня, а для углубленного 3 часа в год, чего в действительности недостаточно для того, чтобы школьники в полной мере усвоили материал и в дальнейшем применяли полученные знания в жизни [3–4]. Чтобы ученики получили должное обучение по данной теме и смогли защитить свои личные данные и вычислительные устройства, необходимо добавить дополнительные темы по информационной безопасности. К ним можно отнести:

- защиту мобильных устройств;
- риски публичных Wi-Fi-сетей;
- ответственность за действия в информационном пространстве и т. д.

В эпоху глобального распространения мобильных устройств и Wi-Fi-сетей, доступных для всех возрастных групп, перед современным учителем информатики ставятся следующие задачи:

- объяснить учащимся, почему важно защищать свои мобильные устройства;
- дать определение публичным Wi-Fi-сетям;
- рассказать об основных видах угроз безопасности мобильных устройств и публичных Wi-Fi-сетей;
- обучить базовым методам защиты мобильных устройств;

В рамках темы «Ответственность за действия в информационном пространстве» учитель должен объяснить школьникам:

- какие действия в Интернете могут быть наказуемы;
- какие правила необходимо соблюдать, чтобы избежать наказания.

Уделить время данным темам можно на уроках изучения основ информационной безопасности или рассмотреть их на резервных уроках, которые предусмотрены по программе в 7–9 классах как в базовом, так и в углубленном уровнях.

Помимо увеличения количества тем, можно добавить дополнительные часы для более углубленного изучения уже имеющихся параграфов по информационной безопасности для лучшего усвоения и качественного закрепления материала. Чтобы ученики достаточно хорошо понимали и запоминали изучаемую тему, важно не ограничиваться только теорией, а предоставить достаточное количество практических заданий, чтобы каждый мог применить свои знания сразу на уроке. Одним из активных методов обучения является кейс-метод.

Кейс-метод представляет собой набор учебно-методических материалов, в основу которых легли достаточно реалистичные ситуации. Его главными задачами принято считать развитие способности работать с представленной информацией и умение приходить к верному ответу, опираясь на свои знания. С помощью кейсов учащиеся могут самостоятельно составлять возможные алгоритмы решения проблем, проецируя их на свой жизненный опыт [2]. А в рамках темы «Информационная безопасность» дети не только закрепляют новые знания, полученные на уроках информатики, но и учатся поступать правильно в ситуациях, связанных с цифровыми ресурсами.

Кейс 1: Защита мобильных устройств.

Цель: научить школьников надежно защищать свои мобильные устройства от угроз информационной безопасности.

Описание ситуации: Катя на прогулке сделала очень много фотографий и захотела обработать некоторые из них с помощью различных фильтров. Для этого она зашла в Интернет и открыла первый сайт по запросу «бесплатное приложение на телефон для обработки фотографий». Скачав нужное приложение, Катя открыла его и поняла, что оно не предназначено для обработки фотографий, а спустя время ее мобильный телефон завис, перестав реагировать на любые действия. Тогда она поняла, что приложение оказалось вирусом.

Вопрос: Как Катя могла обезопасить свой мобильный телефон от вирусных программ?

Кейс 2: Риски публичных Wi-Fi-сетей.

Цель: научить школьников с осторожностью использовать Wi-Fi-сети.

Описание ситуации: Во время прогулки по городу Оксана заметила новое кафе с красивой вывеской. Сфотографировав её, она захотела отправить фотографию в социальной сети своему другу, но поняла, что у нее нет Интернета. Тогда Оксана решила проверить, нет ли доступных Wi-Fi-сетей, незащищенных паролем. Ей повезло, и она смогла без проблем подключиться к одной из них. Фотография была успешно отправлена, но спустя два дня девочка осознала, что не может зайти в свой аккаунт в социальной сети. На экране ее мобильного телефона появлялась надпись, в которой говорилось о вводе неверного пароля, несмотря на то что Оксана была уверена в его правильности.

Вопрос: Почему стоит быть осторожным при подключении к публичным Wi-Fi-сетям?

Кейс 3: Ответственность за действия в информационном пространстве.

Цель: научить школьников нести ответственность за свои действия в Интернете.

Описание ситуации: Илье в социальной сети пришла ссылка от его знакомого с подписью о том, что это новая бесплатная компьютерная игра, которую нужно срочно скачать, иначе позже она может стать платной. Илья сразу же переслал это сообщение своему другу Мише и брату Олегу, поскольку они тоже очень любят компьютерные игры и всегда рады поиграть в новые. На следующий день мальчики обнаружили, что их компьютеры работают очень медленно, а некоторые файлы вообще исчезли. Они поняли, что это все из-за вируса.

Вопрос: Какую ответственность понесет Илья из-за того, что он способствовал распространению вируса?

В дополнение к использованию на уроках информатики кейсов для обучения основам информационной безопасности, учитель может предложить ученикам пройти тесты и выполнить упражнения в интерактивных тренажерах, которые предоставляют возможность закреплять изученный материал в нестандартной форме. Такие тренажеры доступны на платформе всероссийского образовательного проекта «Урок цифры» и представлены в виде интерактивных заданий, сопровождающихся различными сюжетами. Выполнять их школьники могут как на уроках информатики, так и дома в качестве домашних заданий.

Таким образом, изучение личной информационной безопасности в 7–9 классах очень важно для развития у школьников цифровой грамотности и безопасного осознанного использования цифровых ресурсов. Во время прохождения соответствующих тем ученики работают с кейсами и выполняют задания в онлайн-тренажерах, способствующих более углубленному усвоению материала. Использование подобных методов обучения позволяет не только осваивать теоретический материал, но и применять полученные знания на практике.

Литература

1. Николаева, А. А. Роль учителя в обеспечении информационной безопасности современных школьников / А. А. Николаева, И. А. Савченко, Н. А. Зиновьева // Образовательные ресурсы и технологии. – 2018. – № 1. – С. 27–32.
2. Чулова, Ю. С. Кейс-метод как разновидность интерактивного метода обучения / Ю. С. Чулова // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. – 2016. – № 51. – С. 124–128.

3. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Информатика (базовый уровень) // edsoo.ru [Электронный ресурс] URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/15_ФРП-Информатика-7–9-классы_база.pdf (дата обращения: 14.03.2025).
4. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Информатика (углубленный уровень) // edsoo.ru [Электронный ресурс] URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/16_ФРП_Информатика_7–9-классы_угл.pdf (дата обращения: 14.03.2025).
5. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (ФГОС ООО): Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897 [Электронный ресурс] URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo> (дата обращения: 15.03.2025).

ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ С ЛЕНТОЧНО-ДИАГОНАЛЬНОЙ МАТРИЦЕЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ АЛГОРИТМАМИ

Жилин В. А., Штейнберг Б. Я.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: vova.zhilin.03@bk.ru, borsteinb@mail.ru

Многие вычислительные задачи сводятся к решению систем линейных уравнений с матрицами специального вида. Часто в приложениях (например, при использовании метода конечных разностей) возникают ленточные матрицы, то есть матрицы, имеющие лишь несколько ненулевых диагоналей. Но при применении прямых методов решения систем уравнений с такими матрицами многие нулевые диагонали могут стать ненулевыми. Так происходит, например, при LU-разложении или методе Холецкого. В результате этих алгоритмов получаются треугольные матрицы, а если исходная матрица была ленточной, то получаются треугольные матрицы с ненулевой полосой возле главной диагонали.

В данном докладе исследуются алгоритмы решения систем уравнений с ниже-треугольной матрицей с ненулевой полосой возле главной диагонали. Верхне-треугольные матрицы могут быть рассмотрены аналогично [6].

Не умаляя общности, можем считать, что на главной диагонали стоят единицы.

Численные эксперименты проводились на многоядерных процессорах с использованием технологии распараллеливания OpenMP и библиотекой OpenBLAS.

Представленные параллельные алгоритмы в некоторых ситуациях могут показывать меньшую эффективность по сравнению с последовательными. Но, в последнее время появляются новые процессоры с другими архитектурами и более высоким уровнем параллелизма (такие как «Эсперанто» с 1088 ядер). Возможно, что для некоторых вычислительных систем с новой архитектурой представленные алгоритмы смогут иметь ускорение [5].

Алгоритм № 1 – Последовательный алгоритм

Данный алгоритм решает систему линейных уравнений с помощью последовательного исключения элементов за счет вычитания из них элементов главной диагонали, умноженных на соответствующий коэффициент (Рис. 2).

Для данного решения был разработан оптимизированный метод хранения матрицы M в виде массива диагоналей (Рис. 1).

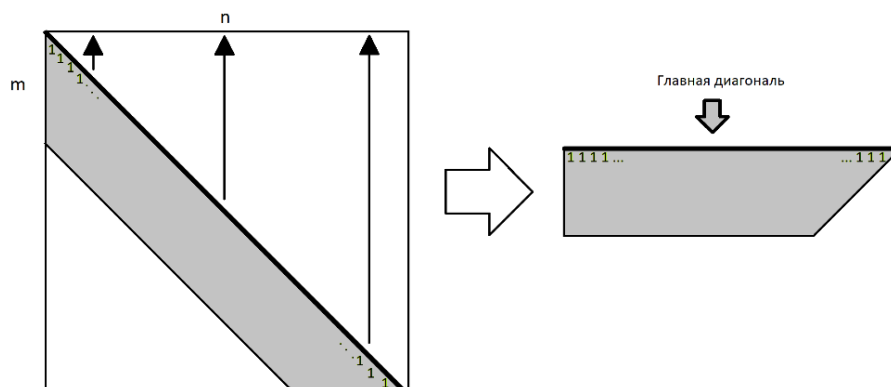


Рис. 1. Хранение матрицы M в виде массива её ненулевых диагоналей

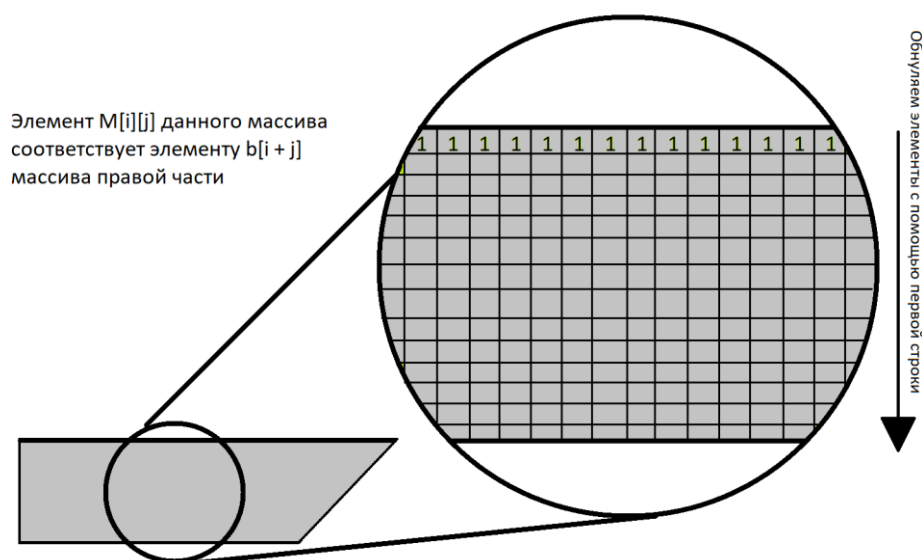
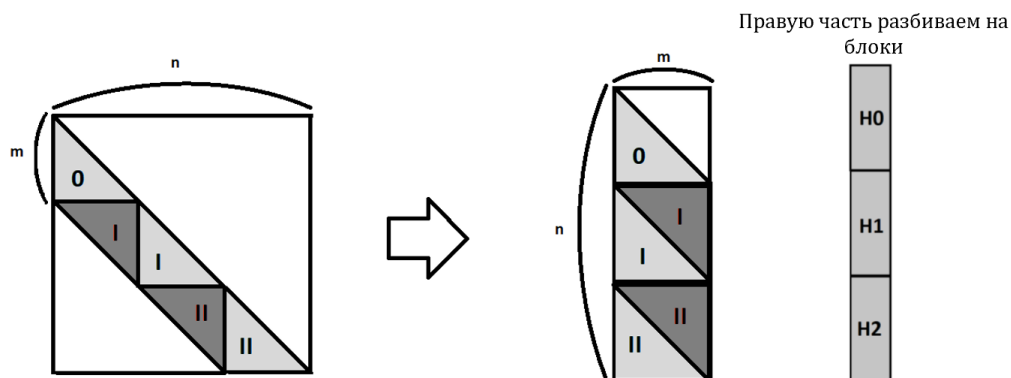


Рис. 2. Визуальное описание процесса алгоритма

Алгоритм № 2 – Параллельное приведение к блочному двух диагональному виду и последовательное решение системы

Данный алгоритм состоит из двух частей: первая параллельно приводит матрицу к блочному двух диагональному виду, а вторая последовательно обнуляет блоки второй диагонали [2–4].

Для данного алгоритма полоса матрицы делится на квадратные верхние треугольные блоки размерности m и квадратные нижние треугольные блоки той же размерности, после чего специальным образом соединятся попарно и хранятся в виде трёхмерного массива, где первый индекс – получившийся блок, а последующие два – номер строки и столбца в блоке (Рис. 3).



Прим.: для хранения используется трехмерный массив формата:
 $M[\langle \text{номер блока} \rangle][\langle \text{номер строки в блоке} \rangle][\langle \text{номер столбца в блоке} \rangle]$

Рис. 3. Хранение матрицы и вектора для алгоритма № 2

Первая часть алгоритма обрабатывает все блоки массива параллельно [1].

Обработка блока идет следующим образом – с помощью единичных элементов на главной диагонали с конца обнуляются строки нижнего треугольного блока, начиная с нижней строки. На место нулей сразу же записываются произведения соответствующих элементов нижнего треугольного блока на элементы верхнего треугольного блока, находящегося на одной строке.

Очень упрощая, алгоритм можно представить, как умножение верхнего треугольного блока на обратный к нижнему треугольному, однако при этом не требуется выделения дополнительной памяти (Рис. 4).

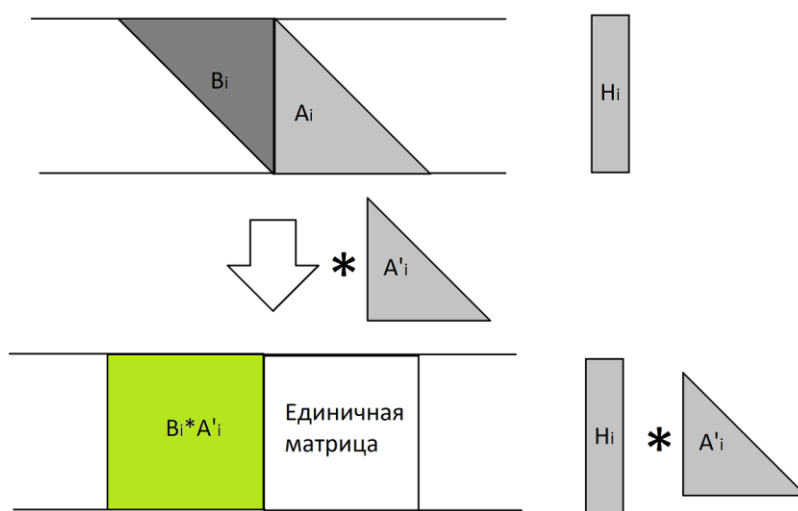


Рис. 4. Упрощенная иллюстрация алгоритма приведения блока

В результате работы алгоритма мы получаем массив блоков, представляющий из себя блоки второй диагонали из блочной диагональной матрицы с единичными блоками на главной диагонали (Рис. 5).

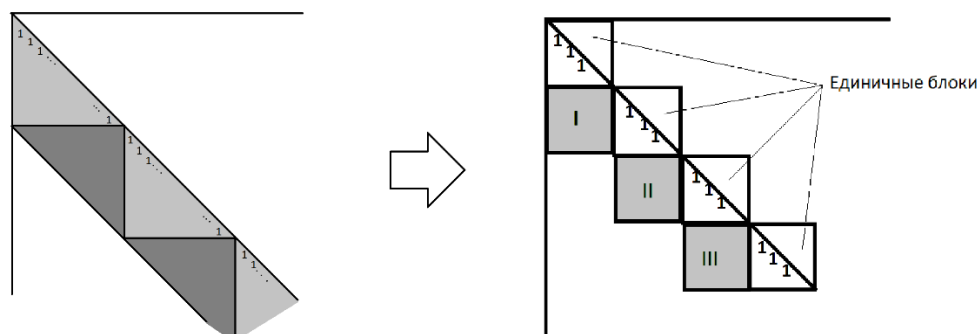


Рис. 5. Результат работы алгоритма

Следующая часть алгоритма работает последовательно – единичный блок главной диагонали умножается на блок под ним, после чего вычитается из соответствующей строки (Рис. 6).

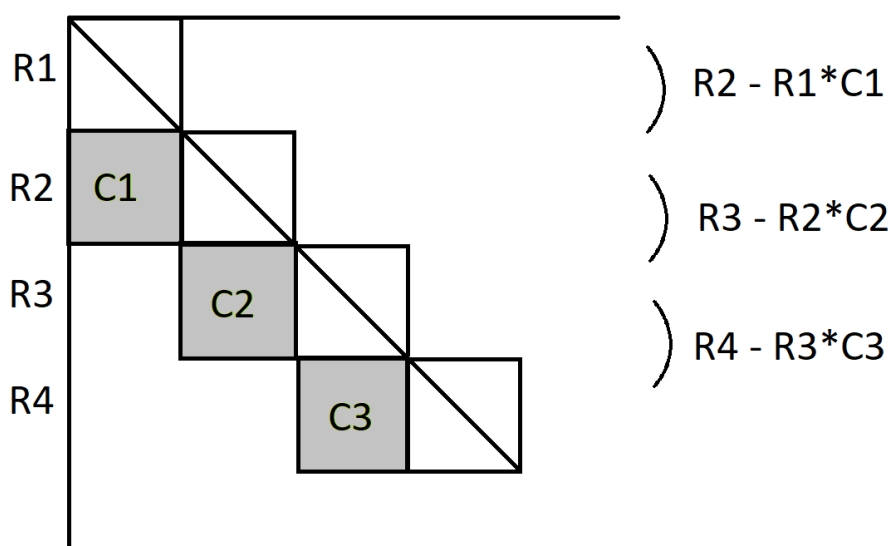


Рис. 6. Процесс последовательной части алгоритма № 2

Данный алгоритм работает быстрее стандартного последовательного алгоритма без приведения матрицы к блочному двух диагональному виду за счёт частого попадания в кэш-линейки.

Алгоритм № 3 – Параллельное приведение к блочному двух диагональному виду с использованием OpenBLAS и последовательное решение системы.

Данный алгоритм очень похож на предыдущий за исключением первой части. Для выполнения приведения матрицы мы напрямую умножаем блочную строку на матрицу, обратную к A_i с помощью функций, которые предоставляет библиотека OpenBLAS. По сути, мы решаем множество матричных уравнений вида:

$$A_i * X_i = B_i$$

Литература

1. Штейнберг О. Б. – Распараллеливание рекуррентных циклов с нерегулярным вычислением суперпозиций // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. 2020. Т. 13, № 3. С. 59–67.
2. В. А. Савельев, Б. Я. Штейнберг – Распараллеливание программ. 2007.
3. Б. Я. Штейнберг – Информационные зависимости и ВЫСОКОУРОВНЕВЫЕ распараллеливающие преобразования программ. 2006.
4. Абрамян М. Э., Штейнберг Б. Я., Штейнберг О. Б. – Технологии распараллеливания программ. 2014.
5. Штейнберг Б. Я. – Математические методы распараллеливания рекуррентных программных циклов на суперкомпьютеры с параллельной памятью// Ростов-на-Дону, Издательство Ростовского университета, 2004 г., 192 с.
6. Штейнберг Б. Я., Жилин В. А. –Эффективное решение систем линейных уравнений с ленточно-диагональной матрицей параллельными алгоритмами, форум НСКФ-2023, <https://2023.nscf.ru/video/video-nscf-2023-sekciya-prikladnoe-programmnoe-obespechenie/>, (дата обращения 29.11.2023).

МЕТОД ГРАНИЧНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ОБТЕКАНИИ КРУГОВОГО ЦИЛИНДРА ПОТОКОМ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Закарян Р. М.

ФГКВОУ ВО «Краснодарское высшее военное авиационное училище
летчиков имени Героя Советского Союза А.К.Серова»,
г. Краснодар

E-mail: zak.rafik@gmail.com

В работах [1, 2] представлен новый итерационный по времени подход решения 2D-задачи об обтекании круга на основе метода граничных интегральных уравнений с функциями Грина для внешней части цилиндра и с краевым условием Дирихле на его поверхности. Базовыми для метода являются уравнение Навье – Стокса в терминах функции тока ψ и функции завихренности ω , а также уравнение их определения и взаимосвязи. В уравнении Навье – Стокса нестационарный член аппроксимируется неявной схемой Эйлера, а конвективные члены взяты на предыдущем временном слое.

В рамках данного подхода была получена замкнутая система из одного граничного интегрального уравнения и двух интегральных представлений. Граничное интегральное уравнение позволяет на новом временном слое определять значения функции завихренности на границе обтекаемого круга, если известны значения этих функций на предыдущем временном слое:

$$\int_0^{2\pi} \left[\frac{1}{2} \frac{K_1(ka)}{K_0(ka)} + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{K_{m-1}(ka)}{K_m(ka)} \cos[m(\beta - \theta_0)] \right] \omega_n(a, \beta) d\beta = 2\pi k v_0 \sin \theta_0 -$$
$$- \frac{k}{a} \int_0^{2\pi} \int_a^{\infty} \left[\frac{1}{2} \left[1 - \frac{K_0(k\rho)}{K_0(ka)} \right] + \sum_{m=1}^{\infty} \left[\left(\frac{a}{\rho} \right)^m - \frac{K_m(k\rho)}{K_m(ka)} \right] \cos[m(\beta - \theta_0)] \right] g_f^{n-1}(\rho, \beta) \rho d\rho d\beta \quad (1)$$

где $\varepsilon = \tau v$ (τ – шаг по времени, v – вязкость жидкости); $k = 1/\varepsilon^2$; a – радиус круга; K_m – функция Макдональда ($m = 0, 1, 2, 3 \dots$); β, θ_0 – координатные полярные углы; верхний или нижний индекс n – номер текущего временного слоя; верхний или нижний индекс $(n - 1)$ – номер предыдущего временного слоя; ρ – координатный полярный радиус; v_0 – скорость набегающего потока; нижний индекс f означает полную величину в потоке, которая представляется в виде суммы величины набегающего потока с индексом 0 и величины возмущения без индекса; $g_f(\rho, \beta)$ – функция, определяемая параметрами потока ψ_f и ω_f предыдущего временного слоя, и в полярных координатах задается следующим образом:

$$g_f^n(\rho, \beta) = \omega_f^n(\rho, \beta) + \frac{\tau}{\rho} \left(\frac{\partial \psi_f}{\partial \rho} \frac{\partial \omega_f}{\partial \beta} - \frac{\partial \psi_f}{\partial \beta} \frac{\partial \omega_f}{\partial \rho} \right)_n, \quad (2)$$
$$\psi_f = \psi_0 + \psi, \quad \psi_0 = v_0 \rho \sin \beta, \quad \omega_f = \omega_0 + \psi, \quad \omega_0 = 0.$$

Первое интегральное представление позволяет, по найденным на границе круга значениям функции завихренности на текущем временном слое (1) и известным значениям функций тока и завихренности на предыдущем временном слое, определить значения функции завихренности на новом временном слое во всей области потока:

$$\begin{aligned} \omega_n(r_0, \theta_0) = & \int_0^{2\pi} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{a_m}{2\pi a} \frac{K_m(kr_0)}{K_m(ka)} \cos[m(\beta - \theta_0)] \omega_n(a, \beta) a d\beta + \\ & + \frac{1}{\varepsilon} \int_0^{2\pi} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{a_m}{2\pi} \left[-\frac{K_m(kr_0)}{K_m(ka)} K_m(k\rho) I_m(ka) + H(\rho - r_0) K_m(k\rho) I_m(kr_0) + \right. \\ & \left. + H(r_0 - \rho) I_m(k\rho) K_m(kr_0) \right] \cos[m(\beta - \theta_0)] g_f^{n-1}(\rho, \beta) \rho d\rho d\beta, \end{aligned} \quad (3)$$

где $a_0 = 1$, $a_m = 2$ ($m \geq 1$); r_0, θ_0 – полярные координаты; I_m – модифицированная функция Бесселя; H – функция Хевисайда.

Второе интегральное представление позволяет, по найденным на границе круга значениям функции завихренности на текущем временном слое (1) и известным значениям функций тока и завихренности на предыдущем временном слое, определить значения возмущения функции тока на новом временном слое во всей области потока:

$$\begin{aligned} \psi_n(r_0, \theta_0) = & -v_0 \frac{a^2}{r_0} \sin \theta_0 - \varepsilon \sum_{m=0}^{\infty} \frac{a_m}{2\pi} \left[\frac{K_m(kr_0)}{K_m(ka)} - \left(\frac{a}{r_0} \right)^m \right] \int_0^{2\pi} \omega_n(a, \beta) \cos[m(\beta - \theta_0)] d\beta - \\ & - \frac{\pi}{\varepsilon} \sum_{m=0}^{\infty} b_m \int_0^{2\pi} \int_a^{\infty} \left[G_m^{\psi}(r, r_0) G_m^{\omega}(\rho, r) r dr \right] g_f^{n-1}(\rho, \beta) \cos[m(\beta - \theta_0)] \rho d\rho d\beta, \end{aligned} \quad (4)$$

где $b_0 = 2$, $b_m = 1$ ($m \geq 1$); r, θ – полярные координаты; функции $G_m^{\psi}(r, r_0)$ и $G_m^{\omega}(\rho, r)$ являются ядрами функций Грина

$$G_{\psi} = \sum_{m=0}^{\infty} G_m^{\psi}(r, r_0) \cos[m(\theta - \theta_0)], \quad G_{\omega} = \sum_{m=0}^{\infty} G_m^{\omega}(r, r_0) \cos[m(\theta - \theta_0)] \quad (5)$$

уравнений Гельмгольца для функции завихренности и Пуассона для функции тока для внешней части цилиндра с краевым условием Дирихле, которые определяются следующими формулами:

$$G_m^{\psi}(r, r_0) = \frac{1}{2\pi m} \left[-\left(\frac{a^2}{r_0 r} \right)^m + H(r - r_0) \left(\frac{r_0}{r} \right)^m + H(r_0 - r) \left(\frac{r}{r_0} \right)^m \right], \quad (m \geq 1) \quad (6)$$

$$G_0^{\psi}(r, r_0) = \frac{1}{2\pi} \left[H(r - r_0) \ln \frac{r_0}{a} + H(r_0 - r) \ln \frac{r}{a} \right],$$

$$\begin{aligned} G_m^{\omega}(\rho, r) = G_m^{\omega}(r, r_0) = & \frac{a_m}{2\pi} \left[-\frac{K_m(kr)}{K_m(ka)} K_m(k\rho) I_m(ka) + H(\rho - r) K_m(k\rho) I_m(kr) + \right. \\ & \left. + H(r - \rho) I_m(k\rho) K_m(kr) \right], \quad (m \geq 0). \end{aligned} \quad (7)$$

Предполагая, что вначале поток не возмущен (во всей области $\omega = 0 \Rightarrow g_f = 0$) получим аналитическое решение на первом временном шаге:

$$\begin{aligned}\omega_1(r, \theta) &= 2k\nu_0 \frac{K_1(kr)}{K_0(ka)} \sin \theta, \\ \psi_1(r_0, \theta_0) &= -\nu_0 \frac{a^2}{r_0} \sin \theta_0 - 2\sqrt{\varepsilon}\nu_0 \frac{K_1(ka)}{K_0(ka)} \left[\left(\frac{a}{r_0} \right) - \frac{K_1(kr_0)}{K_1(ka)} \right] \sin \theta_0.\end{aligned}\quad (8)$$

Анализ решения (8) и формул (1) – (4) позволяет искать решение в виде тригонометрических рядов синуса:

$$\begin{aligned}\omega_n(a, \beta) &= \sum_{q=1}^{\infty} \Omega_q^n(a) \sin q\beta, \quad \omega_n(r, \theta) = \sum_{q=1}^{\infty} \Omega_q^n(r) \sin q\theta, \\ \psi_n(r_0, \theta_0) &= \sum_{q=1}^{\infty} \Psi_q^n(r_0) \sin q\theta_0, \quad g_f^{n-1}(\rho, \beta) = \sum_{q=1}^{\infty} \Gamma_q^{n-1}(\rho) \sin q\beta.\end{aligned}\quad (9)$$

Подстановка представлений по формуле (9) для функций ω_n , ψ_n и g_f в формулы (1) – (4) позволяет получить формулы для расчета амплитуд гармоник для каждой определяемой функции на текущем временном шаге.

Формулы для определения амплитуд гармоник функции завихренности на границе обтекаемого круга, во всей области потока и амплитуд гармоник функции тока во всей области потока соответственно:

$$\Omega_m^n(a) = \frac{k}{a} \left[2a\nu_0 \delta_{1m} - \int_a^{\infty} \left[\left(\frac{a}{\rho} \right)^m - \frac{K_m(k\rho)}{K_m(ka)} \right] \Gamma_m^{n-1}(\rho) \rho d\rho \right] \frac{K_m(ka)}{K_{m-1}(ka)}. \quad (10)$$

$$\begin{aligned}\Omega_m^n(r) &= \frac{K_m(kr)}{K_m(ka)} \Omega_m^n(a) - \frac{1}{\varepsilon} \frac{K_m(kr)}{K_m(ka)} I_m(ka) \left(\int_a^{\infty} \rho K_m(k\rho) \Gamma_m^{n-1}(\rho) d\rho \right) + \\ &+ \frac{1}{\varepsilon} I_m(kr) \left(\int_r^{\infty} \rho K_m(k\rho) \Gamma_m^{n-1}(\rho) d\rho \right) + \frac{1}{\varepsilon} K_m(kr) \left(\int_a^r \rho I_m(k\rho) \Gamma_m^{n-1}(\rho) d\rho \right).\end{aligned}\quad (11)$$

$$\begin{aligned}\Psi_m^n(r_0) &= -\nu_0 \frac{a^2}{r_0} \delta_{1m} - \varepsilon \left[\left(\frac{a}{r_0} \right)^m - \frac{K_m(kr_0)}{K_m(ka)} \right] \Omega_m^n(a) - \\ &- \frac{[I_m(ka)K_m(kr_0) - K_m(ka)I_m(kr_0)]}{K_m(ka)} \int_{r_0}^{\infty} \rho K_m(k\rho) \Gamma_m^{n-1}(\rho) d\rho - \\ &- \frac{1}{2} \int_{r_0}^{\infty} \frac{\rho}{m} \left[\left(\frac{r_0}{\rho} \right)^m - \left(\frac{a^2}{r_0 \rho} \right)^m \right] \Gamma_m^{n-1}(\rho) d\rho - \frac{1}{2} \int_a^{r_0} \frac{\rho}{m} \left[\left(\frac{\rho}{r_0} \right)^m - \left(\frac{a^2}{r_0 \rho} \right)^m \right] \Gamma_m^{n-1}(\rho) d\rho - \\ &- \frac{K_m(kr_0)}{K_m(ka)} \int_a^{r_0} [I_m(ka)K_m(k\rho) - K_m(ka)I_m(k\rho)] \Gamma_m^{n-1}(\rho) \rho d\rho.\end{aligned}\quad (12)$$

В формулах (10) и (12) символ δ_{im} – символ Кронекера.

Для полученных аналитических формул была реализована стандартная дискретизация с соответствующей сеткой, которая охватывает как граничную

кривую, так и область течения. Тестовый расчет был выполнен для набегающей скорости, равной единице, с параметрами:

$$a=1, \tau=10^{-3}, \nu=1, \varepsilon=10^{-3}, k=31,623, h=2 \cdot 10^{-3}. \quad (13)$$

Результат тестового расчета представлен на рисунке 1 в сравнении с решением задачи о движении цилиндра в приближении Озеена [3]. На рисунке 1 показаны графики зависимости функции тока от расстояния до границы круга ($\tilde{r} = r - a$) для полярного угла 90° .

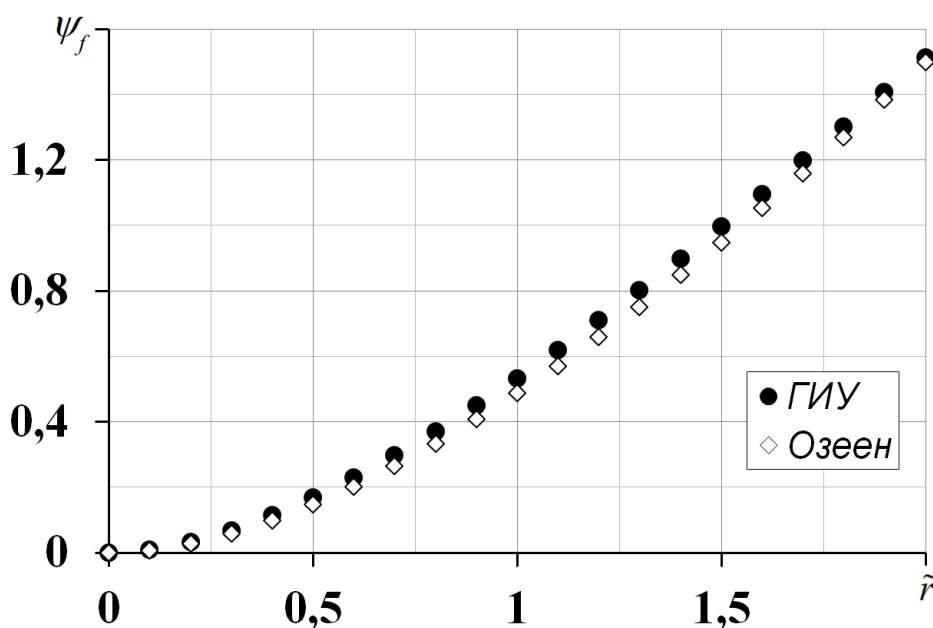


Рис. 1. Зависимости функции тока от расстояния до границы круга для полярного угла 90° , полученные методом ГИУ и в приближении Озеена

С огромной благодарностью научному руководителю Сумбатьяну М. А.

Литература

1. Сумбатьян М. А., Закарян Р. М. Зарождение вихреобразования на границе кругового цилиндра при его обтекании потоком вязкой жидкости // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2023. № 4. С. 43–54.
2. Sumbatyan, M., Zakaryan, R.: On a Boundary Element Method for a flow of viscous fluid around a cylinder. Advanced Structured Materials 198, 499–513 (2023).
3. Кочин Н. Е., Кибель И. А., Розе Н. В. Теоретическая гидромеханика. Ч. I, ч. II. М.: Физматгиз, 1963.

РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ VFX-КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ WEB-ИГР

Заломнова Е. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: ezalomnova@sfedu.ru*

Сфера web-игр активно развивается, и с каждым годом требования к визуальной составляющей игр растут. Пользователи ожидают от web-игр не только увлекательного геймплея, но и качественной графики, включая визуальные эффекты (VFX), однако разработка таких эффектов для web-игр сопряжена с рядом проблем. Во-первых, это отсутствие универсальных решений для популярных движков (например, Phaser, PixiJS). Разработчикам, которые работают с разными движками, приходится изучать и использовать разные VFX библиотеки для каждого движка, а если нужный эффект был реализован для одного движка, переносить на другой движок приходится вручную. Во-вторых, VFX-эффекты, как правило, требуют объемных вычислений, и, соответственно, оптимизаций в браузерной среде. Эти факторы, очевидно, негативно влияют на затраты, необходимые для поставки игрового продукта.

В данной работе рассматривается концепция универсальной библиотеки VFX компонентов для потенциального использования с любыми движками web-игр, оптимизированной с использованием технологии Web Workers.

Целью данной работы является реализация прототипа библиотеки VFX компонентов, адаптированной под использование с движками Phaser и PixiJS, с помощью браузерного API и средств Typescript и реализовать оптимизацию вычислений над системами частиц через Web Workers. Прототип библиотеки должен предоставлять VFX взрыва, фейерверка, и источника дыма.

Функции библиотеки имеют интуитивно понятные интерфейсы, позволяющие настраивать параметры эффектов. Например, для параметров компонента источника огня используется следующий интерфейс, описывающий физические характеристики источника:

```
interface IFireSourceParameters {  
    position: { x: number; y: number; z?: number }; // Позиция источника огня  
    intensity: number; // Интенсивность огня  
    color: string; // Цвет огня  
    particleCount: number; // Количество частиц
```

```

lifetime: number; // Время жизни частиц
spawnRate: number; // Частота появления новых частиц
canvas: HTMLCanvasElement; // Канвас, на котором происходит игра
}

const createFireSource = (options: FireEffectOptions): ParticleSystem =>
{
    // Реализация эффекта огня
}

```

Листинг 1. Интерфейс компонента источника огня

Аналогичные интерфейсы должны быть разработаны для других эффектов, таких как дым, взрывы, фейерверки, и.т.д.

Все библиотечные эффекты внутри основаны на универсальной системе частиц, адаптированной для создания сложных эффектов, где каждая частица может порождать дополнительные системы частиц. Например, в случае фейерверка основная частица летит вверх, и при достижении определённой высоты она порождает вторичные частицы (взрыв), которые создают эффект разлетающихся искр. Достичь такого эффекта можно следующим образом: каждая система частиц содержит ссылки на дочерние системы; мы обходим все частицы системы, и если для очередной частицы выполняются все условия, заданные массивом предикатов (например, скорость частицы опустилась до нуля), мы активируем очередную дочернюю систему.

```

class ParticleSystem {
    particles: Particle[] = [];
    childSystems: ParticleSystem[] = [];
    childSystemEmitConditions: Array<(particle: IParticle) => boolean> = [];

    update(deltaTime: number) {
        this.particles.forEach(particle => {
            particle.update(deltaTime);
            if (!this.childSystems.length) return;
            if (childSystemEmitConditions.every((isMet) => isMet(particle))) {
                this.childSystems.forEach(child => child.emit(particle.position));
            }
        });
    }
}

```

Листинг 2. Псевдокод универсальной системы частиц

Набор дочерних систем создается на этапе инициализации родительской системы. Создание набора новых систем в функции `update()` повлекло бы значительное снижение производительности, так как в этом случае происходила бы запись в кучу, а это занимает большое время.

Как правило, типичная система частиц содержит большое количество частиц, и рост этого количества будет приводить к падению FPS и задержкам отклика на пользовательские действия. Поэтому вычисления, связанные с обновлением позиций частиц, имеет смысл вынести в отдельные потоки с использованием Web Workers. Так JS-код будет выполняться в фоновых потоках, не блокируя основной поток, который отвечает за рендеринг и взаимодействие с пользователем.

Идея заключается в том, чтобы при запуске приложения создать набор оберток над Web Workers (количество определяется в зависимости от количества ядер CPU) и организовать эффективное распределение систем частиц между Worker'ами. Каждая обертка будет отслеживать текущую нагрузку своего Worker, т.е. количество активных систем частиц. Каждая новая система частиц на сцене назначается Worker'у с наименьшей нагрузкой, и внутри Worker вычисляет новые состояния частиц, полученных из основного потока (например, скорость и цвет в текущий момент времени). Затем основной поток получает от Worker'ов обновлённые данные и отображает соответствующее состояние системы частиц на экране. Избежание копирования данных при их передаче между Worker'ами и основным потоком осуществляется при помощи структуры данных `ArrayBuffer`. Когда система частиц завершает свою работу (например, все частицы исчезли), Worker уведомляет основной поток, чтобы освободить ресурсы.

Таким образом, рассматриваемая в работе библиотека демонстрирует возможность создания универсального решения для VFX-эффектов, которое может быть использовано с различными движками web-игр и поддерживает производительность за счет оптимизации вычислений через Web Workers. Это открывает новые перспективы для разработчиков, позволяя сократить время на создание и интеграцию визуальных эффектов без рисков потери производительности в браузерной среде.

Литература

1. Документация Web Workers API [Электронный ресурс] URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Web_Workers_API.
2. Использование Web Workers [Электронный ресурс] URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Web_Workers_API/Using_web_workers.
3. Документация движка Phaser [Электронный ресурс] URL: <https://docs.phaser.io/phaser/getting-started/what-is-phaser>.
4. Документация движка PixiJS [Электронный ресурс] URL: <https://pixijs.com/8.x/guides>.

ПОСТРОЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ НЕКОТОРЫХ АЛГОРИТМОВ СВЕРТОК

Захаренко А. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: azakharenko@sfedu.ru

Быстрые алгоритмы, в том числе и быстрые алгоритмы свертки, широко используются и находят все новые применения в современных технологиях, где требуется высокая производительность и энергоэффективность. Они являются ключевыми не только для обработки сигналов, но и для машинного обучения и нейронных сетей, для работы телекоммуникационных и мультимедийных систем и многих других областей.

Наиболее употребительным в использовании и вполне эффективным методом вычисления свертки является метод, основанный на дискретном преобразовании Фурье. Однако возникают ситуации, когда необходимо вычислить свертку без использования быстрого преобразования Фурье, например, свертку векторов с элементами, принадлежащими алгебраической структуре, в которой невозможно в той или иной форме построить дискретное преобразование Фурье. В этом случае требуется построение других методов вычисления тех или иных сверток.

Альтернативным подходом является прямой метод вычисления циклической свертки, основанный на преобразовании одномерной свертки порядка N в двумерную, в случае, когда $N = N_1 \cdot N_2$. При этом необходимо, чтобы N_1 и N_2 были взаимно простыми. Вычисление двумерной свертки можно мыслить, как вычисление одномерной порядка N_1 , однако элементами векторов будут многочлены от одной переменной степени не выше N_2 . Переход к двумерной свертке осуществляется при помощи биективного преобразования индексов: $k = K_1 \cdot k_1 + K_2 \cdot k_2$, здесь K_1 и K_2 некоторые коэффициенты, полученные из условия взаимной простоты множителей числа N , k – номер элемента в исходном векторе, k_1 и k_2 – номера строк и столбцов этого же элемента в матрице.

Иначе говоря, если представить вычисляемую свертку в виде произведения многочленов от двух неизвестных, то, фиксируя одну переменную, можно вычислить одномерную свертку по другой переменной с использованием более коротких и быстрых алгоритмов. Именно при помощи такого преобразования и предполагается достигнуть некоторого ускорения в работе алгоритма по вычислению свертки.

Для реализации предложенного общего метода вычисления, были использованы быстрые алгоритмы короткой свертки по алгоритмам, описанным в книге [1]. Эти же алгоритмы были реализованы для векторов, элементами которых являются многочлены. На основе тех и других были построены алгоритмы для сверток длины $N = N_1 \cdot N_2$, здесь $N_1, N_2 \in \{2, 3, 4, 5, 7, 8, 9\}$, и проведены численные эксперименты. Планируется обобщить алгоритм на случай $N = N_1 \cdot N_2 \cdot \dots \cdot N_k$ с попарно простыми сомножителями N_j .

В докладе обсуждается эффективность предлагаемых алгоритмов и сравнение их с другими методами вычисления сверток.

Литература

1. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов. Перевод с англ.: К. И. Грушко. – М.: Мир, 1989.

РАЗНООБРАЗИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ «ХИЩНИК-ЖЕРТВА»

Зеленчук П. А., Цибулин В. Г.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: zelenchuk@sfedu.ru

Поиск и детальное исследование эволюционных стратегий – одна из ключевых проблем современной математической биологии [1]. В настоящее время особое внимание уделяется моделям на основе уравнений в частных производных типа «диффузии-адвекции-реакции», учитывающим пространственную-временную неоднородность среды обитания и позволяющим реализовывать эволюционные стратегии с разнообразными пространственными распределениями [2].

Актуальной задачей является изучение таких моделей взаимодействующих популяций, которые позволяют реализовать несколько эволюционных стратегий в рамках одной математической формулировки. Эволюционно стабильной стратегией (ЭСС) для нескольких взаимодействующих видов называется такая стратегия поведения, при которой устанавливается равновесие системы, смена которого не выгодна ни одной из популяций [1, 3]. Примером ЭСС, математическая модель которой основана на уравнениях «диффузии-адвекции-реакции» является идеальное свободное распределение (ИСП) [3–5].

В данной работе рассматривается модель системы «хищник-жертва» в неоднородной среде обитания, реализующая несколько эволюционных стратегий с различными пространственными распределениями. Динамика популяций жертвы $u(x, y, t)$ и хищника $v(x, y, t)$ на двумерном неоднородном ареале $D = [0, a] \times [0, b]$ с неравномерным распределением ресурса жертвы $p = p(x, y)$ задается системой

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \nabla q_1 + u \left[\mu_1 \frac{u^n}{p^m} \left(1 - \frac{u}{p} \right) - \lambda_1 \frac{v}{p + Cu} \right], & q_1 = k_1 \nabla u - \alpha_1 u \nabla Q_1, \\ \frac{\partial v}{\partial t} = \nabla q_2 + v \left[\mu_2 \frac{u}{p + Cu} - \lambda_2 \right], & q_2 = k_2 \nabla v - \alpha_2 v \nabla Q_2, \end{cases} \quad \nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y} \right), \quad (1)$$

где k_i, α_i – коэффициенты диффузии и таксиса, а Q_i функции направленной миграции, определяющиеся в виде

$$\begin{cases} Q_1 = \ln[p(x, y) + \beta_{11}u + \beta_{12}v], \\ Q_2 = \ln[p(x, y) + \beta_{21}u + \beta_{22}v]. \end{cases} \quad (2)$$

Коэффициенты β_{ij} задают направленное движение популяций друг на друга и на особей своего вида.

Локальное взаимодействие описываемое слагаемыми, стоящими в квадратных скобках выражения (1), характеризуется функциями роста жертвы и трофического взаимодействия соответственно

$$f_{nm}(u, p) = \frac{u^n}{p^m} \left(1 - \frac{u}{p}\right), \quad g(u, v, p) = \frac{uv}{p + Cu}. \quad (3)$$

Неотрицательный параметр C позволяет учесть инертность хищника, проявляемую им при поиске, охоте, поглощении и переработке жертвы, коэффициент μ_1 отвечает за прирост жертвы, λ_2 – за вымирание хищника при отсутствии жертвы, а λ_1 и μ_2 масштабируют эффект хищничества.

Система (1) дополняется начальными распределениями плотностей популяций и краевыми условиями отсутствия потоков ($\vec{n}$ – нормаль)

$$u(x, y, 0) = u^0(x, y, 0), \quad v(x, y, 0) = v^0(x, y, 0), \quad q_i \vec{n} = 0. \quad (4)$$

В отсутствии диффузии и таксиса ($k_i = 0, \alpha_i = 0$) система (1) имеет три стационарных решения: неустойчивое тривиальное ($u = 0, v = 0$), решение без хищника ($u = p, v = 0$) и решение для сосуществующих видов

$$u = Ap, \quad v = B_n p^v, \quad (5)$$

где

$$A = \frac{\lambda_2}{\mu_2 - \lambda_2 C}, \quad B_n = \frac{\mu_1 \mu_2}{\lambda_1 \lambda_2} (1 - A) A^{n+1}, \quad v = n - m + 1. \quad (6)$$

Решение (5) устойчиво при выполнении условия

$$\frac{n\mu_2}{1 + n(1 + C)} < \lambda_2 < \frac{\mu_2}{1 + C}. \quad (7)$$

При нарушении левой части условия (7) и $n \neq 0$ в системе (1) возникает колебательный режим, при нарушении правой части – происходит переход к решению без хищника.

Модель (1) даже без диффузии и таксиса ($k_i = 0, \alpha_i = 0$) допускает несколько эволюционных стратегий, удовлетворяющих решению (5), со своими уникальными распределениями двух популяций на ареале, зависящих от параметра v функции роста жертвы. Отметим, что в (5) распределение жертвы пропорционально ресурсу, т.е. является ИСР и не зависит от параметров n и m , в то время как распределение хищника зависит от параметра

$v = n - m + 1$. Четыре наиболее интересных случая распределения популяций хищника и жертвы в сравнении с распределением ресурса для случая одномерного ареала приведены на рис. 1 (сплошные цветные линии). В расчетах использовались следующие общие значения параметров $\mu_1 = \mu_2 = 2, \lambda_1 = 1$ и функция ресурса

$$p(x) = e^{0.5 \cos(3\pi x/a)}. \quad (8)$$

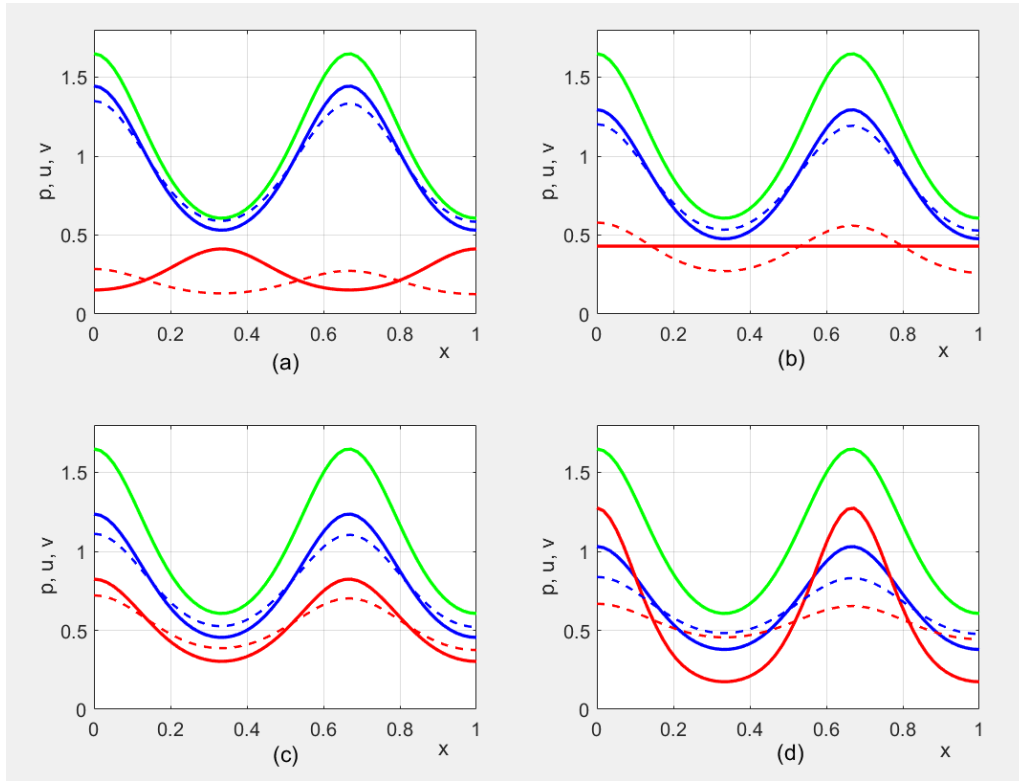


Рис. 1. Распределения жертвы $u(x)$ (синий цвет) и хищника $v(x)$ (красный) в сравнении с ресурсом $p(x)$ (зеленый) в отсутствии потоков (сплошные кривые) и при их наличии (пунктирные кривые) для разных β_{ij} :

- (a) $n = 0, m = 2, \lambda_2 = 1.75$, (b) $n = 0, m = 1, \lambda_2 = 1.57$,
(c) $n = 0, m = 0, \lambda_2 = 1.5$, (d) $n = 1, m = 0, \lambda_2 = 1.25$;

В первом случае ($v = -1$) распределение хищника обратно пропорционально распределению ресурса (рис. 1a), во втором ($v = 0$) оно не зависит от координаты (рис. 1b), в третьем ($v = 1$) соответствует (рис. 1c) распределению жертвы и ресурса (ИСП), а в четвертом случае ($v = 2$) распределение хищника пропорционально квадрату ресурса (рис. 1d).

Наличие диффузии и таксиса приводит к усложнению модели и увеличению числа возможных стратегий. Для сохранения ИСП жертвы и ИСП-подобных распределений хищника, удовлетворяющих решению (5), необходимо выполнение условий, представленных в таблице 1 для нескольких значений v .

В четвертом столбце приведены сведения о возможном наличии колебательного режима, возникающего при нарушении условия (7). Выполнение соотношений, представленных в пятом и шестом столбцах, обеспечивает сохранение распределений видов, представленных на рис. 1 сплошными линиями. Нарушение этих условий приводит к отклонениям в распределении, и как следствие, к новым стратегиям.

Таблица 1

ν	n	m	Колеб.	Условие для u	Условие для v
-1	0	2	нет	$k_1 = \left[1 - \frac{2B_n\beta_{12}}{p^2 + A\beta_{11}p^2 + B_n\beta_{12}}\right]\alpha_1$	$-k_2 = \left[1 - \frac{2B_n\beta_{22}}{p^2 + A\beta_{21}p^2 + B_n\beta_{22}}\right]\alpha_2$
0	0	1	нет	$k_1 = \left[1 - \frac{2B_n\beta_{12}}{p + A\beta_{11}p + B_n\beta_{12}}\right]\alpha_1$	$0 = \left[1 - \frac{B_n\beta_{22}}{p + A\beta_{21}p + B_n\beta_{22}}\right]\alpha_2$
0	1	2	да		
1	0	0	нет	$k_1 = \alpha_1$	$k_2 = \alpha_2$
2	1	0	да	$k_1 = \left[1 + \frac{2B_n\beta_{12}p}{1 + A\beta_{11} + B_n\beta_{12}p}\right]\alpha_1$	$2k_2 = \left[1 + \frac{B_n\beta_{22}p}{1 + A\beta_{21} + B_n\beta_{22}p}\right]\alpha_2$

Так, для случая $\nu = -1$ нарушение знаков коэффициентов $k_2 = \alpha_2 = 0.01$ ($\beta_{12} = \beta_{22} = 0$) приводит к смене стратегии хищника и перераспределению плотностей популяций (пунктирные кривые, рис.1а). Для других значений ν нарушение условий из таблицы 1 в коэффициентах β_{ij} вызывает отклонения в распределениях, показанные пунктиром на рис.1 (b)-(d).

Работа выполнена в Южном федеральном университете при поддержке РФФ, грант № 25-21-00419.

Литература

1. Van Cleve J. Evolutionarily stable strategy analysis and its links to demography and genetics through invasion fitness // Phil. Trans. of the Royal Society B: Biological Sciences. 2023. 378:20210496. p. 1–14.
2. Cosner C. Reaction-diffusion-advection models for the effects and evolution of dispersal // Discrete and Continuous Dynamical Systems. Series A. 2014. Vol. 34. Iss. 5, P. 1701–1745.
3. Cantrell R. S., Cosner C., DeAngelis D.L., Padron V. The ideal free distribution as an evolutionarily stable strategy // Journal of Biological Dynamics. 2007. Vol. 1, № 3, P. 249–271.
4. Zelenchuk P. A., Tsybulin V. G. Predator-Prey Dynamics and Ideal Free Distribution in a Heterogeneous Environment // Mathematics. 2024. 12, № 2. 275 P. 1–13.
5. Zelenchuk P. A., Tsybulin V. G. Mathematical Model of Ideal Free Distribution in the Predator-Prey System // Journal of Mathematical Sciences. 2024. 285, p. 328–338.

РАЗРАБОТКА ADVENTURE ИГРЫ НА ПЛАТФОРМЕ UNITY 3D

Зиннатуллин К. С.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: kzinnatullin@sfedu.ru

В мире программирования создание кода, который легко модифицировать, понимать и расширять, является первостепенной задачей. В IT-сфере, включая игровое направление, разработчики часто сталкиваются с трудностями, вызванными «неэффективным» кодом, что может обернуться серьезными задержками в разработке и затруднить дальнейшее развитие проекта, его обновление и добавление новых функций. В масштабных проектах особую актуальность приобретает разработка читабельного, структурированного и легко обслуживаемого кода для различных контроллеров.

Контроллер в контексте игровой разработки, особенно в игровых движках, таких как Unity и Unreal Engine, часто представляется как скрипт, содержащий код, который управляет поведением и взаимодействием игрового объекта. Этот скрипт определяет, как объект будет реагировать на входные данные от игрока и взаимодействовать с окружающей средой. От того насколько качественно построена архитектура игрового контроллера в скрипте или скриптах зависит его универсальность, читабельность и удобность в обслуживании.

Универсальность заключается в возможности использования одной системы для других задач. Например, в данном решении реализованный контроллер может быть использован не только для управления игроком персонажем, но и для управления неиграбельными объектами искусственным интеллектом.

Удобность в обслуживании подразумевает, что в реализованную систему может быть что-то легко интегрируемо и дополнено. В данном проекте это выражено тем, что контроллер позволяет достаточно просто создавать различные состояния объекта и его взаимодействия с окружающим миром. Что для souls-like игр очень актуально, так как данные игры подразумевают большую вариативность действий (рывки, кувырки, блоки, использование различных оружия и т. д.) игрового персонажа. Также были легко интегрируемы различные другие механики (стамина, мана, выносливость), которые на вышеописанные действия влияют.

Стоит отметить, что реализованная система управляет не только обработкой ввода и перемещением объекта, но также анимациями, взаимодей-

ствием с другими объектами, созданием звуковых эффектов и т. д. А всевозможные нововведения могут быть легко реализуемы ввиду легкой адаптивности полученного кода.

Разработанное решение было реализовано на языке C# в рамках проекта, созданного на платформе Unity.

Литература

1. Статья о принципах SOLID: https://habr.com/ru/companies/productivity_inside/articles/505430/.
2. Tips for writing cleaner code in Unity that scales: A five-part series: <https://discussions.unity.com/t/tips-for-writing-cleaner-code-that-scales-in-unity-part-1-adding-an-ai-controlled-npc-to-a-game/1570854/1>.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИОННОГО ЛАЗЕРА НА СМЕСИ ПАРОВ ЗОЛОТА С ГЕЛИЕМ И НЕОНОМ

Иванов И. Г.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: igivanov@sfedu.ru

В метрологии и измерительной технике в качестве источников излучения требуется применение лазеров, излучающих одновременно на нескольких длинах волн в различных участках оптического спектра. Наиболее подходящим типом лазеров для этого являются лазеры на ионных переходах химических элементов, возбуждаемые в плазме газовых разрядов в смеси паров таких элементов с буферным, как правило, инертным газом [1]. Наиболее часто в качестве такого газа используется гелий или неон, которые обладают наибольшим значением потенциала (и энергии) ионизации, что способствует протеканию в газоразрядной плазме накачки квантовых лазерных переходов таких элементов соударениями второго рода с передачей заряда и «резонансной» передачей энергии, между рабочим атомом химического элемента и ионом буферного инертного газа, называемой «перезарядкой» [1, 2]. Однако такие элементы как медь, таллий, серебро и другие с накачкой квантовых лазерных переходов перезарядкой могут обеспечить с конкретным буферным газом накачку перезарядкой и генерацию лазера на ограниченном числе лазерных переходов. Так, например, лазер на парах золота в смеси гелием обеспечивает работу только на ионных лазерных линиях золота: с длинами волн $\lambda=282,2\text{ нм}$ Au^+ – в ультрафиолетовой части спектра, и с $\lambda=827,2\text{ нм}$ Au^+ – в ближней инфракрасной части спектра, накачиваемых перезарядкой ионов гелия на атомах золота (реакция в плазме: $\text{He}^+ + \text{Au}_0 \rightarrow \text{He}_0 + \text{Au}^{+*}$), а в смеси с неоном – только на линии с $\lambda=569,6\text{ нм}$ Au^+ в зелёной части спектра, накачиваемой перезарядкой ионов неона на атомах золота (реакция в плазме: $\text{Ne}^+ + \text{Au}_0 \rightarrow \text{Ne}_0 + \text{Au}^{+*}$) [1].

Целью данной работы является анализ методом компьютерного моделирования возможности использования в лазере одновременно обоих буферных газов – смеси гелия и неона, а также определение оптимальных значений давлений этих газов и оптимальных разрядных условий для генерации на всех перечисленных квантовых переходах иона золота при накачке этих переходов перезарядкой в газоразрядной плазме в этом режиме.

Расчеты выполнялись по методике, описанной в [3, 4] и использованной нами ранее для моделирования работы лазеров с бинарным буферным газом, работающих на парах таллия, меди, серебра, теллура и мышьяка [4].

Найдено, что максимальная суммарная мощность излучения на всех перечисленных выше лазерных переходах достигается при давлениях: гелия $P_{\text{He}}=6/d(\text{Тор})$, неона $P_{\text{Ne}}=4,2/d(\text{Тор})$ и паров золота $P_{\text{Au}}=0,1/d(\text{Тор})$, где d – диаметр разрядного канала, см, а также – при плотности тока разряда $3\text{А}\cdot\text{см}^2$.

Было проанализировано влияние перезарядки с одним из газов на накачку лазерных переходов иона золота другим газом. Учитывалось, что переход с $\lambda=569,6\text{нм}$ Au^+ вследствие присутствия в плазме ионов гелия может накачиваться также и каскадными излучательными и безызлучательными столкновительными переходами в ионном спектре золота с квантовых состояний Au^{+*} , заселяемых перезарядкой с гелием. Однако вклад таких процессов в мощность излучения лазера на $\lambda=569,6\text{нм}$ Au^+ при оптимальных условиях разряда не превышает 15%.

Изменять соотношение энергии излучения He-Ne- Au^+ ионного лазера на переходах в УФ, ИК и зеленой частях спектра можно путём изменения соотношения давлений компонент бинарного буферного газа.

Литература

1. *Иванов И. Г.* Ионные лазеры на парах металлов // в Энциклопедии низкотемпературной плазмы / Серия Б. Том XI-4. Газовые и плазменные лазеры. М.: Физматлит, 2005. С. 446–468.
2. *Иванов И. Г.* Многоволновый режим генерации ионных лазеров на смеси паров металла с бинарным буферным газом // Лазеры. Измерения. Информация. 2024. Т. 4. вып. 3. С. 4–8.
3. *Ryazanov A. V., Ivanov I. G., Privalov V. E.* About Creation of Population Inversion in Mixture of Inert Noble Gas and Metal Vapor // Optical Memory and Neural Networks. 2014. Vol. 23. N 3. P. 177–184.
4. *Иванов И. Г.* Компьютерное моделирование параметров ионного лазера на тройной смеси паров мышьяка с гелием и неоном / В сб. «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития» // Материалы XXXI научной конференции. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ. 2024. 485 с. С. 205–206.

СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ СЦЕН НА ОСНОВЕ ГАУССИАН ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ UNITY

Игнатенко И. Д.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича

E-mail: iignatenko@sfedu.ru

В задачах компьютерной графики нередко возникает необходимость визуализации высокодетализированных объектов или больших реалистичных сцен. С развитием графических ускорителей такая потребность стала все чаще появляться в области компьютерных игр. Традиционные подходы к решению этой задачи требуют кропотливой ручной работы по переносу мелких деталей объектов в виртуальное пространство, а новейшие методы: MipNeRF360 [1], Instant-NGP [2] – обладают крайне малой производительностью во время визуализации [3]. Метод, рассматриваемый в этой работе, призван устранить перечисленные недостатки предыдущих решений и обеспечить быструю фотореалистичную визуализацию трехмерных сцен и объектов на основе фотограмметрических данных.

Gaussian splatting – это метод объемного рендеринга, предназначенный для прямой визуализации объемных данных без их преобразования в поверхностные или линейные примитивы [4]. Отличительными особенностями метода являются:

- Простота интерпретации и возможность сравнительно легкого изменения представления сцены;
- Высокая скорость обучения по сравнению с аналогичными методами [3];
- Высокая производительность во время визуализации подготовленного представления сцены.

В рамках ранее выполненной работы был определен стек технологий: язык программирования C# и шейдерный язык High-level Shader Language (HLSL), а также создан один из основных компонентов системы – парсер файлов формата PLY. Целью этой работы является создание остальных компонентов системы визуализации сцен на основе гауссиан для платформы Unity.

Созданный ранее парсер был модифицирован для обеспечения прямого доступа к непрерывным буферам данных соответствующих элементов PLY файла. Реализованы методы считывания бинарных данных и приведения их к произвольной структуре. Эти изменения существенно ускоряют загрузку данных и упрощают их использование в графическом пайплайне Unity.

Реализация основных алгоритмов оригинального рендерера [5, 6] была перенесена с CUDA C++ на вычислительные шейдеры HLSL. В дополнение

к этому, битонная сортировка, реализованная в рамках проекта Island [7], была адаптирована для использования со встроенным в Unity рендеринг-конвейером. Эти решения обеспечили совместимость созданной в рамках этой работы системы с широким спектром платформ с различными графическими ускорителями. Дополнительные модификации алгоритмов рендеринга позволили применять аффинные преобразования к объектам и сценам на основе гауссиан при помощи встроенных в Unity средств.

Таким образом, созданная в рамках этой работы система способна визуализировать отдельные объекты (рисунок 1) и целые сцены (рисунок 2) на основе гауссиан. Характерными особенностями решения являются его кроссплатформенность и интеграция со встроенными в Unity средствами. Совместимость со встроенным конвейером визуализации позволяет комбинировать в игровых сценах стандартные трёхмерные объекты с объектами на основе гауссиан. Это дает возможность сочетать преимущества обоих подходов: скорость визуализации и простоту геометрии с высокой детализацией и автоматизацией переноса объектов в игровой мир.

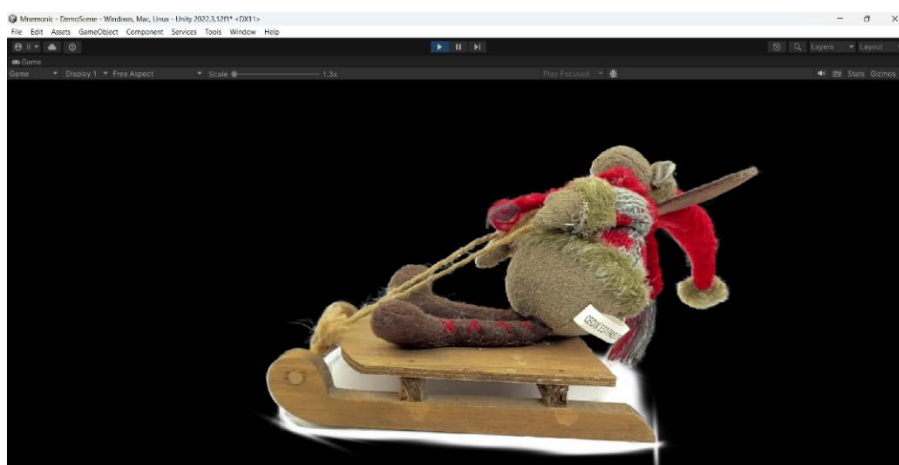


Рис. 1. Визуализация отдельного объекта, представленного набором гауссиан

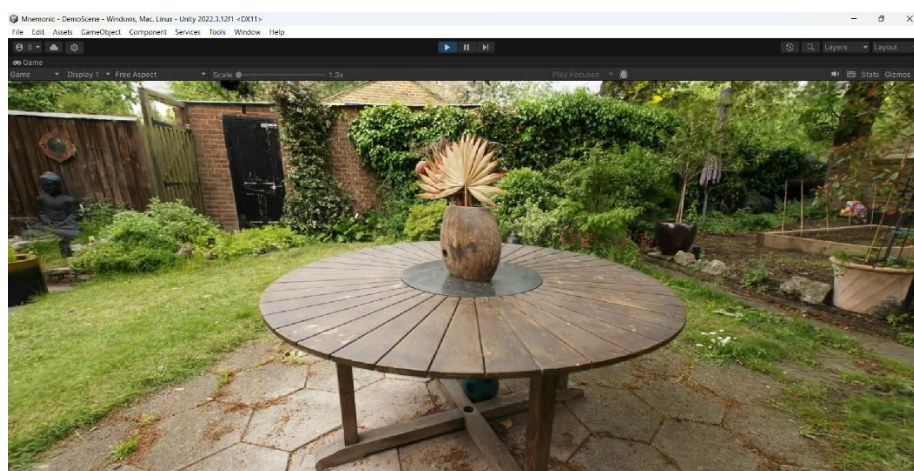


Рис. 2. Визуализация сцены, представленной набором гауссиан

Литература

1. Mip-NeRF 360: Unbounded Anti-Aliased Neural Radiance Fields / J. T. Barron, B. Mildenhall, D. Verbin [и др.] // 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) : электронный журнал. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9878829>. – Дата публикации: 2022. – ISSN 2575-7075.
2. Instant neural graphics primitives with a multiresolution hash encoding / T. Müller, A. Evans, C. Schied, A. Keller // ACM Transactions on Graphics. – 2022. – Т. 41, № 4. – С. 1–15. – ISSN 0730-0301.
3. Evaluation // 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering : сайт. – URL: <https://repo-sam.inria.fr/fungraph/3d-gaussian-splatting/> (дата обращения: 14.03.2025).
4. Gaussian splatting // Wikipedia : сайт. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Gaussian_splatting (дата обращения: 14.03.2025).
5. GitHub : сайт. – URL: <https://github.com/graphdeco-inria/diff-gaussian-rasterization> (дата обращения: 14.03.2025).
6. 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering / B. Kerbl, G. Kopanas, T. Leimkuehler, G. Drettakis // ACM Transactions on Graphics. – 2023. – Т. 42, № 4. – С. 1–14. – ISSN 0730-0301.
7. Implementing Bitonic Merge Sort in Vulkan Compute // Ponies & Light : сайт. – URL: https://poniesandlight.co.uk/reflect/bitonic_merge_sort/ (дата обращения: 14.03.2025).

ТРЕХМЕРНЫЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ТОНКОЙ ЛОПАСТИ

Казаков Е. А., Бондарчук А. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: Eugene.A.Kazakov@yandex.ru

В аэродинамике воздушных винтов экспериментальные данные по аэродинамическим характеристикам накапливались в течение многих лет исследований. Для оценки экспериментальных данных были предложены инженерные и полуинженерные теории [1, 2] и прямые численные методы [3–5]. К сожалению, в настоящее время нет аналитической теории с приемлемой точностью даже для силы тяги. Тогда как для крыльев конечного размаха существует «метод дискретных вихрей» [6] или «метод панелей» [7], которые сводятся к двумерным интегральным уравнениям и обеспечивают хорошую точность быстрых расчётов даже для очень плотных сеток [6–8].

Первые работы по аэродинамике воздушных винтов принадлежат классикам [9–11], но 2d и даже грубые 3d аналитические модели дают серьёзную погрешность по сравнению с прямым численным решением.

В настоящей работе мы предлагаем полуаналитический подход, позволяющий существенно снизить погрешность теоретических результатов. Для проверки точности различных теорий ограничимся случаем вращения одной абсолютно тонкой лопасти в виде плоской прямоугольной пластины, установленной под фиксированным углом α к плоскости вращения, без набегающего потока (режим «висения» вертолета), см. рис. 1а. Пусть лопасть вращается вокруг горизонтальной оси x_1 с постоянной угловой скоростью ω и углом установки α , – так что в рассматриваемый момент времени ее линия симметрии вдоль размаха совпадает с осью x_2 . Лопасть не закручена и угол установки α является постоянным как вдоль хорды, так и вдоль размаха. Согласно линейной теории, в этом случае граничное условие непроницаемости лопасти можно выполнять на вертикальной плоскости x_2x_3 в проекции лопасти на эту плоскость. Пусть вдоль размаха размер лопасти $l \leq x_2 \leq L$, а вдоль хорды $-b \leq x_3 \leq b$.

3d модель, основанная на классической линейной модели «малых возмущений» из трехмерной теории тонкого крыла конечного размаха [6, 8, 12, 13], приводит к двумерному интегральному уравнению:

$$\frac{1}{4\pi} \iint_S \left[\frac{y_3 - x_3}{\sqrt{(x_3 - y_3)^2 + (x_2 - y_2)^2}} + 1 \right] \frac{g(y_2, y_3) dy_2 dy_3}{(x_2 - y_2)^2} = -\rho V_0^2 \alpha, (x_2, x_3) \in S \quad (1)$$

При этом сила тяги винта будет равна двумерному интегралу по площади S от найденной таким образом функции $g(y_2, y_3)$.

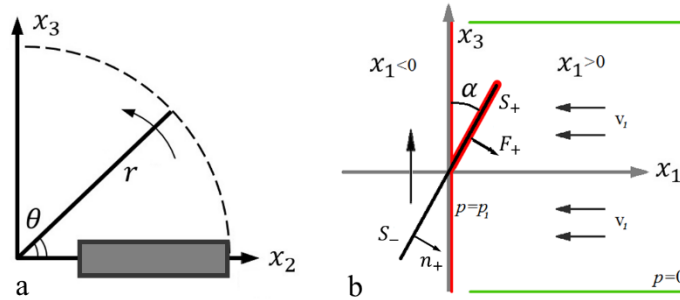


Рис. 1. а – Вращение тонкой незакрученной прямоугольной лопасти в неподвижном неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости, б – Геометрия замкнутой области, к которой применяется теорема импульсов. Цветом обозначены граничные линии

В рамках линеаризованной аэродинамической теории по малым возмущениям с использованием классической теории потенциала [12, 14, 15], получаем двумерное интегральное уравнение в виде:

$$\iint_S K(x_2, x_3, y_2, y_3) g(y_2, y_3) dy_2 dy_3 = -\rho \omega^2 \alpha, \quad (x_2, x_3) \in S \quad (2)$$

$$K = \frac{y_3 - x_3}{(x_3^2 + x_2^2)(x_2 - y_2)^2 \sqrt{(x_3 - y_3)^2 + (x_2 - y_2)^2}} \frac{1}{x_2^2(x_2 - y_2)^2} + \frac{I_2}{(x_2 - y_2)^2 - x_2^2} - \frac{1}{x_2^2[(x_2 - y_2)^2 - x_2^2]}$$

$$I_2 = \int_0^\infty \frac{dz}{(2^2 + x_2^2) \sqrt{z^2 + (y_2 - x_2)^2}} = \frac{1}{x_2 \sqrt{|x_2^2 - (x_2 - y_2)^2|}} \times \begin{cases} \ln \sqrt{\frac{x_2^2 - (x_2 - y_2)^2}{|x_2 - y_2|}}, & |x_2 - y_2| < x_2 \\ \operatorname{atan} \sqrt{\frac{(x_2 - y_2)^2 - x_2^2}{x_2}}, & |x_2 - y_2| \geq x_2 \end{cases} \quad (3)$$

где два первых гиперсингулярных члена являются аналогами ядра в классической 3d теории, а третий и четвёртый отвечают за вращение.

Основываясь на предыдущем подходе, с помощью точного интегрирования по θ и с учётом теоремы Жуковского [7, 12, 13, 16, 17] можно получить следующее уравнение:

$$-\iint_S \left[\frac{1}{(y_2 - x_2)^2} + \frac{y_3 - x_3}{(y_2 - x_2)^3 \sqrt{(y_2 - x_2)^2 + (y_3 - x_3)^2}} \right] g_1(y_2, y_3) dy_2 dy_3 = \quad (4)$$

$$= x_2^2 + \frac{b^2 - x_3^2}{2} - L x_2 e \left[2\pi - \arctan \left(\frac{\sqrt{L^2 - x_2^2}}{x_2} \right) \right] + h(x_2, k), \quad g_1(y_2, y_3) = \frac{g(y_2, y_3)}{4\pi\omega\alpha}$$

для нахождения параметра k в котором воспользуемся теоремой о балансе импульсов, см. рис. 1b, в результате получим соотношение:

$$\iint_S g_1(y_2, y_3) dy_2 dy_3 = \frac{\rho \omega \alpha}{16\pi k} (L^4 - l^4)(e^{4\pi k} - 1) \quad (5)$$

Результаты значений подъёмной силы для прямоугольной лопасти размаха от $l = 0,5$ см. до $L = 6,5$ см., с хордой $2b = 1$ см. и угловой скоростью 1257 рад./с. представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение различных моделей для силы тяги T (в ньютонах), рассчитанной для тестовой лопасти

α , градусы	1	2	3	4	5	8	10	14	17	20
ANSYS CFX, ($\alpha = 20^\circ$, линейная экстраполяция)	0,069	0,120	0,139	0,212	0,243	0,429	0,558	0,816	0,994	1,034 (1,172)
3d модель (1), относительная по- грешность	0,057 18 %	0,113 6 %	0,170 22 %	0,226 7 %	0,283 16 %	0,453 6 %	0,566 1 %	0,792 3 %	0,962 3 %	1,132 9 %
3d модель (2), относительная по- грешность	0,054 22 %	0,109 9 %	0,163 17 %	0,217 2 %	0,271 12 %	0,434 1 %	0,543 3 %	0,760 7 %	0,922 7 %	1,086 5 %
3d модель (4), относительная по- грешность, (для $\alpha = 20^\circ$)	0,020 72 %	0,059 51 %	0,107 23 %	0,161 24 %	0,219 10 %	0,404 6 %	0,532 5 %	0,791 3 %	0,982 1 %	1,170 (0 %)

Заключение:

1. Две новые предлагаемые 3d модели связаны с теорией крыла в 3d потоке, т. е. с линейной теорией малых возмущений.
2. Ни одна из рассмотренных теорий не обеспечивает удовлетворительной точности для крайне малых углов $1^\circ \leq \alpha \leq 4^\circ$, по сравнению с прямым численным решением программой ANSYS CFX. В качестве адекватной модели в этом диапазоне следует применять другие физические идеи.
3. Решение посредством модели (4) является наилучшим среди всех остальных, для умеренно малых углов $\alpha \geq 5^\circ$. Эта модель обеспечивает действительно линейный рост тяги T с увеличением угла установки.

Если численные расчеты ANSYS CFX были бы линейно экстраполированы из соответствующих значений для $\alpha = 14^\circ$ и $\alpha = 17^\circ$, это дало бы для $\alpha = 20^\circ$ значение $T = 1,172$, вместо 1,034, обеспечивая относительную погрешность 0% в последней строке Таблицы 1. Легко заметить, что эта модель является единственной, которая обеспечивает монотонно уменьшающуюся относительную погрешность с ростом α вне диапазона предельно малых углов.

Авторы признательны профессору М. А. Сумбатьяну, Южный Федеральный Университет, за внимание к работе и ценные замечания.

Литература

1. W. Johnson. Helicopter Theory. Princeton University Press: New York, 1980.
2. M. O. I. Hansen. Aerodynamics of Wind Turbines. Taylor & Francis: Boca Raton, Florida, 2007.
3. O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor. The Finite Element Method. Vol. 3: Fluid Dynamics (5th ed.). Butterworth-Heinemann: Oxford, 2000.
4. П. Роуч. Вычислительная гидродинамика. М.: Мир, 1980.
5. F. Mauck, L. Mangani, M. Darwish. The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics. Springer: New York, 2016.
6. С. М. Белоцерковский, И. К. Лифанов. Численные методы в сингулярных интегральных уравнениях. М.: Наука, 1985.
7. J. Katz, A. Plotkin. Low-Speed Aerodynamics. From Wing Theory to Panel Methods. McGraw-Hill: New York, 1991.
8. М. А. Сумбатян, А. А. Бондарчук, К. И. Месчеряков. An efficient numerical algorithm in the classical 3d theory of thin lifting surface in a flow of non-viscous incompressible fluid // Mechanics Research Communications. 2018. V. 89. P. 18–22.
9. V. L. Okulov, J. N. Sorensen, D. H. Wood, The rotor theories by Professor Joukowski: Vortex theories // Progress in Aerospace Sciences. 2015. V. 73. P. 19–46.
10. H. Glauert. Airplane propellers. In: W.F. Durand (ed.), Aerodynamic Theory. 4(50). 169–360. Springer: New York, 1935.
11. Q. R. Wald. The aerodynamics of propellers // Progress in Aerospace Sciences. 2006. V. 42(2). P. 85–128.
12. Р. Л. Бисплингхофф, Х. Эили, Р. Л. Халфмэн. Аэроупругость. М.: Изд-во иностранной литературы, 1958.
13. Л. Г. Лойцянский. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1973.
14. Д. Колтон, Р. Кресс. Методы интегральных уравнений в теории рассеяния. М.: Мир, 1987.
15. М. А. Сумбатян, А. Скалия. Основы теории дифракции с приложениями в механике и акустике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.
16. А. П. Прудников, Ю. А. Брычков, О. И. Маричев. Интегралы и ряды. Элементарные функции. М.: Наука, 1981.
17. V. Zampoli, M. A. Sumbatyan. Flow-induced vortex field generated by a thin oscillating plate in an aeroacoustics framework // Z. Angew. Math. Phys. (ZAMP). 2019. 70. Article 33.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АППЛЕТОВ GEOGEBRA ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ФИЗИКА

Какурин Ю. Б., Какурина Н. А.

ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,

*Институт компьютерных технологий и информационной
безопасности,*

г. Таганрог

E-mail: nakakurina@sfedu.ru, ykakurin@sfedu.ru

Целью работы является: поделиться опытом использования апплетов GeoGebra при проектировании и реализации дисциплины Физика. Трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, ее изучают студенты первого и второго курсов обучения всех технических направлений ИТА ЮФУ. Согласно рабочей программе, освоение дисциплины направлено на формирование у обучающихся способности использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности. Одним из индикаторов достижения этой компетенции является знание фундаментальных законов взаимодействия тел и способности применять их для решения теоретических и практических естественнонаучных и инженерных задач. Рассмотрим, как с помощью современных средств ИКТ, можно составить задание на применение закона Кулона и принципа суперпозиции электростатических полей.

Большие возможности для составления заданий на электростатическое взаимодействие заряженных тел предоставляет бесплатный контент американского автора T.Walsh «oPhysics: Interactive Physics Simulations» [1]. Веб-сайт «oPhysics» – это коллекция постоянно пополняющихся интерактивных физических симуляций и моделей, созданных автором с помощью программы GeoGebra. Так, используя интерактивную модель «Coulomb Forces on Three Charged Objects», можно сформировать задания разных уровней сложности с элементами самоконтроля. Приведем пример задания базового и продвинутого уровней.

В базовом задании требуется рассчитать силы взаимодействия $F_{A \rightarrow C}$, $F_{C \rightarrow A}$, $F_{B \rightarrow C}$, $F_{C \rightarrow B}$ и $F_{A \rightarrow B}$, $F_{B \rightarrow A}$ зарядов $q_A=20$ мкКл, $q_B=-100$ мкКл и $q_C=100$ мкКл, расположенных в вершинах прямоугольного треугольника с катетами $AC=3$ м и $AB=4$ м. Также необходимо сделать схематический чертеж с указанием сил. В задание продвинутого уровня можно добавить требование рассчитать результирующие силы, действующие на каждый из зарядов со стороны двух других F_A , F_B и F_C , проверив, тем самым, владение обучающегося применять принцип суперпозиции сил. Оценивается отчет обучающегося о проделанной работе, содержащий расчет задания,

выполненный традиционным способом, и результат проверки своего решения с помощью интерактивной модели. Результат моделирования показан на рисунке 1.

Coulomb Forces on Three Charged Objects

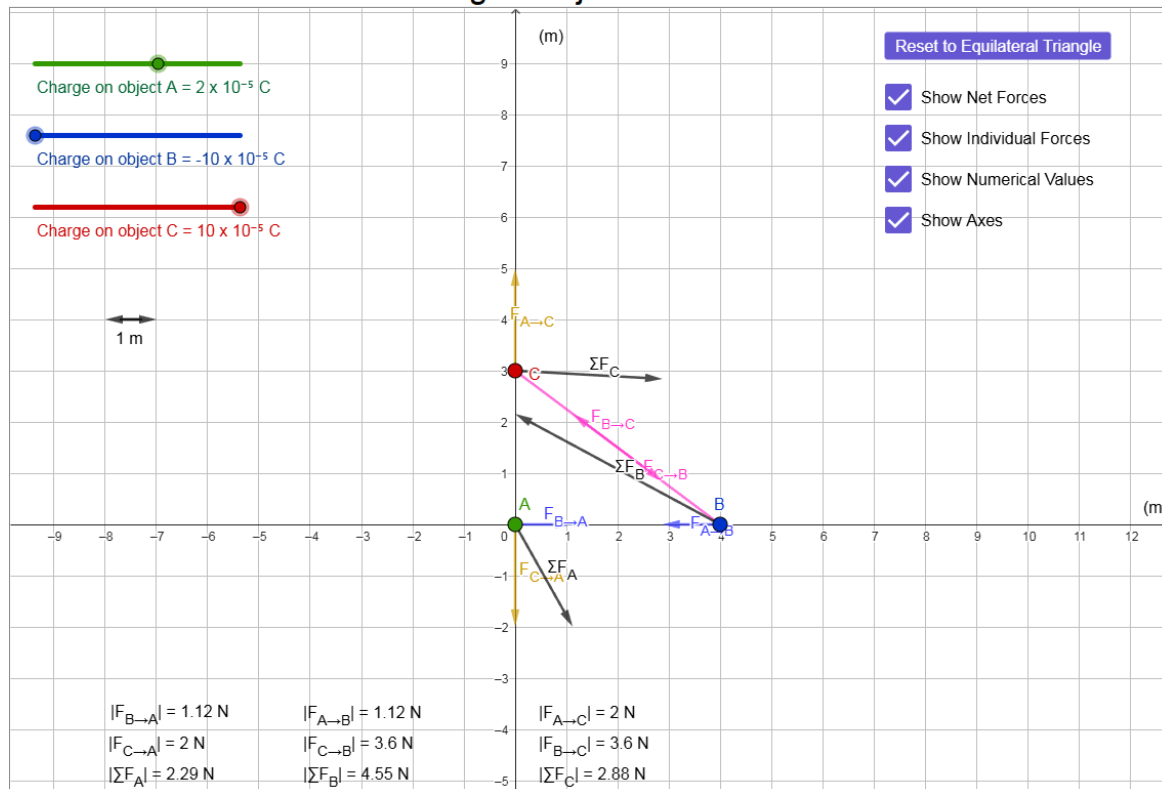


Рис. 1. Вид полотна апплета GeoGebra контента «oPhysics» с рассчитанным заданием

Аналогичные возможности предоставляет электронная книга «Fisica», являющаяся частью контента физико-математического содержания итальянского автора Antonio Di Muro [2]. Интерактивные модели и симуляции, представленные на этом сайте, также являются апплетами GeoGebra, однако, можно отметить более широкий охват тем физического содержания и их высокий учебно-практический потенциал.

Литература

1. T. Walsh «oPhysics: Interactive Physics Simulations» [Электронный ресурс] URL: <https://ophysics.com/index.html> (дата обращения: 10.03.2025).
2. Antonio Di Muro «Fisica» [Электронный ресурс] URL: <https://www.geogebra.org/u/antdimuro> (дата обращения: 10.03.2025).

СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ LLM ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ NL2SQL

Кириченко А. О., Адигеев М. Г.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича

E-mail: akirichenko@sfedu.ru, mgadigeev@sfedu.ru

В рамках данной работы представлено сравнение современных моделей LLM в контексте задачи NL2SQL (Natural language to SQL), направленной на генерацию SQL-запросов на основе естественного языка. Задача NL2SQL заключается в том, чтобы перевести запрос на естественном языке в структурированный SQL-код, который может быть выполнен базой данных для извлечения необходимых данных. Это означает, что модель должна уметь понять смысл запроса, выраженного на естественном языке, понять схему данных и структуру таблиц в базе данных и затем преобразовать пользовательский запрос в корректный SQL-запрос. Решение этой задачи будет особенно полезно для разработчиков, бизнес-аналитиков и пользователей, которые не обладают глубокими знаниями SQL, но нуждаются в эффективном взаимодействии с базами данных. Например, менеджер по продажам может задать вопрос: "Сколько игр было продано в прошлом квартале?", и система, использующая LLM, должна сгенерировать соответствующий SQL-запрос, чтобы извлечь необходимую информацию из базы данных.

Оценка LLM проводилась путем сравнения результатов выполнения SQL-запросов, которые были сгенерированы моделями с результатами, полученными в ходе выполнения эталонных запросов на определенные пользовательские запросы. Для этого была разработана модель данных для хранения информации о продажах игр за определенное время. Для проверки, как LLM будет понимать взаимоотношения таблиц, модель данных была приведена к 3НФ (3 нормальная форма) и реализована на СУБД (PostgreSQL). Созданные в базе данных таблицы были заполнены синтетическими данными для обеспечения возможности проводить сравнения. Также был подготовлен датасет с пользовательскими запросами и эталонным SQL-кодом. Тестовые пользовательские запросы были классифицированы по уровням сложности, которые варьировались от простых select-запросов до более сложных запросов, включающих join нескольких таблиц и использование общих табличных выражений (CTE). Для фактического сравнения результатов выполнения запросов был придуман и реализован алгоритм, имплементированный на PL/PostgreSQL и Python. LLM получала информацию о схеме данных из системного промта. Информация о схеме данных представлена в виде запросов data definition language (DDL), т. е. она

содержала данные о названии таблицы, ее атрибутном составе, наличии отношений с другими таблицами (foreign keys). Оптимальность передачи информации именно таким способом подтверждена другими исследованиями.

В сравнительном исследовании были задействованы различные современные модели LLM, включая «codelama», «gemma-2», «qwen» и другие. Результаты сравнения были классифицированы на две категории:

- «строго» правильные запросы;
- «нестрого» правильные запросы.

«Строго» правильный запрос – тот, который синтаксически корректный, выполнимый и точно решающий поставленную задачу. «Нестрого» правильный запрос, в свою очередь, мог возвращать больше данных (именно с точки зрения атрибутов), чем эталонный, или быть невыполнимым из-за ошибок, легко исправляемых автоматически, т.е. требующих незначительной постобработки.

В ходе исследования из 10 сравниваемых LLM лучшие результаты показали следующие модели:

- deepseek-llama;
- mistral;
- qwen-coden.

Литература

1. Hui B., Shi X., Geng R., Li B., Li Y., Sun J., Zhu X. Improving Text-to-SQL with Schema Dependency Learning. [электронный ресурс]. – <https://arxiv.org/abs/2103.04399> (дата публикации 10.12.2021).
2. Domínguez J. M. Blar-SQL: Faster, Stronger, Smaller NL2SQL. [электронный ресурс]. – <https://arxiv.org/abs/2401.02997> (дата публикации 04.01.2024).
3. Chang S., Lussier E. F. How to Prompt LLMs for Text-to-SQL: A Study in Zero-shot, Single-domain, and Cross-domain Settings. [электронный ресурс]. – <https://arxiv.org/abs/2305.11853> (дата публикации 19.05.2023).

ВЛИЯНИЕ ИНТЕРПОЛЯЦИИ СКРЫТЫХ ПРИЗНАКОВ UNET-ПОДОБНЫХ АРХИТЕКТУР НА ТОЧНОСТЬ ПОДАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОГО ШУМА

Коваленко А. С.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: alexey.s.russ@mail.ru*

Современные архитектуры нейронных сетей, такие как U-Net, активно используются для задач анализа изображений, включая сегментацию и подавление шума [1]. Ключевым элементом таких моделей являются механизмы изменения разрешения карт признаков. В классической реализации U-Net для понижения размерности применяются операции максимального объединения (MaxPool), а для повышения – слои деконволюции или интерполяционные методы [2]. Однако выбор метода интерполяции существенно влияет на качество и скорость работы модели. Например, использование билинейной интерполяции вместо деконволюции позволяет избежать артефактов вида «шахматной доски» [3]. В данной работе сравниваются различные методы интерполяции, включая билинейную, бикубическую и метод Ланцоша, на примере задачи подавления шума в изображениях из набора SIDD [4].

В классической архитектуре U-Net для уменьшения размерности карт признаков применяется операция максимального объединения (MaxPool). Для восстановления разрешения признаков используются два подхода: деконволюционные слои или интерполяционные методы, такие как билинейная интерполяция. Преимущество интерполяции заключается в устранении артефактов, возникающих при деконволюции.

Помимо билинейной интерполяции, в исследованиях часто упоминаются методы бикубической интерполяции и Ланцоша. Эти подходы также применяются для изменения разрешения изображений. Перед операциями понижения размерности обычно используются сверточные слои, увеличивающие количество каналов признаков, что помогает сохранить значимые данные.

Для сравнения эффективности методов интерполяции были обучены модификации U-Net на наборе SIDD. Сравнение производилось на валидационной части набора SIDD по средним значениям (Exp) и среднеквадратичным отклонениям (std) метрик оценки качества восстановления изображений PSNR и SSIM [5]. Результаты приведены в таблице ниже:

Метод Ланцоша обеспечивает наивысшее качество по метрикам PSNR и SSIM, но снижает скорость работы на 16% по сравнению с бикубической

интерполяцией. Последняя демонстрирует оптимальный баланс между точностью и производительностью.

Таблица 1

Сравнение методов интерполяции признаков U-Net на тестовом наборе данных SIDD

Метод интерполяции	MaxPool + ConvTranspose	Билинейная	Бикубическая	Метод Ланцоша (a = 4)
Exp [PSNR]	37.33	39,08	40.31	40.6
std [PSNR]	5.49	5.21	4.28	4.33
Exp [SSIM]	0.889	0.902	0.926	0.93
std [SSIM]	0.112	0.085	0.074	0.07
Время работы (сек.)	0.08752	0.08472	0.08699	0.10341

Эксперименты показали, что выбор метода интерполяции в U-Net напрямую влияет на соотношение качества и скорости обработки данных. Метод Ланцоша обеспечивает наилучшие результаты по метрикам PSNR и SSIM, но требует больше вычислительных ресурсов. Бикубическая интерполяция, при сопоставимом уровне подавления шума, оказывается более эффективной в плане производительности. Это делает ее предпочтительным вариантом для задач, где критичны ограничения по времени. Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию интеграции методов интерполяции в слои U-Net для снижения вычислительной нагрузки без ущерба для точности.

Литература

1. Гилязетдинов, Е. Устранение шумов в изображениях с помощью нейронных сетей / Е. Гилязетдинов, Б. Коновалов // E-Scio. – 2019. – Т. 33, № 6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustranenie-shumov-v-izobrazheniyah-s-pomoschyu-neyronnyh-setey> (дата обр. 24.03.2024).
2. Defect segmentation for multi-illumination quality control systems / D. Honzatko [и др.] // Machine Vision and Applications. – 2021. – Ноябрь. Т. 32.
3. Odena, A. Deconvolution and Checkerboard Artifacts / A. Odena, V. Dumoulin, C. Olah // Distill. – 2016. – URL: <http://distill.pub/2016/deconvcheckerboard>.
4. Abdelhamed, A. A High-Quality Denoising Dataset for Smartphone Cameras / A. Abdelhamed, S. Lin, M. S. Brown // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 06.2018.
5. Hore, A. Image Quality Metrics: PSNR vs. SSIM / A. Hore, D. Ziou // 2010 20th International Conference on Pattern Recognition. – 2010. – С. 2366–2369.

РОЛЬ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ХОДЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В РАМКАХ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА»

Колпачева О. В.¹, Колпачев А. Б.¹, Тополов В. Ю.²

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

¹ Институт компьютерных технологий и информационной безопасности,

г. Таганрог

² Физический факультет

г. Ростов-на-Дону

E-mail: kolpachevaov@sfedu.ru, kopachevak@sfedu.ru,

vutopolov@sfedu.ru

В последнее десятилетие системы дистанционного обучения (СДО) активно применяются в процессе обучения по многочисленным направлениям и специальностям высшего и среднего образования [1]. Наибольшее распространение СДО получили при проведении дистанционного (заочного) обучения, а также при осуществлении контроля за выполнением отдельных видов заданий, предусмотренных учебной программой. Информационные СДО, в частности, можно использовать для организации самостоятельной работы студентов в ходе традиционного учебного процесса в университете, включая изучение фундаментальных дисциплин на младших курсах. Настоящее сообщение посвящено проблеме использования информационных СДО в ходе проведения и последующего контроля самостоятельной работы студентов в рамках дисциплины «Физика» для инженерных направлений подготовки в ЮФУ.

На самостоятельную работу студентов отводится определенное число часов в соответствии с действующей рабочей программой дисциплины. При этом изначально предполагается, что студенты хорошо подготовлены и в достаточной мере мотивированы, чтобы регулярно выполнять разнообразные домашние задания, изучать темы дисциплины, вынесенные на самостоятельное изучение, и т. д. На практике получается не всегда так по целому ряду причин как объективного, так и субъективного характера. Возможности СДО и информационных ресурсов позволяют помочь студентам сформировать навыки регулярной (в том числе самостоятельной) работы по изучению данной дисциплины, что в конечном итоге будет способствовать повышению качества обучения. Такой подход согласуется с представлениями о технологии смешанного обучения с использованием СДО [2–4]. Для реализации данного подхода в ходе самостоятельной работы студентов Инженерно-технологической академии ЮФУ, изучающих физику, имеются информационные ресурсы [5]. Данная технология смешанного обучения не

принижает значимости аудиторных занятий по физике – лекций, практических и лабораторных занятий. Применяемая технология направлена на повышение качества и эффективности аудиторных занятий.

Самой крупной единицей учебного материала с СДО является курс. При наиболее простой форме организации курс разделяется на темы. Каждая тема содержит элементы курса – файлы различных типов, включая аудио- и видеофайлы, тесты различного вида, интерактивные элементы и прочие материалы. В курс включен также банк вопросов. В нем содержатся вопросы и задания различных типов (с выбором ответа, с числовым ответом, с записью недостающих слов, с конструируемым ответом и т. д.).

В соответствии с учебным планом дисциплины студенты выполняют домашние задания, решая задачи и закрепляя пройденный материал. Выполнение домашних заданий может быть организовано и проконтролировано с помощью СДО [5]. Типичное домашнее задание для студентов Инженерно-технологической академии ЮФУ содержит 10 вопросов теста и 10 задач, в каждой из которых следует получить числовой ответ. Задание предназначено для выполнения и сдачи в течение одной или двух недель с учетом конкретного числа часов, отведенных на самостоятельную работу в рабочей программе. Элемент курса считается выполненным, если студент набрал известный заранее проходной балл. Набранные баллы учитываются при выставлении оценки за работу в семестре.

Аналогично может быть организовано выполнение контрольных работ по итогам учебного модуля и/или проведение тестирований. При этом для выполнения контрольной работы или теста студенту предоставлена только одна попытка со строгим ограничением временного интервала с учетом расписания занятий. Все вопросы в контрольных работах и при контрольном тестировании выбираются из вопросов соответствующей категории случайным образом.

Для эффективной подготовки к тестированию, контрольным работам и экзаменам студентам целесообразно самостоятельно пройти тренировочные тесты. Задания для тренировочных тестов можно выбрать из того же банка заданий, что и задания для домашних работ [5]. С этими тестами студенты могут работать в удобное время по своему усмотрению. Оценки за выполнение заданий в рамках тренировочных тестов не влияют на баллы студента в балльно-рейтинговой системе.

Для формирования заданий используется банк заданий, состоящий из большого числа вопросов и задач. Помимо того, что задач должно быть достаточно много, учебный материал в банке заданий должен быть тщательно структурированным и регулярно проходящим актуализацию. Внутри банка вопросов все задания разделены на категории. Это могут быть категории, в которых собраны задания определенного уровня сложности, определенного типа, относящиеся к определенной теме и т. д. В первую категорию можно

выделить, например, задачи самого низкого уровня сложности (практически в одно действие, с использованием известной формулы) с числовым ответом или качественные задачи, во вторую категорию – вопросы со множественным выбором на ту же тему, а в третью категорию – более сложные задачи по той же теме. Такое дробление тем и категорий позволяет преподавателю составлять тесты, контрольные работы и другие виды заданий по различной тематике применительно к каждому конкретному практическому занятию или лекции. При формировании банка заданий по физике [5] использованы ранее изданные учебно-методические пособия и задачки (см., например, работу [6]).

В СДО имеется важный элемент, который называется интерактивной лекцией. Применение этого образовательного ресурса целесообразно при обучении в условиях дефицита аудиторного времени и наличия большого объема учебного материала, когда преподавателю в аудитории удастся лишь в краткой форме осветить некоторые проблемы теории.

В интерактивной лекции электронного курса преподаватель строит маршрут освоения темы в соответствии с пониманием того, что является наиболее сложным в осмыслении учебного материала при самостоятельной подготовке. Для самостоятельной работы студента в интерактивной лекции должны быть подготовлены и теоретические материалы, и вопросы по теории разного уровня сложности, наибольшее внимание уделяется наиболее проблемным моментам в освоении теории. Работая с лекцией, студент продвигается по теоретической части лекции вперед или назад, отвечая на вопросы. При верных ответах на вопросы он на некотором этапе освоения лекции получает задачу, которая также имеет свой маршрут решения. Решить ее возможно, если ответить на дополнительные вопросы, имеющие непосредственное отношение к задаче. Но если на эти вопросы студент не отвечает, то он отсылается в зависимости от степени неуспешности ответа к определенной странице теории, где при вдумчивом чтении он должен понять, как справиться с возникшей проблемой. Ответив на вопросы прежде неосвоенной им темы, он возвращается в ту точку задачи, где испытывал затруднения. В итоге студент должен получить верное решение задачи в общем виде, а на последнем этапе он должен ответить на вопросы по расчетам (перевод значений величин в систему СИ, округление величин, их размерность).

Работа с лекцией похожа на детскую игру «бродилка», студент может выйти из лекции только в том случае, если он правильно ответил на все предлагаемые вопросы, а может и надолго задержаться в поисках выхода. Однако гуманный преподаватель в определенный момент может позволить ему выйти из лекции и поздравить его с завершением работы. Лекция хороша тем, что преподаватель может сделать ее тренировочной. Это ослабит стрессовую ситуацию при обучении. Тогда оценка за работу с этой лекцией

не ставится, но результаты прохождения лекции видит и преподаватель, и студент.

Создание лекции является весьма трудоемкой задачей, и для того чтобы разработать полный курс таких лекций, требуются направленные и хорошо скоординированные усилия коллектива преподавателей.

Таким образом, информационные СДО являются важным фактором при эффективной организации самостоятельной работы студентов и при контроле знаний студентов по конкретным темам и модулям дисциплины.

Литература

1. Теория и практика дистанционного обучения : учебник для вузов / под редакцией Е. С. Полат. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 434 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13159-8. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/566646> (дата обращения: 11.03.2025).
2. Бабарико, А. А. Внеаудиторная работа обучающихся в электронной информационно-образовательной среде на примере изучения дисциплины «Физика»: монография / А. А. Бабарико, Э. В. Логунова. – Омск: Омский ГАУ, 2022. – 60 с. – ISBN 978-5-907507-17-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/240761> (дата обращения: 11.03.2025).
3. Киргинцева, Н. Что такое смешанное обучение. – Текст: электронный. – URL: <https://mts-link.ru/blog/smешannoe-obuchenie/> (дата обращения: 11.03.2025).
4. Колпачев, А. Б. Применение системы дистанционного обучения для организации самостоятельной работы студентов по физике / А. Б. Колпачев, О. В. Колпачева // Современные компьютерные технологии: сборник статей V научно-методической конференции НПП. – Таганрог, 2024. – С. 134–138.
5. Физика в Инженерно-технологической академии ЮФУ / составитель А. Б. Колпачев. – URL; <https://fita.sfedu.ru/> (дата обращения: 11.03.2025).
6. Колпачев, А. Б. Тесты для контроля знаний по дисциплине «Физика». Ч. 1 : учебно-методическое пособие / А. Б. Колпачев, О. В. Колпачева, Е. Н. Погорелов. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2015. – 80 с.

ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА» В УНИВЕРСИТЕТЕ

Колпачева О. В.¹, Колпачев А. Б.¹, Тополов В. Ю.²

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

¹ Институт компьютерных технологий и информационной безопасности,

г. Таганрог

² Физический факультет

г. Ростов-на-Дону

E-mail: kolpachevaov@sfedu.ru, kopachevak@sfedu.ru,

vutopolov@sfedu.ru

В последние годы уделяется большое внимание модернизации учебных программ дисциплин в вузах, и в значительной мере модернизация касается фундаментальных дисциплин. Для множества направлений подготовки – инженерных, физических и физико-технических – физика выступает как фундаментальная, ведущая дисциплина на первом – втором курсах Инженерно-технологической академии и Физического факультета ЮФУ. От качества знаний в области физики, а также от связанных с ними навыков и умений зависят эффективность изучения ряда последующих дисциплин, а также результативность научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы студента. Знания по физике создают хороший плацдарм для развития естественнонаучного мышления студента, для лучшего осмысления им задач инженерного или прикладного профиля и для дальнейшей практической деятельности.

В ходе модернизации учебного процесса в целом и содержания учебных дисциплин в частности привлекает внимание система дистанционного образования (СДО), которая апробирована при изучении дисциплины «Физика» в различных вузах [1]. В Южном федеральном университете СДО находит применение в рамках концепции смешанного обучения, в сочетании с традиционными методиками очного обучения [2]. Цель настоящего сообщения – показать возможности использования СДО и информационных ресурсов на практических занятиях по дисциплине «Физика» для инженерных направлений. Практические занятия позволяют актуализировать теоретические знания (лекционный материал, учебник), повысить заинтересованность студентов в изучении дисциплины и способствуют формированию навыков самостоятельного решения конкретных задач. На практических занятиях преподаватель может контролировать достижение студентами определенных индикаторов формирования необходимых компетенций по дисциплине.

Многолетняя практика преподавания показывает, что наилучшие результаты на практическом занятии по дисциплине «Физика» могут быть достигнуты, если перед занятием студенты основательно подготовились, изучили нужные разделы учебной литературы (лекционный материал), повторили физические законы и определения, вспомнили необходимые для решения задач математические методы и приемы. На данном этапе подготовки можно привлекать не только традиционную литературу в виде печатных изданий, но и справочные информационные ресурсы Интернета. Среди таких ресурсов отметим «Физический энциклопедический словарь» [3], «Физическую энциклопедию» [4] и справочник «Единицы измерения» [5]. В начале практического занятия в очной форме целесообразно провести опрос в течение 5 – 10 мин, и на этом этапе можно задействовать СДО. Далее следует кратко рассмотреть итоги – как положительные, так и отрицательные, указав на типичные примеры ошибок. Важным преимуществом такого подхода является то, что СДО позволяет одновременно вовлечь в активную работу всех студентов, присутствующих на занятии. Соответствующий опрос становится фронтальным. А все студенты оказываются в равных условиях в смысле временного фактора (у каждого ограниченное время на ответы). В результате опроса преподаватель и студенты выстраивают так называемую обратную связь, позволяющую оперативно обратить внимание как на прогресс в изучении дисциплины, так и на недостатки. Кроме того, для студентов неизбежность опроса с дальнейшим учетом результатов в рейтинге (БРС) является стимулом для качественной, осмысленной подготовки к практическому занятию. После подведения итогов и краткого обсуждения результатов происходит актуализация необходимых теоретических знаний, которые будут в дальнейшем использованы при решении конкретных задач на этом практическом занятии.

В СДО банк вопросов тестового характера [6–8], которые задают студентам ЮФУ для проверки знаний, разделен на категории. Для дисциплины «Физика» это тематические категории, соответствующие различным модулям, различным темам внутри модулей и конкретным физическим законам и задачам. К различным категориям отнесены вопросы различного типа, например, вопросы со множественными ответами (с несколькими вариантами ответа), вопросы с числовым ответом, вопросы на соответствия, вопросы на сравнения и т. д.

Например, при составлении теста для практического занятия по теме «Напряженность электрического поля точечного заряда. Принцип суперпозиции» рассмотрены и отобраны вопросы из различных тематических категорий, которые в известной мере взаимно дополняют друг друга.

1. Закон Кулона (вопросы на знание формулировки закона, основной формулы, области применения закона; это могут быть вопросы со множественными ответами, вопросы на соответствие, вопросы с числовым ответом, не требующие сложных вычислений).

2. Напряженность электрического поля (вопросы со множественными ответами, вопросы на соответствие, вопросы с числовым ответом).

3. Примеры определения величины и направления напряженности электрического поля точечных зарядов (вопросы со множественными ответами).

4. Примеры применения принципа суперпозиции для напряженности электрического поля (вопросы со множественными ответами).

5. Сложение векторов (вопросы со множественными ответами и вопросы на соответствие).

Примеры тестовых вопросов по различным темам, рассматриваемым на практических занятиях по дисциплине «Физика», приведены в работах [6–8].

После проведения практического занятия тест можно задействовать как тренировочный инструмент при самостоятельной подготовке студентов к контрольным работам и другим видам занятий по физике. Это, несомненно, будет полезно и студентам, пропустившим отдельное занятие.

Применение подобной методики требует от преподавателя подготовки хорошо структурированного по тематике и по уровням сложности банка заданий. Разработка и применение такого банка является отдельной темой, требующей самостоятельного рассмотрения. Важным вопросом, часто возникающим при использовании в учебном процессе различных дистанционных методов, является возможность несамостоятельной работы студентов, т.е. попросту списывание при выполнении заданий. Чтобы минимизировать такую возможность, банк должен содержать большое количество заданий, и тогда вероятность появления одинаковых вопросов у двух студентов, одновременно выполняющих задание на занятии, резко снижается. Однако если время на выполнение задания лимитировано, то воспользоваться посторонней помощью становится затруднительно. Задания должны регулярно обновляться, банк должен пополняться. Если же речь идет о самостоятельном выполнении заданий студентами вне аудиторных занятий, то при наличии большого числа различных заданий часто легче их решить самостоятельно, чем искать постороннюю помощь. Кроме того, даже если студент и воспользуется такой помощью, но выполнит задание, это также будет для студента небесполезным действием.

Литература

1. *Бабарико, А. А.* Внеаудиторная работа обучающихся в электронной информационно-образовательной среде на примере изучения дисциплины «Физика»: монография / А. А. Бабарико, Э. В. Логунова. – Омск: Омский ГАУ, 2022. – 60 с. – ISBN 978-5-907507-17-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/240761> (дата обращения: 11.03.2025).

2. *Колпачев, А. Б.* Применение системы дистанционного обучения для организации самостоятельной работы студентов по физике / А. Б. Колпачев, О. В. Колпачева // Современные компьютерные технологии: сборник статей V научно-методической конференции НПП. – Таганрог, 2024. – С. 134–138.
3. Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Большая рос. энцикл., 1995. – 927 с. – URL: <http://es.niv.ru/doc/dictionary/physical/index.htm> (дата обращения: 11.03.2025).
4. Физическая энциклопедия. В 5 т. / Гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Сов. энцикл., 1988. – URL : <http://es.niv.ru/doc/encyclopedia/physics/index.htm> (дата обращения: 11.03.2025).
5. Единицы измерения : справочник. – URL: <https://infoselection.ru/info-katalog/obuchenie-i-znaniya/znaniya-i-nauka-2/item/882-edinitsy-izmereniya-spravochnik> (дата обращения: 11.03.2025).
6. *Колпачев, А. Б.* Тесты для контроля знаний по дисциплине «Физика». Ч. 1 : учебно-методическое пособие / А. Б. Колпачев, О. В. Колпачева, Е. Н. Погорелов. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2015. – 80 с.
7. *Колпачев, А. Б.* Тесты для контроля знаний по дисциплине «Физика». Ч. 2 : учебно-методическое пособие / А. Б. Колпачев, О. В. Колпачева, Е. Н. Погорелов. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. – 84 с.
8. *Колпачев, А. Б.* Тесты для контроля знаний по дисциплине «Физика». Ч. 3 : учебно-методическое пособие / А. Б. Колпачев, О. В. Колпачева, Е. Н. Погорелов. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. – 56 с.

СИСТЕМА АКТУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕРАКТИВНОМ РАСПИСАНИИ

Костенко М. С., Чердынцева М. И.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: matkostenko@sfedu.ru, micherdynceva@sfedu.ru

Информационные технологии являются неотъемлемой частью практически всех аспектов человеческой жизни, включая сферу образования. В университетах и школах активно внедряются современные решения, способные повысить качество учебного процесса и наладить эффективное взаимодействие между студентами и преподавателями.

Институт математики, механики и компьютерных наук ЮФУ не остается в стороне от этих тенденций. Команда ИТ-лаборатории разработала проект в области организации управления расписанием. Одним из ключевых элементов этого проекта стало создание интерактивного расписания в форме веб-ресурса.

Такой формат позволяет пользователю быстро и удобно получить доступ к актуальной информации о занятиях, курсах, группах, преподавателях и аудиториях, делая процесс поиска нужных данных максимально простым и интуитивным.

С целью улучшения и развития исходного проекта и решения комплекса задач по актуализации информации интерактивного расписания и аудиторного фонда ИММиКН ЮФУ было предложено реализовать отдельный сервис, который будет отвечать за обеспечение проекта актуальными данными. Для этого поставлены соответствующие задачи, главные из которых – создание отдельного сервиса с возможностью загрузки рабочих планов из системы 1С:Университет и автоматизированного обновления данных о преподавателях, дисциплинах и учебных группах.

Сервис предоставляет возможность загрузки данных из рабочих программ в информационную систему интерактивного расписания, а также их проверку и редактирование. В таблицах рабочих планов находится актуальная информация о названиях учебных дисциплин, преподавателях и учебных группах.

Система актуализации информации обеспечит строгий контроль за корректностью данных при составлении расписания, исключая появление дубликатов. Все наименования будут соответствовать установленным справочникам, что повысит точность и согласованность информации.

В частности, система предотвратит дублирование названий дисциплин, исключая вариации в написании одного и того же предмета и обеспечит

уникальность данных о преподавателях, предотвращая случаи, когда один специалист записан под разными вариантами имени.

Особое внимание в интерактивном расписании уделяется возникающим при составлении спорным ситуациям. Из-за стремительного развития проекта существующая система обнаружения конфликтов уже не отвечает требованиям ресурса.

Было принято решение о проектировании нового модуля выявления конфликтов, входящего в систему актуализации информации. Данная реорганизация информационного пространства проекта позволит более точно следить за различными конфликтными ситуациями, происходящими в интерактивном расписании.

Теперь каждый конфликт в интерактивном расписании представляется в виде элемента с возможностью указания его характеристик: приоритета, названия, типа. Была разработана классификация конфликтов: по преподавателю, по учебной группе, по аудитории. Рассмотрена ситуация обнаружения нераспределенных занятий. Также присутствует возможность создания контролируемых конфликтных ситуаций.

С целью сохранения качества проекта разработка продолжается с помощью инструмента GitLab – системы управления репозиториями кода для системы контроля версий Git. Главными инструментами для работы остаются такие JavaScript-фреймворки с открытым исходным кодом, как Vue.js и Express.js. С помощью системы контейнеризации Docker достигается удобное управление зависимостями сервиса.

Разработанная система актуализации информации в интерактивном расписании представляет собой полноценный сервис, выполненный в виде обособленного Docker-контейнера, что упрощает его развертку и настройку. Пользовательский интерфейс интегрирован в панель администратора интерактивного расписания ИММиКН в виде отдельного модуля, а для взаимодействия с основным проектом реализован набор API-методов на основном Backend'е проекта. Такой подход обеспечивает модульность, упрощает поддержку и масштабирование системы.

В ходе разработки было осуществлено тестирование с использованием реальных данных. При его проведении особое внимание уделялось правильности выборки данных из загружаемых таблиц. На основе результатов тестирования были предприняты улучшения функционала приложения и исправлены соответствующие недостатки.

Глобальный проект «Интерактивное расписание» продолжает развиваться благодаря созданной микросервисной архитектуре. Она позволяет эффективно делегировать задачи и сократить время коммуникации между компонентами системы. Такой подход также помогает предотвратить остановку всего приложения в случае сбоя в одном из модулей, что способствует более стабильной и надежной эксплуатации приложения.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ МАСТЕРСКОЙ В КУРСЕ ТЕОРИИ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО

Костецкая Г. С., Пичугина О. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: gskosteckaya@sfedu.ru

Тема интегральных преобразований, в частности преобразование Лапласа, занимает небольшой объем в курсе «Теория функций комплексного переменного», читаемого для студентов физического факультета Южного федерального университета второго года обучения. На эту тему отводится 4 часа лекций, а на практических занятиях, как правило, она рассматривается поверхностно. На данный момент часов на самостоятельную работу по курсу не предусмотрено. Однако методы операционного исчисления, являясь удобными и достаточно мощными средствами решения многих задач, находят многочисленные приложения. Операционное исчисление применяется для решения обыкновенных дифференциальных уравнений, линейных уравнений с частными производными, некоторых типов интегральных уравнений. Более того, в некоторых случаях операционный метод может оказаться даже единственным возможным дать точное решения рассматриваемой задачи. Интегральные преобразования играют критическую роль во многих прикладных дисциплинах.

Эту «несправедливость» мы попытались исправить в рамках педагогической мастерской «Применение преобразования Лапласа».

Интегральные преобразования возникли в начале 19 века, благодаря работам таких ученых, как Фурье, Лаплас, Пуассон и Коши и были тесно связаны с исследованиями в области теплопроводности. К концу 19 века появилось так называемое операционное исчисление как самостоятельная аналитическая дисциплина. Операционное исчисление основано на идее соответствия между функциями и их преобразованиями. Это позволяло превращать сложные уравнения, связанные с функциями, в простые, иногда даже алгебраические, уравнения для интегральных преобразований. Решая эти уравнения и возвращаясь к исходным функциям, находят решение первоначального уравнения.

На сегодняшний день большое внимание уделяется преподаванию фундаментальных дисциплин с помощью современных педагогических технологий таких как цифровой образовательный курс [7], использование скетч-презентаций [6], проектная технология [2, 3, 4], технологии педагогической мастерской [1] и др. Остановимся на технологии педагогической мастерской

и покажем, как ее можно применить, на наш взгляд, на занятиях по теории функций комплексного переменного.

Мы не будем давать определение педагогической мастерской ввиду их многочисленности, а остановимся на ее отличиях от других образовательных технологий:

- применяются индивидуальный, парный и групповой способы обучения;
- нацелена на раскрытие индивидуальности и развитие всех способностей участников;
- акцент идет на развитие творческих способностей;
- творческая деятельность не оценивается;
- совместный поиск знаний, а не прямая передача информации;
- возможность каждому выбрать свой путь получения знаний;
- ошибка – закономерная ступень процесса познания;

Технология «Педагогическая мастерская» **состоит из 7 этапов: индукция, деконструкция, реконструкция, социализация, афиширование, разрыв, рефлексия.**

Рассмотрим все эти этапы в нашем случае (напомним, что на тему «Преобразования Лапласа» отводится 6 часов аудиторной работы (4 часа лекций и 2 часа практических занятий)).

Индукция – ввод информации, актуализация имеющихся сведений, строится на собственном опыте обучающегося. На этом этапе предлагается вспомнить основные определения и свойства преобразования Лапласа, полученные ранее на лекциях и практических занятиях. Студенты разбиваются на команды по 5–6 человек в зависимости от данных объективного контроля (БРС) и педагогического наблюдения, получают (выбирают самостоятельно) карточку с заданием, выбирается командир (консультант), который будет организовывать работу в группе. Темы заданий, предложенных для решения с помощью преобразования Лапласа:

- решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем;
- решение интегральных уравнений;
- решение уравнений математической физики (уравнение колебания струны);
- решение уравнений математической физики (уравнение теплопроводности);
- решение уравнений математической физики (телеграфное уравнение) (4 ч.).

Деконструкция – возникновение проблемной ситуации, создание информационного запроса, работа с литературой, предложенной преподавателем и/или найденной самостоятельно, разбор решенных по этой теме примеров (6 ч.).

Реконструкция – создание командами своего решения на основе материалов, полученных на предыдущем этапе. Идет работа по выполнению заданий, полученных ранее, самостоятельно продумываются способы представления материала (6 ч.).

Социализация – выступление студентов внутри команды, сопоставление своих результатов с результатами остальных участников, а также прогнозирование промежуточного и итогового результатов своего труда. Подготовка и оформление раздаточного материала. Цель данного этапа состоит в возможности оценить собственное решение и внести необходимые правки. (4 ч.).

Афиширование – наглядное представление результатов деятельности (выступление представителя от каждой команды перед всеми с решением одного или нескольких заданий) (4 ч.).

Разрыв – понимание неполноты или несоответствия своих старых знаний, побуждение к поиску ответов, более глубокое понимание проблемы. Подводятся промежуточные итоги, анализируется проделанная студентами работа. Преподаватель помогает осмыслить новый материал, добавляя к нему новую информацию. (4 ч.).

Рефлексия – это обратная связь, осмысление своих собственных действий, обмен мнениями о новой информации, обобщение полученных результатов, обобщение чувств, ощущений, возникших в педагогической мастерской. Желание к дальнейшему изучению интегральных преобразований (2 ч.).

Литература

1. Потехина Н. В., Жеребятникова Г. В. Педагогическая мастерская как технология обучения студентов в вузе. Журнал Проблемы современного педагогического образования 2021, с.174.
2. Докучаев С. А., Ефимов С. В., Костецкая Г. С. О цифровых образовательных технологиях в образовательной экосистеме технического вуза. Труды СКФ МТУСИ. Международная научно-практическая конференция СКФ МТУСИ, Ростов-на-Дону. 2021. с. 363–365. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47474552>.
3. Докучаев С. А., Костецкая Г. С. О новых подходах к преподаванию математических дисциплин образовательной экосистеме технического вуза. Материалы XXVII Международной конференции. Математика. Экономика. Образование. 2021. с. 91.
4. Докучаев С. А., Костецкая Г. С. Об организации проектной деятельности студентов на практических занятиях по высшей математике. Материалы XXX Международной конференции. Математика. Экономика. Образование. 2024. с. 59–60.

5. *Жаров И. Б.* Нестандартная форма учебного процесса технология педагогических мастерских на уроках биологии // Вестник военного образования. – 2020. – № 6 (27). – С. 105.
6. *Докучаев, С. А., Костецкая Г. С.* Использование скетч-презентаций при проведении лекционных занятий по математическим дисциплинам в техническом вузе Материалы XXIX Международной конференции. Математика. Экономика. Образование. 2023. с. 71. https://conf-symp.sfedu.ru/2023_thesis.pdf.
7. *Докучаев С. А., Конкин Б. Б., Костецкая Г. С.* Цифровой образовательный курс как ключевой элемент цифровой образовательной среде технического вуза. Материалы XXVIII Международной конференции. Математика. Экономика. Образование. 2022. с. 71. https://conf-symp.sfedu.ru/2022_thesis.pdf.

РАЗНОСТНАЯ СХЕМА ДЛЯ РАСЧЕТА КОНВЕКЦИИ В ВЕРТИКАЛЬНОМ ПОРИСТОМ ЦИЛИНДРЕ

Коханов П. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: kohanov@sfedu.ru

Для математического моделирования конвективных движений в пористой среде часто применяется вычислительный эксперимент на основе конечно-разностных методов [1]. При использовании криволинейных координат важным является вопрос аппроксимации особых точек. Так, для задачи конвекции Дарси полярные координаты применялись при анализе односвязных кольцевых областей, не включавших полюс [2]. В [3] был описан конечно-разностный метод для удлиненного горизонтального цилиндра со специальной аппроксимацией в точке полюса.

В данной работе рассматривается осесимметричная задача гравитационной конвекции в подогреваемом снизу пористом цилиндре радиуса R и высоты b . Сила тяжести направлена вертикально вниз, $r \in [0, R]$ – радиальная координата, $z \in [0, b]$ – осевая координата.

Система уравнений записывается следующим образом:

$$\Delta\psi = \lambda\partial_r\theta + r^{-2}\psi, \quad \Delta = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}, \quad (1)$$

$$\partial_t\theta = \Delta\theta + r^{-1}\partial_r(r\psi) + [\partial_r\theta \cdot \partial_z\psi - \partial_z\theta \cdot r^{-1}\partial_r(r\psi)]. \quad (2)$$

Здесь Δ – оператор Лапласа, ∂_r , ∂_z , ∂_t – частные производные по радиальной, осевой координатам и времени, ψ – функция тока, θ – девиация температуры, λ – число Рэлея, пропорциональное градиенту температуры [1]. При $\lambda < \lambda_{cr}$ состояние покоя $\theta = \psi = 0$ является устойчивым.

Система (1)–(2) рассматривается при следующих краевых условиях:

$$\psi(R, z, t) = 0, \quad \theta(R, z, t) = 0, \quad (3)$$

$$\psi(r, 0, t) = \psi(r, b, t) = 0, \quad \theta(r, 0, t) = \theta(r, b, t) = 0. \quad (4)$$

$$\partial_r\theta(0, z, t) = 0, \quad \partial_r\psi(0, z, t) = 0, \quad (5)$$

Для численного исследования используется метод конечных разностей. Вводятся сетки по радиальной и осевой координатам для определения девиации температуры и функции тока: r_j , $j = \overline{1, N_r}$ и z_k , $k = \overline{1, N_z}$, где j, k – порядковые номера по радиальной и осевой координате, N_r и N_z – количество

узлов по соответствующим координатам. По обеим координатам задаются сетки со смещенными узлами, использующиеся для вычисления температурных потоков: $r_{j-1/2} = (r_{j-1} + r_j)/2$, $j = \overline{2, N_r}$, $r_{1/2} = 0$ и $z_{k+1/2} = (z_k + z_{k+1})/2$, $k = \overline{1, N_z - 1}$, $z_1 = 0$. Далее рассматривается случай равномерного распределения узлов с постоянными шагами: $h_r = r_j - r_{j-1}$, $j = \overline{2, N_r}$ и $h_z = z_k - z_{k-1}$, $z = \overline{2, N_z}$.

На двухточечных шаблонах определяются разностные операторы первых производных δ_r и δ_z , а также операторы вычисления среднего взвешенного δ^r и δ^z для целых и полуцелых индексов j, k :

$$(\delta_r \theta)_{j-1/2}^k = h_r^{-1}(\theta_j^k - \theta_{j-1}^k), \quad (\delta_z \theta)_j^{k-1/2} = h_z^{-1}(\theta_j^k - \theta_j^{k-1}), \quad (7)$$

$$(\delta^r \theta)_{j-1/2}^k = (\theta_j^k + \theta_{j-1}^k)/2, \quad (\delta^z \theta)_j^{k-1/2} = (\theta_j^k + \theta_j^{k-1})/2. \quad (8)$$

Используя формулы (7)-(8), строятся дискретные аналоги первых производных на трехточечных шаблонах и лапласиана:

$$(D_r \theta)_j^k = (\delta^r \delta_r \theta)_j^k = h_r^{-1}(\theta_{j+1}^k - \theta_{j-1}^k)/2, \quad (9)$$

$$(D_z \theta)_j^k = (\delta^z \delta_z \theta)_j^k = h_z^{-1}(\theta_j^{k+1} - \theta_j^{k-1})/2. \quad (10)$$

$$\Delta_j^k \theta = [r^{-1} \delta_r (r \delta_r \theta) + \delta_z \delta_z \theta]_j^k. \quad (11)$$

В результате получаются аппроксимации уравнений (1)–(2) для внутренних узлов $j = \overline{2, N_r - 1}$, $k = \overline{2, N_z - 1}$:

$$[\Delta \psi]_j^k = [\lambda \delta_r \theta + r^{-2} \psi]_j^k, \quad (12)$$

$$[\partial_t \theta]_j^k = [\Delta \theta + r^{-1} \delta_r (r \psi) + (D_r \theta \cdot D_z \psi - D_z \theta \cdot r^{-1} D_r (r \psi))]_j^k, \quad (13)$$

Дискретные аналоги краевых условий (3)–(5) записываются следующим образом:

$$(\delta_r \theta)_{1/2}^k = 0, \quad (\delta_r \psi)_{1/2}^k = 0, \quad \psi_{N_r}^k = 0, \quad \theta_{N_r}^k = 0, \quad k = \overline{1, N_z}, \quad (14)$$

$$\psi_j^1 = \psi_j^{N_z} = 0, \quad \theta_j^1 = \theta_j^{N_z} = 0, \quad r = \overline{1, N_r}. \quad (15)$$

Для численного исследования задача (11)–(16) представляется в матрично-векторном виде:

$$A\Psi = \lambda B\Theta + C\Psi, \quad \dot{\Theta} = A\Theta + D\Psi + F, \quad (16)$$

где матрица A соответствует дискретному варианту оператора Лапласа (11), матрица B – первому слагаемому в правой части (12), C – второму слагаемому (12), матрица D – второму слагаемому в правой части (13), F – конвективное

слагаемое (13). Вектор-столбцы Θ и Ψ имеют размерность $(1:N_r - 1) \times (2:N_z - 1)$ и содержат узловые значения

$$\Theta = \{\theta_1^2, \theta_2^2, \dots, \theta_j^k, \dots, \theta_{N_r-1}^{N_z-1}\}, \Psi = \{\psi_1^2, \psi_2^2, \dots, \psi_j^k, \dots, \psi_{N_r-1}^{N_z-1}\}.$$

В окрестности полюса использовались следующие аппроксимации:

$$B_1^k = (\delta_r \theta)_{3/2}^k / 2, F_1^k = (\delta_r \theta)_{3/2}^k / 2 \cdot (D_z \psi)_1^k - (D_z \theta)_1^k \cdot (r^{-1} \delta_r(r\psi))_{3/2}^k / 2. (17)$$

Для определения критических чисел Рэлея из (16) получается спектральная задача

$$(A - C)\Psi = -\lambda B A^{-1} D \Psi. (18)$$

В таблицах представлены вычисления критических чисел λ_{cr}^m ($m = \overline{1,5}$) для ряда областей на различных сетках. На рисунке представлены собственные функции для трех первых критических значений. Расчеты в среде MATLAB на платформе Engage показали, что для моделирования достаточно сетки 12×18 (18×12) в случае длинного (короткого) цилиндра.

Размер сетки $N_r \times N_z$	Критические значения чисел Рэлея (λ_{cr}^m), $b = 2$, $R = 1$				
	λ_{cr}^1	λ_{cr}^2	λ_{cr}^3	λ_{cr}^4	λ_{cr}^5
8×12	23.27	50.98	65.22	94.68	102.06
12×18	22.80	50.04	60.08	86.47	100.35
16×24	22.65	49.73	58.54	83.99	99.71
24×36	22.55	49.52	57.51	82.34	99.25
32×48	22.52	49.45	57.17	81.79	99.09

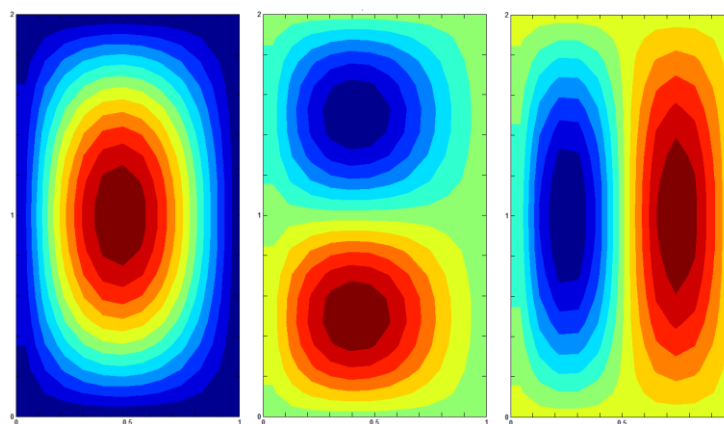


Рис. 1. Собственные функции (ψ): а) $\lambda_{cr}^1 = 22.80$, б) $\lambda_{cr}^2 = 50.04$, в) $\lambda_{cr}^3 = 60.08$

Размер сетки $N_r \times N_z$	Критические значения чисел Рэлея (λ_{cr}^m), $b = 1$, $R = 2$				
	λ_{cr}^1	λ_{cr}^2	λ_{cr}^3	λ_{cr}^4	λ_{cr}^5
12×8	44.09	54.91	72.76	103.45	153.53
18×12	42.89	51.86	66.24	88.19	119.36
24×16	42.47	50.83	64.21	83.79	110.49
36×24	42.18	50.10	62.83	80.90	104.92
48×32	42.08	49.85	62.37	79.94	103.11

Изменение критических чисел при фиксированной высоте для различных радиусов дано в следующей таблице.

Размер области $R \times b$	Размер сетки $N_r \times N_z$	Критические значения чисел Рэлея (λ_{cr}^m)				
		λ_{cr}^1	λ_{cr}^2	λ_{cr}^3	λ_{cr}^4	λ_{cr}^5
0.5×1	6×12	96.25	214.00	298.44	440.15	443.16
1×1	12×12	50.22	86.64	153.87	174.56	217.66
2×1	24×12	42.35	50.69	64.07	83.65	110.36
3×1	36×12	40.93	44.59	50.39	58.99	70.24
4×1	48×12	40.44	42.52	45.75	50.56	56.63

Для случая короткого цилиндра на рис. 2 представлено развитие конвективных режимов (линии тока) для двух областей с фиксированным размером по высоте, но разным по радиусу.

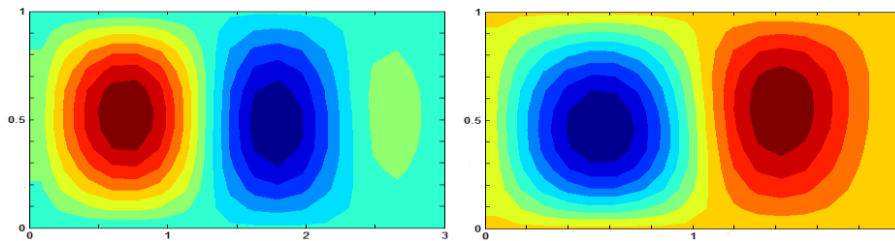


Рис. 2. Динамика линий тока: а) $R = 3$, $b = 1$, $\lambda = 50$, б) $R = 2$, $b = 1$, $\lambda = 60$

На рис. 3. показана динамика развития конвективного режима для двух различных моментов времени. Данный режим является колебательным при $\lambda = 80$ и для области $R = 2$, $b = 1$.

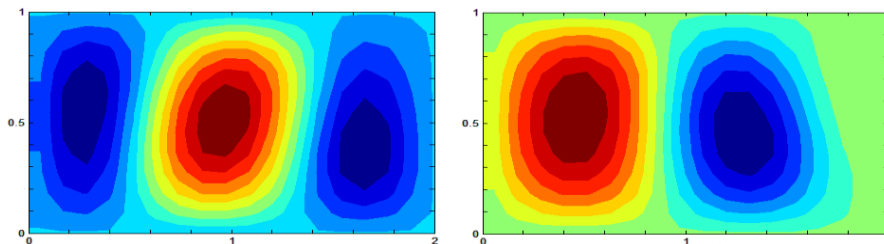


Рис. 3. Колебательный режим для функции тока: а) $t = 6.6$; б) $t = 18.6$

Закключение. Рассмотрена осесимметричная задача о возникновении гравитационной конвекции несжимаемой теплопроводной жидкости в вертикальном цилиндре, заполненном пористой средой и подогреваемым снизу. На основе модели Дарси и уравнений в цилиндрических координатах разработана численная схема со смещёнными сетками и специальной аппроксимацией в окрестности полюса. Проведена дискретизация для уравнений относительно функции тока и девиации температуры. Представлены результаты вычисления критических чисел Рэлея, рассчитаны ответвляющиеся от механического равновесия конвективные режимы.

Автор выражает благодарность В. Г. Цибулину за помощь и внимание к работе.

Литература

1. Nield D. A., Bejan A. Convection in Porous Media. Springer. 2017. 998 p.
2. Karasözen B., Trofimova A. V., Tsybulin V. G. Natural convection in porous annular domains: Mimetic scheme and family of steady states // J. Computational Physics, 2012. Vol. 231, Iss. 7. P. 2995–3005.
3. Коханов П. В., Цибулин В. Г. Численная схема в полярных координатах для анализа конвекции в пористой среде // Экологический вестник НЦ ЧЭС. 2023. Т. 20. № 4. С. 37–44.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОДНОВРЕМЕННОГО РЕДАКТИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ

Кроль О. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: krol@sfedu.ru*

В рамках данной работы рассматриваются подходы к разработке приложений с поддержкой одновременного редактирования документов. Данная проблема связана с рядом сложных технических задач, таких как обеспечение согласованности данных, разрешение конфликтов и минимизация задержек при синхронизации изменений. Одним из наиболее проверенных и эффективных подходов для решения этих задач является операционная трансформация (Operation Transformation) [1].

Ключевые преимущества операционной трансформации, такие как высокая производительность, минимальные накладные расходы и поддержка сложных операций, делают этот подход подходящим выбором для создания современных приложений с функцией совместного редактирования с централизованным разрешением конфликтов.

В ходе работы было разработано приложение (рис. 1) для совместного редактирования документов. Серверная часть реализована на фреймворке Ruby on Rails [2], включая управление операциями, трансформацию изменений и синхронизацию данных между клиентами. При реализации клиентской части были задействованы компоненты Ruby on Rails с использованием Hotwire и Stimulus [3]. В контроллере Stimulus была реализована логика отправки операций на сервер и получения ответов от сервера при помощи подписки на канал ActionCable [4] работающий на основе технологии WebSocket.

На стороне сервера в классе, основанном на ActionCable из канала по веб-сокету, сервер получает от подписанных клиентов операции и отправляет их в очередь фоновых задач основанной на фреймворке ActiveJob [5]. В задании ActiveJob в очередь ставится задача, в которой инициализируется модель операции и происходит её трансформация в сервисе, отвечающем за трансформацию, после которой операция сохраняется в базу данных в таблицу операций. При сохранении операции выполняется её трансляция всем пользователям, которые применяют полученную операцию к своему документу, а пользователь, отправивший операцию, получает подтверждение и отправляет следующую ожидающую операцию.

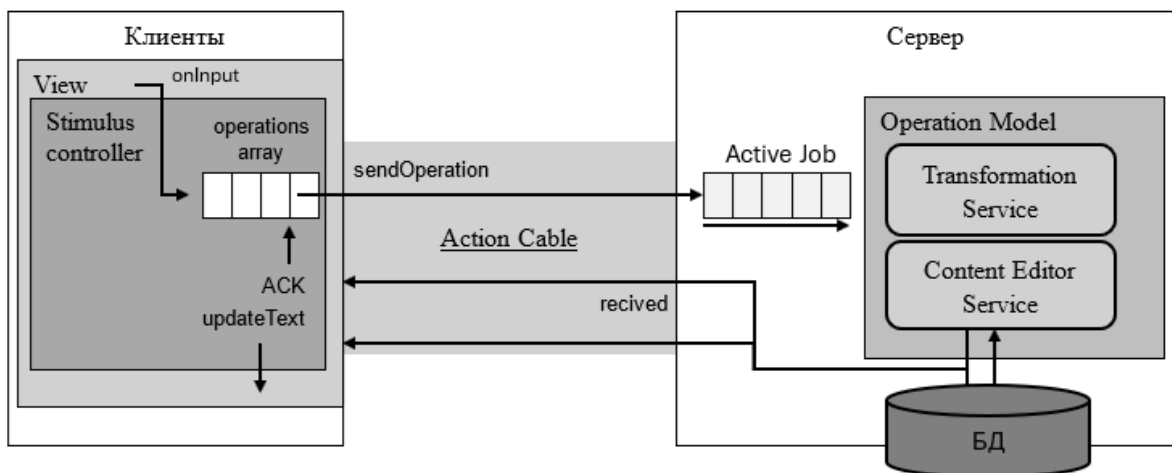


Рис. 1. Схема работы приложения.

Таким образом в ходе работы был рассмотрен алгоритм разрешения конфликтов, в виде операционной трансформации, и протокол совместной работы [6], а также разработано приложение для одновременного редактирования документов несколькими пользователями.

Литература

1. Ellis, C. A., & Gibbs, S. J. (1989). Concurrency control in groupware systems. ACM SIGMOD Record, [Электронный ресурс] URL: <https://www.lri.fr/~mbl/ENS/CSCW/2012/papers/Ellis-SIGMOD89.pdf>
2. Официальный сайт фреймворка Ruby on Rails [Электронный ресурс] URL: <https://rubyonrails.org/>.
3. Официальный сайт фреймворка Hotwire [Электронный ресурс] URL: <https://hotwired.dev/>.
4. Документация ActionCable [Электронный ресурс] URL: https://guides.rubyonrails.org/action_cable_overview.html.
5. Документация фреймворка ActiveJob [Электронный ресурс] URL: https://guides.rubyonrails.org/active_job_basics.html.
6. Статья о протоколт совместной работы от Google [Электронный ресурс] URL: <https://drive.googleblog.com/2010/09/whats-different-about-new-google-docs.html>.

СПАЙКОВЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНЫ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЦИОНА

Крупнов Л. М.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: krupnov@sfedu.ru

Применение спайковых нейронных сетей (Spiking Neural Networks, SNN) для оценки стоимости европейских опционов представляет собой перспективное направление в финансовом моделировании. SNN, благодаря своей биологически инспирированной архитектуре и способности обрабатывать временные ряды, эффективно учитывают динамику рынка и волатильность активов. В отличие от классических методов, таких как модель Блэка-Шоулза, SNN адаптируются к нелинейным и нестационарным условиям рынка, что повышает точность прогнозирования и снижает зависимость от строгих допущений. Данный подход открывает новые возможности для создания гибких и адаптивных финансовых моделей.

Европейский опцион – это финансовый инструмент, предоставляющий право купить или продать актив на определенных условиях в заданный момент времени. Цена опциона рассчитывается по следующим формулам:

$$\begin{aligned}C &= SN(d_1) - Ke^{-rT}N(d_2), \\P &= Ke^{-rT}N(-d_2) - SN(-d_1), \\d_1 &= \frac{\ln(S/K) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}, \\d_2 &= d_1 - \sigma\sqrt{T},\end{aligned}$$

где $N(x)$ — функция нормального распределения:

$$N(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-z^2/2} dz.$$

Параметры:

- S – текущая цена акции,
- K – цена исполнителя,
- T – срок действия опциона,
- ω – волатильность акции,
- r – безрисковая процентная ставка.

Спайковые нейронные сети (SNN) отличаются высокой энергоэффективностью благодаря вдохновленной биологической архитектуре. Их работа основана на принципах обработки информации, аналогичных процессам в

биологических нейронных системах. SNN используют спайки (импульсы) для передачи информации, что позволяет эффективно обрабатывать временные данные.

В данной работе рассматривается модель нейрона LIF (Leaky Integrate-and-Fire), которая сочетает биологическую правдоподобность с практичностью. Динамика мембранного потенциала нейрона описывается уравнением:

$$U(t) = \beta U(t-1) + WX(t) - S_{\text{out}}(t-1)\theta,$$

где:

- $U(t)$ – мембранный потенциал в момент времени t ,
- β – параметр затухания,
- W – вес нейрона,
- $X(t)$ – входной сигнал,
- $S(t)$ – механизм сброса потенциала при достижении момента времени θ .

$$S_{\text{out}} = \begin{cases} 1, & U(t) > \theta, \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Обучение SNN осуществляется с использованием алгоритма обратного распространения ошибки. Градиент функции потерь вычисляется как:

$$\frac{\delta L}{\delta W} = \sum_t \frac{\delta L(t)}{\delta W} = \sum_t \sum_{s \leq t} \frac{\delta L(t)}{\delta W(s)} \frac{\delta W(s)}{\delta W}.$$

Для преодоления проблемы недифференцируемости функции Хевисайда применяется сглаживание:

$$\frac{\delta \tilde{S}}{\delta U} = \frac{1}{\pi(1 + [U\pi]^2)}.$$

В результате была реализована трехслойная спайковая нейронная сеть, которая построила график цены опциона (при начально заданных параметрах) от времени с относительной ошибкой $\text{rel. err.} = 1.03\text{e-}02$.

Данная работа была выполнена под руководством проф., д. ф.-м. н. Кудрявцева Олега Евгеньевича.

Литература

1. Jason K. Eshraghian, Max Ward, Emre Neftci, Xinxin Wang, Gregor Lenz, Girish Dwivedi, Mohammed Bennamoun, Doo Seok Jeong, and Wei D. Lu. “Training Spiking Neural Networks Using Lessons From Deep Learning”. arXiv preprint arXiv:2109.12894, September 2021.
2. Fischer Black, Myron Scholes ‘The Pricing of Options and Corporate Liabilities’.
3. Лекция 10 «Black-Scholes option pricing model» Кудрявцев О. Е.

РАЗРАБОТКА ПРАВИЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ИИ ПРИ НАПИСАНИИ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

Крылов В. В., Михалкович С. С.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: krylov@sfedu.ru, miks@sfedu.ru

В ноябре 2022 года компания OpenAI выпустила первую версию ChatGPT – чат-бота, обученного на большом объеме данных, и способного генерировать различные ответы на основе текстовых запросов пользователя. Хотя инструменты генеративного искусственного интеллекта (далее – GenAI) были и до этого (как, например, семейство моделей DALL-E, способных генерировать изображения), но никогда они не достигали такой же сложности и точности ответов, как у ChatGPT. С тех пор внимание общественности к инструментам GenAI неоспоримо выросло, во многом благодаря выпуску ChatGPT-4o в мае 2024 года. При этом у ChatGPT появились конкуренты, такие как DeepSeek, Claude, Copilot, Gemini и другие. В развитии и использовании ИИ заинтересованы как частные организации, так и правительства стран мира. Например, ещё в 2019 году в Российской Федерации был издан указ Президента «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» [1].

Инструменты GenAI быстро проникли в сферу образования, в том числе высшего. Согласно проведенному в январе 2023 года исследованию, охватившему более тысячи студентов университетов, более трети из них использовали ChatGPT для выполнения письменных работ [2]. Среди обучающихся по направлениям, связанным с компьютерными науками, соотношение использующих инструменты GenAI к не использующим ещё больше. Так, абсолютное большинство из более чем двухсот студентов двух университетов США и Индии использовали ChatGPT в своей работе [3]. При этом использование инструментов GenAI среди обучающихся варьировалось. Согласно исследованию [3], около половины участников выражали недоверие выводам ChatGPT. Особенно это было выражено среди студентов старших курсов, которые чаще использовали ИИ в качестве ассистента, а не универсального «решателя» проблем и задач.

В условиях повсеместного применения ИИ среди студентов возникает необходимость в правилах, способных его регламентировать. В Южном федеральном университете в целом и в Институте математики, механики и

компьютерных наук в частности, такие правила пока что отсутствуют. Целью данной работы является выработка правил использования инструментов GenAI при написании выпускных квалификационных работ студентов направления «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

В академической среде вопросы регламентирования применения GenAI и являются предметом дискуссии [4]. Наиболее часто в исследованиях ставятся вопросы академической честности при использовании ИИ для генерации текстов [5]. Следующая наиболее частая тема – призыв к избеганию применения инструментов GenAI (в первую очередь ChatGPT) среди обучающихся. Именно такой политике следуют некоторые университеты и другие образовательные учреждения, полностью запрещая использование GenAI, что, как показывают исследования, приводит только к росту популярности ИИ среди обучающихся [6].

Тем не менее, около половины статей, ставших частью исследования [5], касаются темы внедрения и интеграции инструментов GenAI в образовательную среду. Искусственный интеллект представляется инструментом нового типа, использование которого в некотором смысле безусловно, вопросы ставятся лишь в порядке и правилах его применения [4].

Все данные о поднимаемых темах и вопросах актуальны для исследований, опубликованных на английском языке. К сожалению, русскоязычных публикаций на тему регламентации использования ИИ найти не удалось.

Руководствуясь данной мыслью, некоторые университеты сформировали собственную политику в отношении использования ИИ. Примерами являются правила, разработанные в Кембриджском университете [7], а также в Гарвардском университете [8]. Ограничения в них установлены максимально нестрогие, ограничивающие лишь вопросы авторского права. Схожими принципами руководствуются и российские университеты, такие как, например, Высшая школа экономики, где опубликованные правила использования ИИ не носят запретительный характер [9].

Используя опыт этих наработок, автором предлагается набор правил в отношении использования ИИ, на который смогут ориентироваться студенты ФИИТ при написании ВКР. Они приведены ниже:

- ИИ является инструментом, а потому должен быть соответствующим образом указан и объяснён, как и другое ПО, инструменты, методики.
- Автор несёт полную ответственность за точность, достоверность и оригинальность работы, в том числе при использовании ИИ.
- Любое использование ИИ не должно нарушать политику ЮФУ в отношении академической честности. Работы не должны представлять идеи, данные, слова и иные материалы других лиц без надлежащего цитирования и прозрачного указания источников.

- Использование ИИ не должно нарушать действующие законы об авторском праве.
- ИИ не должен использоваться для получения конфиденциальной информации.
- Данные, полученные с помощью ИИ не считаются самостоятельным источником.

Далее автор считает нужным привести примеры ответственного и надлежащего использования инструментов GenAI. Также следует отметить, что способы применения ИИ не должны ограничиваться приведёнными примерами. Для решения подобных вопросов студентам должно быть предложено обсуждать использование ИИ с научным руководителем.

Примеры правильного использования инструментов GenAI:

- Помощь в обзоре существующих концепций решения проблемы. ИИ может использоваться для улучшенного поиска и обобщения уже известных подходов к решению задач.
- Интерпретация информации для альтернативного взгляда на идеи. ИИ способен переформулировать, перефразировать информацию, помогая взглянуть на проблему под другим углом или найти нестандартные решения.
- Предложение подходов к решению трудных задач. ИИ способен предлагать стратегии и методы для решения сложных задач (например, схемы разбиения задачи на более мелкие этапы или определенные инструменты и ресурсы).
- Помощь в организации собранных данных. ИИ может использоваться для структурирования и систематизации больших объёмов данных. Это включает сортировку данных, создание таблиц, графиков и других форм представления.
- Проверка грамматики и стиля.

Отдельно следует отметить наиболее важную для студентов ФИИТ сферу использования инструментов GenAI – генерация программного кода. В этом случае примерами допустимого использования будет следующее:

- Прототипирование (ускорение перехода от идеи к реализации).
- Поиск ошибок.
- Улучшение (рефакторинг).
- Документация кода.

Ответственность за правильность, чистоту и смысл кода лежит на обучающемся.

Вышеописанные правила не являются полными и всеобъемлющими. На данный момент они представляют собой очертания, контуры, которые должны направить студентов в нужном направлении. Правила стремятся поощрить инструктивную манеру работы с ИИ (когда ИИ не генерирует идеи,

а лишь выступает «ассистентом» человека), описанную в работе [10]. В итоге автором предлагается провести некоторую «границу» дозволенного использования ИИ, используя отношение затраченного человеком объёма работы к объёму работы, полученному с помощью ИИ. График такого отношения представлен на рис. 1.

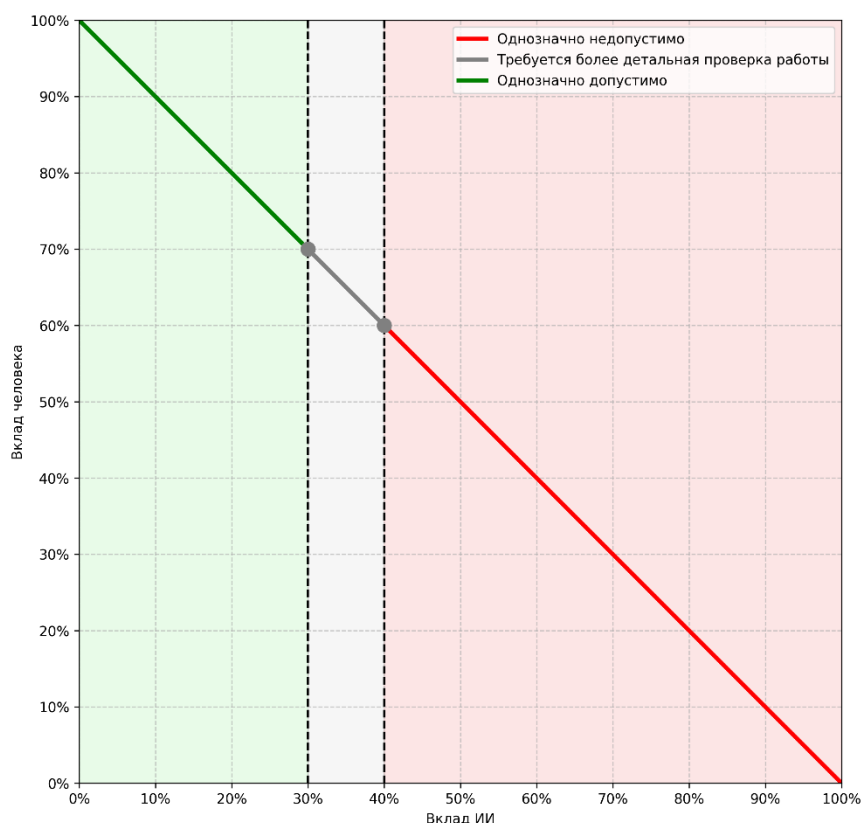


Рис. 1. График допустимости соотношения труда человека к труду ИИ в работе

Данные значения ни в коем случае не следует отождествлять со значениями, получаемыми в результате проверки работы с помощью систем антиплагиата. В данном случае считается объём выполненного интеллектуального труда, а не итоговый текст работы. Кроме того, проверки, выполняемые системами антиплагиата, закрыты от общественности и не могут гарантировать результативность в определении сгенерированного ИИ контента (особенно в условиях ограниченного использования, когда текст, сгенерированный ИИ, объединяется с текстом, написанным человеком) [11].

Отрицать массовость использования инструментов GenAI среди студентов невозможно. Разумное, умеренное и ответственное использование ИИ способно принести пользу, улучшив качество конечной работы, не допустив при этом плагиата и иного нарушения академической честности.

Литература

1. [Http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003](http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003) (дата обращения: 10.03.2025).
2. [Https://www.intelligent.com/nearly-1-in-3-college-students-have-used-chatgpt-on-written-assignments/](https://www.intelligent.com/nearly-1-in-3-college-students-have-used-chatgpt-on-written-assignments/) (дата обращения: 10.03.2025).
3. *Amoozadeh, M., Daniels, D., Nam, D., Kumar, A., Chen, S., Hilton, M., Ragavan, S. S., & Alipour, M. A.* (2024). Trust in Generative AI among students: An Exploratory Study. <https://arxiv.org/abs/2310.04631>.
4. *Kopp, Michael & Gröblinger, Ortrun.* (2024). Generative AI and academic integrity - a contradiction?
5. *Sullivan, Miriam & Kelly, Andrew & McLaughlan, Paul.* (2023). ChatGPT in higher education: Considerations for academic integrity and student learning. *Journal of Applied Learning & Teaching*. 6. 10.37074/jalt.2023.6.1.17.
6. *Weng Marc Lim, Asanka Gunasekara, Jessica Leigh Pallant, Jason Ian Pallant, Ekaterina Pechenkina.* Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *The International Journal of Management Education*, Volume 21, Issue 2, 2023, 100790, ISSN 1472-8117, <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>.
7. [Https://blendedlearning.cam.ac.uk/guidance-support/ai-and-education/using-generative-ai](https://blendedlearning.cam.ac.uk/guidance-support/ai-and-education/using-generative-ai) (дата обращения: 10.03.2025).
8. [Https://www.huit.harvard.edu/ai/guidelines](https://www.huit.harvard.edu/ai/guidelines) (дата обращения: 10.03.2025).
9. [Https://educational-innovation.sydney.edu.au/teaching@sydney/chatgpt-is-old-news-how-do-we-assess-in-the-age-of-ai-writing-co-pilots/](https://educational-innovation.sydney.edu.au/teaching@sydney/chatgpt-is-old-news-how-do-we-assess-in-the-age-of-ai-writing-co-pilots/) (дата обращения: 10.03.2025).
10. [Https://www.hse.ru/news/expertise/937054242.html](https://www.hse.ru/news/expertise/937054242.html) (дата обращения: 10.03.2025).
11. *Alexander, K., Savvidou, C., & Alexander, C.* (2023). Who wrote this essay? Detecting AI-generated writing in second language education in Higher Education. *Teaching English With Technology*, 2023(2). <https://doi.org/10.56297/BUKA4060/XHLD5365>.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧИ О ПЕРЕГОВОРАХ В КУРСЕ ПО ТЕОРИИ ИГР

Кубанцев Д. Г., Усов А. Б.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: kubantsev@sfedu.ru

Курс по теории игр занимает важное место в образовательных программах по прикладной математике бакалавриата и магистратуры. Отдельное место в этом курсе занимает задача о переговорах.

Задача о переговорах (сделках) впервые была сформулирована американским математиком Джоном Форбсом Нэшем [1] и стала фундаментом для исследования и моделирования переговоров. Нэш представил переговоры в виде игры двух лиц, которые участвуют в распределении некоего ресурса. По итогам этой игры в случае успешной сделки игроки получают оговоренный выигрыш, иначе никто ничего не получает.

В дальнейшем к данной модели часто обращались при решении прикладных задач, в связи с чем, появилось множество альтернативных решений, обладающих разными свойствами. Среди этих решений выделим эгалитарное и утилитарное решения, решение Калай-Смородинского [2], Наличие нескольких возможных решений ставит вопрос, какое из решений лучше. Данный вопрос требует тщательного анализа и осведомленности в области, в которой модель применяется. Заметим, что даже в достаточно простых моделях не редки случаи, когда аналитическое решение найти не представляется возможным. Введем ряд определений.

Задача о переговорах двух сторон представляется в виде четверки $\langle X, d, u_1, u_2 \rangle$, где $X = X_1 \times X_2$ — множество всех возможных результатов сделки, $d = (d_1, d_2) \in X$ — точка разногласия, $u_i(x) : X \rightarrow \mathbb{R}$, $x = (x_1, x_2)$ — функция выигрыша i -го игрока.

Определение: $x^U \in X$ утилитарное решение задачи о переговорах, если

$$u(x^U) = \max_{x \in X} u(x), \quad u(x) = u_1(x) + u_2(x).$$

Определение: $x^E \in X$ эгалитарное решение задачи о переговорах, если:

$$\begin{aligned} u_1(x^E) &= \max_{x \in X} u_1(x), \\ u_2(x^E) &= \max_{x \in X} u_2(x), \\ u_1(x^E) - u_1(d) &= u_2(x^E) - u_2(d). \end{aligned}$$

Определение: $x^{NE} \in X$ является арбитражным решением Нэша, если оно удовлетворяет следующим аксиомам: инвариантность функций выигрыша относительно аффинных преобразований; оптимальность по Парето; симметричность; независимость от посторонних альтернатив.

Определение: $x^{KS} \in X$ является решением Калай-Смородинского, если оно удовлетворяет первым трем аксиомам решения Нэша и независимо от посторонних альтернатив

Для организации учебного процесса студентов в рамках курса было разработано ПО на языке python, представляющее пакет инструментов для более удобного расчета и анализа поведения решений задачи о переговорах Нэша при различных параметрах и условиях. Библиотека реализует методы поиска решений в одномерном и двумерном случаях на различных видах ограничений, так же возможность расчета таблицы решений, при различных параметрах и создание csv файла для более удобного анализа (например, при помощи библиотеки pandas).

Рассматриваются случаи степенных функций выигрыша игроков: $u_1(x) = x^\alpha$, $u_2(x) = (A - x)^\beta$. В результате проведенных численных экспериментов можно сделать выводы о том, что решение Калай-Смородинского существует не при всех значения параметров, эгалитарное решение может иметь резкие выбросы: принимать либо очень большое, либо маленькое значение при незначительном изменении параметров целевых функций, решение Нэша и утилитарное решение в большинстве своем имеют одинаковые значения и поведение.

Литература

1. Nash, J. (1950). "The Bargaining Problem." *Econometrica*, 18(2), 155–162.
2. Myerson, R. B. Nash equilibrium and correlated equilibrium / R. B. Myerson // *Game theory: analysis of conflict*. – Cambridge, Mass. : Harvard University Press, 1991. – P. 133–172.

ИСКУССТВО ПРОМТИНГА ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ: РАСКРЫВАЕМ ПОТЕНЦИАЛ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Кузнецова Е. М.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: emkunecova @sfedu.ru*

В современном мире развитие технологий приобретает невероятные скорости. Искусственный интеллект (ИИ) – это уже не научная фантастика, а действительность, которая прочно вошла в нашу жизнь. Отдельное направление ИИ – генеративный искусственный интеллект, который основывается на архитектурах глубокого обучения. Он дает ответы на вопросы, решает различные задачи, помогает написать текст и нарисовать изображение. Даже может создать музыкальную композицию или небольшое видео. Но, чтобы использовать его возможности в полном объеме, необходимо научиться с ним общаться. Именно поэтому знакомство школьников с потенциалом генеративного ИИ является первостепенной задачей современного обучения.

В чем же особенность генеративного ИИ? Прежде всего, он может создавать уникальный контент, который ранее не существовал, будь то изображения близкие к реальности, тексты со смыслом и сюжетом, музыкальные композиции или даже целые видеоролики. Еще одной чертой генеративного ИИ выступает творческая направленность, что проявляется в имитации творчества человека. Некоторые созданные ИИ изображения оказываются практически неотличимыми от человеческих.

В общении с генеративным ИИ очень важно умение четко и детально формулировать запросы. В этом состоит искусство промтинга. Работа генеративных моделей, таких как GPT, DeepSeek и др., строится на анализе текстового запроса, сформулированного пользователем. Если запрос нечеткий, без конкретики или содержит двусмысленности, модель выдаст ответ, который будет далек от ожидаемого. Правильно сформулированный промпт помогает ИИ лучше понять задачу, выделить ключевые слова и сгенерировать более релевантный и ясный ответ. Например, вместо общего вопроса «Расскажи про искусство» лучше задать более четкий: «Какие основные направления в современном искусстве появились в XXI веке?» Это позволит сосредоточиться на конкретном временном интервале и определенных направлениях.

Следует признать, искусство промптинга помогает максимально раскрыть потенциал генеративного ИИ и получить максимально качественный и полезный результат.

Воскресная компьютерная школа (ВКШ) мехмата Южного федерального университета всегда была драйвером изучения актуальных программ и технологий. Поэтому именно на занятиях в ВКШ школьники знакомятся с перспективными направлениями ИИ и искусством промтинга.

Перед проведением занятий по данной теме школьникам был предложен небольшой опрос «Искусственный интеллект в современном мире». В опросе приняли участие 58 обучающихся ВКШ. Возраст респондентов был от 12 до 15 лет.

На вопрос о том, как часто они используют технологии ИИ (например, голосовые помощники, чат-боты и др.), больше половины (58%) учеников ответили, что часто (чаще одного-двух раз в неделю). Это говорит о том, что современные школьники быстро адаптируются к цифровым инновациям и активно их применяют в повседневной жизни.

На вопрос о том, с какими достижениями ИИ они знакомы большинство назвало ChatGPT (78%), DeepSeek (31%), GigaChat (17%) и Midjourney (11%). Набирающий популярность Qwen, Leonardo.ai и Suno не были знакомы большинству респондентов (2% респондентов знакомы с ними).

Большинство школьников сказали, что чаще всего используют чат-боты в Telegram. Регистрироваться в приложениях для работы предпочитают только 24% из них.

Очень интересными оказались ответы учащихся на вопросы о том, похож ли искусственный интеллект на естественный интеллект (человеческий разум)? Вот некоторые из них: «искусственный интеллект ещё далёк от естественного, он не может сделать что-то сам, без запроса», «ИИ может быть только похож, но опередить человеческий разум он не сможет»

На вопрос о том, какие навыки нужны для общения с искусственным интеллектом большинство были единодушны: «навыки грамотно формулировать вопросы», «правильно и четко излагать мысли и задачи», «надо уметь правильно объяснить задачу ИИ и обговорить детали».

Очень порадовали ответы школьников на вопрос: сможет ли в будущем искусственный интеллект заменить учителя? «Я думаю, что искусственный интеллект не сможет заменить учителя в будущем, потому что для учеников важен прямой контакт с учителем и живое общение». «В будущем, возможно. Ведь хорошие учителя – это люди с опытом и своей фишкой подачи материала, а искусственный интеллект, вероятно, сможет перенять такие особенности». «Нет, потому что учителя могут не только научить, но и поддерживать словом». «Нет, живое обучение всегда лучше».

Для проведения занятия была выбрана языковая модель от компании DeepSeek. Выбор был неслучаен, в силу популярности платформы DeepSeek и высоких характеристик. Чтобы начать пользоваться платформой, можно просто зайти на официальный сайт DeepSeek, пройти регистрацию или выбрать возможность регистрации через аккаунт Google и сразу приступить к

работе. Интерфейс DeepSeek прост и интуитивно понятен: Платформа позволяет получать результаты в реальном времени, экспериментировать с запросами, создавая несколько вариантов.

Занятие было разделено на несколько логических подтем, каждая из которых нацелена на определенные стороны промтинга.

Задание 1 направлено было на знакомство с простыми запросами. На этом этапе школьники учились формулировать промты для получения конкретной информации. Например, «Напиши список полезных привычек для успешной учебы», «Составь список книг для чтения на лето после 7 класса», «Дай рецепт вкусных сырников». Эти задания помогают понять, как формулировать четкие и конкретные запросы.

Задание 2 показывало школьникам возможности анализа контекста и завершения предложения. Было предложено «испытать» ИИ на знание поговорок. Кроме этого, предлагались Запросы для неоднозначного завершения, например: «Она хотела сделать это наперекор всем, потому что...» Школьники сначала предлагали свои варианты и сравнивали их с предложенными ИИ. На этом примере также было предложено добавить креативность в ответы и посмотреть варианты.

Задание 3 знакомило школьников с выбором роли в промтинге. Необходимо было выбрать роль, например, известного путешественника, и составить план экскурсий по городу Ростову-на-Дону на 3 дня.

Задание 4 было ориентировано на генерацию идей с помощью ИИ. Необходимо было предложить несколько идей для бизнеса в сфере здорового питания или три варианта креативного проведения дня рождения на природе.

В заключении хочется отметить, что обучать современных школьников искусству промтинга необходимо. Это позволит избежать многих ошибок, которые они совершают при самостоятельном знакомстве с технологиями ИИ. Это особенно важно и позволяет подготовить их к жизни в высокотехнологичном мире.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ГЕОИНСТРУМЕНТА ДЛЯ АНАЛИЗА РЫНКА ЖИЛЬЯ

Курдяев А. О.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Таганрог

E-mail: kurdyayev@sfedu.ru

Введение. Разработка модели геоинструмента для анализа рынка жилой недвижимости в России представляет собой актуальную и важную задачу. Понимание пространственных закономерностей в распределении жилой недвижимости играет ключевую роль в планировании городской инфраструктуры, а также в научных исследованиях, связанных со спросом и предложением на рынке жилья. Существующие модели позволяют анализировать, каким образом различные факторы, такие как экономика, демография, политика и окружающая среда, влияют на рынок жилой недвижимости.

Целью данного исследования является создание модели геоинструмента для анализа рынка жилой недвижимости, которая позволит учитывать различные факторы, влияющие на выбор территории. Модель будет анализировать расстояния от заданных точек до объектов транспортной инфраструктуры, торговых центров, парков и образовательных учреждений, а также других важных объектов, что поможет выявить оптимальные районы для проживания, застройки, покупки, а также повысить качество жизни населения.

В целом, данное исследование представляет собой важный шаг к более глубокому пониманию динамики рынка жилой недвижимости в России. Разработка адекватной модели пространственного анализа является необходимым инструментом для решения актуальных задач в области жилищной политики и городского планирования.

Объектом исследования является рынок жилой недвижимости, в частности, его пространственные характеристики и факторы, влияющие на выбор местоположения жилья.

Предметом исследования являются факторы, влияющие на выбор местоположения жилья, учитывающей такие элементы, как расстояние до ключевых объектов инфраструктуры (транспорт, торговые центры, образовательные учреждения, медицинские учреждения и др.), демографические и экономические параметры, а также другие аспекты, влияющие на привлекательность жилой недвижимости.

Методы и инструменты анализа. Исследование существующих геоинструментов. В последние годы наблюдается значительный рост интереса к геоинформационным системам (ГИС) и геоинструментам, которые играют

ключевую роль в пространственном анализе данных. Эти инструменты позволяют эффективно обрабатывать, визуализировать и анализировать пространственную информацию, что является особенно актуальным для понимания различных факторов, влияющих на развитие регионов, экономики и социальной инфраструктуры.

Модели пространственного анализа, такие как модели буферов, анализ кривых расстояний и модели протяженности [6], помогают оценивать влияние расстояния до ключевых объектов (например, школ, здравоохранительных учреждений, транспортных узлов) на социальные и экономические процессы.

Картографический анализ обеспечивает визуализацию данных, позволяя лучше понять распределение явлений. Использование тематических карт и графиков помогает выявлять закономерности и аномалии в данных.

Статистические методы, включая пространственную регрессию и кластерный анализ, позволяют выявлять связи между переменными и анализировать их распределение в пространстве. Эти методы эффективно используются для оценки факторов, влияющих на спрос и предложение в различных отраслях.

Моделирование позволяет создавать сценарии использования пространства в зависимости от разных факторов, включая социальные, экономические и экологические. Это помогает прогнозировать изменения и адаптировать стратегическое планирование. Выбор модели пространственного анализа зависит от исследовательских задач, доступности данных и специфики региона. Эти модели помогают понять динамику рынка недвижимости, выявлять факторы, влияющие на спрос и предложение, и предсказывать изменения в жилищных условиях [7].

Статистические данные по предмету исследования. В связи со многими кардинальными изменениями, произошедшими за последние годы сталкивается с рядом вызовов. Согласно данным [4], несмотря на динамичное развитие и увеличение предложения, уровень спроса на жилье остается нестабильным, что также в свою очередь влияет на ценовую политику. Отследить динамику развития зданий, которые вводятся в эксплуатацию можно, используя информацию из федеральной службы государственной статистики, представленную в [1]. Данные свидетельствуют об увеличении вводимых в эксплуатацию зданий, к которым относятся здания жилого и нежилого назначения. Прогноз, созданный с помощью Microsoft Excel (рисунки 1 и 2), показывает, что рост количества строящихся, вводимых в эксплуатацию зданий будет увеличиваться. В связи с этим развитие инструментов для пространственного анализа рынка жилой недвижимости является актуальными и необходимыми.

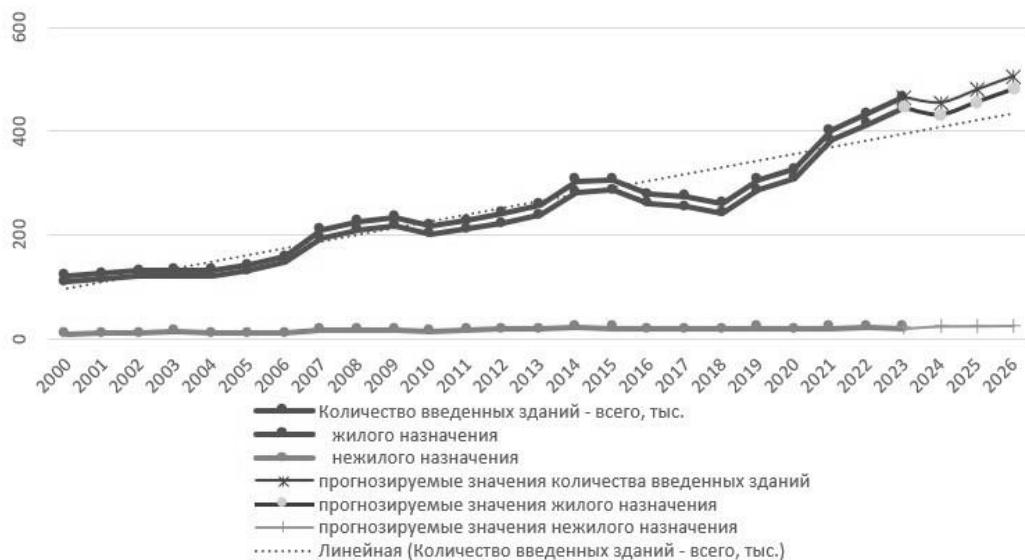


Рис. 1. График изменения зданий и сооружений введенных в эксплуатацию по количественному признаку

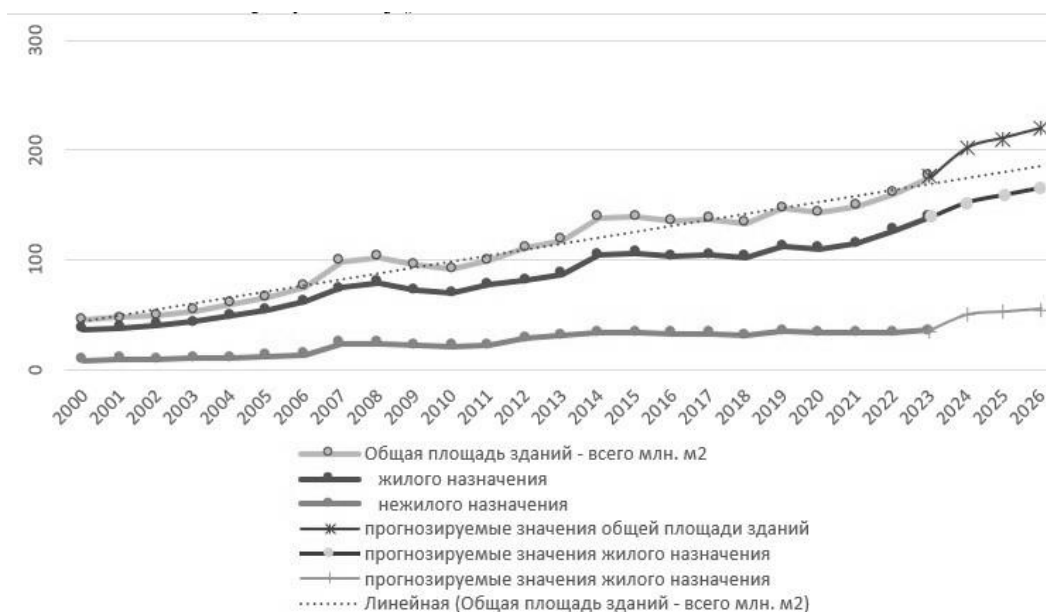


Рис. 2. График изменения зданий и сооружений введенных в эксплуатацию по площадному признаку

Исследование факторов, влияющих на рынок жилой недвижимости. В данном параграфе рассмотрим факторы, которые помогают объяснить, почему жители выбирают одни районы проживания, а не другие, и подчеркивают значимость комплексного подхода к планированию городских территорий. Статья [2] подчеркивает важность ключевой задачи по оценке градостроительной ценности территории. Развитая инфраструктура является важным фактором при покупке жилья. Результаты показали

недостаточность объективных данных, особенно для сельских территорий. Также в статье была предложена концепция интегрированной геоинформационной системы для развития жилищного строительства и деловой активности в сельских и субурбанизированных районах. Согласно статье [5], российский рынок недвижимости уверенно движется к информационной открытости, и в этом процессе важную роль играют инструменты, упрощающие сбор и обработку данных. Универсальность таких инструментов позволяет эффективно задействовать усилия разработчиков и ученых для решения конкретных задач мониторинга. Автор статьи также отмечает, что уже созданы необходимые предпосылки для разработки комплексного инструмента мониторинга, который сможет предоставлять стандартизированные данные о рынке недвижимости через интерфейс прикладного программирования. Авторы статьи [3] подчеркивают важность учета множества параметров, включая доступность, экономическую целесообразность и качество окружающей среды, которые могут значительно повысить привлекательность городских районов и улучшить качество жизни их жителей.

Разработка модели геоинструмента для анализа рынка жилья. UML-диаграмма на основе процесса разработки модели вариантов использования (use case diagram). UML-диаграмма вариантов использования представляет собой важный инструмент в процессе разработки модели геоинструмента для анализа рынка жилья. Она иллюстрирует взаимодействие между пользователем и системой, демонстрируя ключевые функции и сценарии использования, которые позволят пользователям эффективно взаимодействовать с созданным инструментом. В рамках разработки модели геоинструмента для анализа рынка жилья эта UML-диаграмма выполняет роль отправной точки, которая помогает сформировать общее понимание системы, а также способствует четкому определению сценариев использования и функций, необходимых для успешного анализа данных о рынке жилой недвижимости.

Диаграмма вариантов использования представлена на рис. 3, разработанной с помощью средства Draw.io.

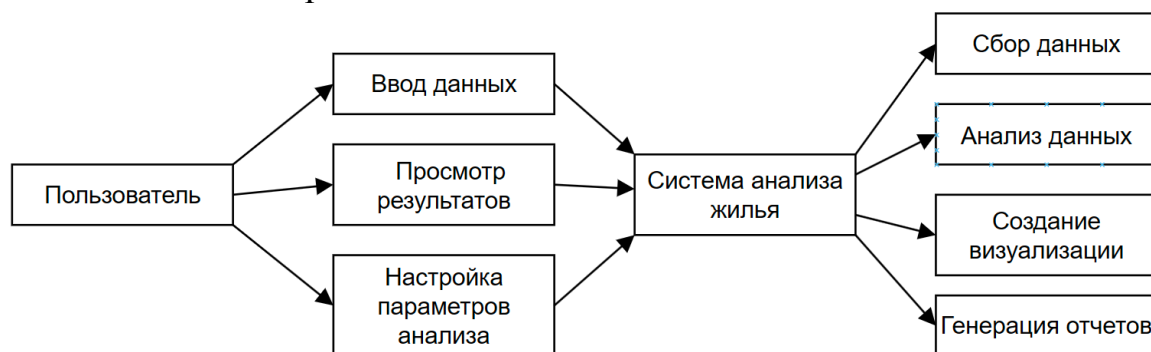


Рис. 3. UML-диаграмма вариантов использования

Заключение. В ходе проделанной работы были получены следующие результаты: 1. Сделан обзор литературы. Данное исследование сконцентрировано на разработку модели геоинструмента, направленной на изучение рынка жилой недвижимости в России. Наиболее существенными источниками по изучаемой тематике являются следующие: актуальности темы статистическими данными из [1], сбор и анализ данных из [2], широкий спектр сложностей и вариантов решений из [9]. 2. Выполнена разработка UML-диаграммы вариантов использования и классов, IDEF0-диаграмма.

Литература

1. Еришкова Л. Г., Дехтяр Е. Е. Ввод в действие зданий жилого и нежилого назначения в Российской Федерации / [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/14458> (дата обращения: 28.12.2024).
2. Гарев И. Ф. Информационные системы и источники данных для проектов жилищного строительства// Жилищные стратегии, 2023. – Т. 5. № 4 – С. 531–560.
3. Бахарев В. В., Рябова Е. Л. Городской ландшафт: урбанизация и проблемы формирования комфортной среды обитания // Этносоциум и межнациональная культура 2020. № 2. С. 45–58.
4. Елисеева И. И., Боченина М. В. Спрос на рынке жилья и потребности россиян: эконометрический подход // Экономическое возрождение России. – Санкт-Петербург., 2022.- № 4 (74). – С. 41–56.
5. Юшин А. Ю. Инструменты мониторинга рынка недвижимости московского региона // Экономика, статистика и информатика. вестник УМО. – 2015. – № 2. – С. 151–154.
6. Петрова П. М. Анализ глобальных стратегических трендов, влияющих на региональный рынок недвижимости России // Стратегия и практика. 2023. Т 3. № 4(10). С. 416–427.
7. Гусеева, Г. В., Астафьева, С. А. Формирование пространственно-экономической модели комплексного развития территорий жилой застройки в регионе // Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ. 2023. Т. 15. № 1(7). С. 94.

ИНСТРУМЕНТЫ ПОДГОТОВКИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАДАНИЯМ ОГЭ ПО ИНФОРМАТИКЕ: ОСОБЕННОСТИ СКРИНКАСТА

Кушкова В. А., Шабас И. Н.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: kushkova@sfedu.ru, shabas@sfedu.ru

Школьное образование постоянно совершенствуется, поэтому необходима разработка новых методов обучения школьников, что относится к задачам формирования человека в информационном обществе. Главная роль в становлении личности, а также развитии мышления, отведена освоению и совершенствованию навыка самостоятельного поиска, анализа и обработки информации, умению правильно применять полученные знания в учебной и быденной деятельности.

По этой причине перед учителями стоит очень важная и непростая задача – обучение детей при помощи современных информационно–коммуникационных технологий, что включает в себя структурированный, последовательный и логичный аспекты образовательного процесса.

В современных информационных условиях система образования должна готовить выпускников к жизни, наполненной активностью и творчеством. Ключевую роль в достижении этой цели в школах играет предмет «Информатика». Быстрое развитие информатики как научной и практической области существенно влияет на определение целей, содержания и статуса этого предмета среди других, а также на этапы его преподавания.

Важным этапом в жизни каждого школьника является прохождение итоговой аттестации. Подготовка к экзамену – всегда ответственный процесс. Зачастую она отличается от традиционного повторения учебной программы и всегда направлена на конкретный тип заданий и систему тестирования.

В связи с большим ростом популярности IT – индустрии, предмет «Информатика» становится более привлекательным для будущих специалистов, что способствует увеличению числа учащихся, выбирающих и сдающих ОГЭ по информатике. Экзамен является первой ступенькой для дальнейшего освоения профильных предметов в старшей школе, а также в среднем профессиональном образовании.

Подготовка к ОГЭ по информатике требует комплексного подхода, который содержит различные инструменты и ресурсы. Среди огромного их количества можно выделить несколько наиболее часто используемых:

1. Учебники и пособия

Для начала подготовки к ОГЭ по информатике необходимо овладеть достаточным количеством нужного теоретического материала, поэтому рекомендуется использовать классические учебники и пособия.

2. Видеоуроки

Видеоуроки – отличный способ дополнить теоретические знания практическими навыками. В сети Интернет существует великое множество платформ, содержащих видеоуроки по всем нужным темам.

3. Тренировочные тесты и приложения

Онлайн-платформы, такие как «Решу ОГЭ», предлагают тесты в формате экзамена, что позволяет учащимся отслеживать свой прогресс и выявлять слабые места. Регулярное прохождение этих тестов помогает развить навыки решения заданий и автоматизировать процесс.

4. Программное обеспечение

Для подготовки к ОГЭ по информатике используются различные программные среды, такие как PascalABC.NET, Python (IDLE), Dev-C++. Эти инструменты необходимы для выполнения практических заданий по программированию и обработке данных.

5. Онлайн-ресурсы

Такие сайты, как ФИПИ и «РЕШУ ОГЭ», предоставляют доступ к банкам заданий и методическим материалам, которые помогают в практической подготовке к экзамену.

6. Скринкасты

Скринкасты – это видеозаписи экрана с аудиокомментариями, которые наглядно демонстрируют решение задач. Они особенно полезны для понимания алгоритмов и программирования, позволяя учащимся повторять и останавливать видео для лучшего усвоения материала.

В современном обучении скринкаст представляет собой мощный инструмент, который делает информацию не только доступной и понятной, но и визуализирует и озвучивает её.

Как и любой метод, инструмент или технология, скринкастинг имеет ряд преимуществ и недостатков.

Преимущества скринкастов:

- **Наглядность и интерактивность:** скринкасты позволяют наглядно демонстрировать процесс выполнения заданий, что делает обучение более увлекательным и понятным. Учащиеся могут видеть пошаговые инструкции и комментарии к каждому действию.
- **Доступность и гибкость:** скринкасты можно просматривать в любое время и в любом месте, что делает их удобными для дистанционного обучения. Ученики могут останавливать, перематывать и повторять видео столько раз, сколько им нужно.

- Мотивация и вовлечение: создание скринкастов может быть заданием для студентов, что стимулирует их к активной учебной деятельности и повышает интерес к изучению дисциплины.
- Возможность работать с разными группами учащихся: скринкасты позволяют работать с детьми с ограниченными возможностями здоровья или находящимися на домашнем обучении.

Недостатки скринкастов:

- Трудоёмкость записи: создание скринкаста может быть трудоёмким процессом, поскольку не всегда получается записать его с первого раза. Это требует нескольких попыток и редактирования.
- Ограничения по формату: не все темы можно эффективно представить в виде скринкастов. Некоторые темы требуют более интерактивных или практических подходов.
- Технические проблемы: низкая скорость интернет-соединения может негативно повлиять на качество просмотра скринкастов, что может стать проблемой для пользователей с медленным интернетом.
- Занимает много места: исходные видеофайлы занимают много места на диске, что может стать проблемой при хранении и обновлении материалов. Внесение изменений в готовые материалы может ухудшить качество видео.

Скринкаст может стать эффективным помощником для учеников в подготовке к практической части ОГЭ по информатике, а именно пошаговое выполнение заданий № 14, 15 и 16. Нами была разработана серия обучающих скринкастов, которая включает в себя видео – решение указанных ранее заданий, каждый шаг озвучивается и визуализируется на экране, что способствует успешному освоению материала. Данная серия будет отличным помощником для девятиклассников при подготовке к экзамену.

Создание скринкаста на первый взгляд может показаться сложным процессом. Однако существует большое количество платформ с понятным и простым интерфейсом, которые помогут в успешной реализации любой идеи. Например, OBS Studio, Camtasia 9 и многие другие.

Скринкасты являются эффективным инструментом для повышения качества образования, способствуя более глубокому усвоению материала и повышая активность учеников в учебном процессе. Несмотря на некоторые недостатки, их преимущества делают их ценным дополнением к традиционным методам обучения. Включение скринкастов в образовательный процесс может существенно улучшить восприятие информации учащимися, делая обучение более доступным и увлекательным.

Литература

1. Методика подготовки обучающихся к ОГЭ по информатике и ИКТ. Методические рекомендации / Т. В. Киндра – Симферополь: ИП Хотеева Л. В., 2018. – 64 с.
2. Люлин А. А. Особенности подготовки обучающихся к ГИА в условиях перехода на ФГОС // Проблемы современной науки и образования. 2018. С. 36–39 [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-podgotovki-obuchayuschih-sya-kgia-v-usloviyah-perehoda-na-fgos> (дата обращения: 23.09.2023).
3. Злыдённая М. А., Лозинская А. М. Разработка скринкастов для электронных образовательных ресурсов по информатике // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий. Екатеринбург, 2018. С. 236–242.
4. Использование современных информационных коммуникационных технологий в учебном процессе: учебно-методическое пособие / Тевс Д. П., [и др.] Барнаул, 2006. 59 с.

РЕАЛИЗАЦИИ АБСТРАКТНОЙ СЕТКИ ДЛЯ ДЕФОРМАЦИИ 3D ОБЪЕКТА НА ИГРОВОМ ДВИЖКЕ UNREAL ENGINE

Лаврухин Е. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: lavrukherinegor@yandex.ru

В настоящее время в игровом движке Unreal Engine отсутствует возможность деформации 3D-объектов с помощью технологии процедурного объекта. Однако, данная технология позволяет добиться более реалистичных результатов и требует меньше времени для добавления возможности её использования к уже смоделированным 3D-объектам.

Для разработки такого способа деформации на Unreal Engine необходимо выполнить следующие задачи:

1. Создать модель в игровом мире, способную к изменениям в режиме реального времени (Procedural Mesh [1], Realtime Mesh [2]).
2. Создать абстрактную модель, основанную на узлах, которые реагируют на столкновения.
3. Разработать алгоритм смещения узлов этой абстрактной сетки.
4. Реализовать способ переноса деформации с абстрактного представления на высоко детализированную модель (Mean-Value Coordinates [3]).

В данной реализации деформации особое внимание следует уделить двум аспектам: созданию абстрактной модели в игровом пространстве и смещению узлов.

Чтобы создать абстрактную модель на основе узлов, нам нужно знать их расположение. Для упрощения процесса разработки мы будем брать информацию о размещении узлов из модели, созданной в 3D-редакторе. Это может быть модель с высоким уровнем детализации или её уровень детализации (LOD). Для работы мы будем использовать форматы, такие как FBX, OBJ и другие, которые поддерживаются Unreal Engine. Это позволит нам использовать встроенные инструменты для чтения данных о модели на CPU.

Узлы абстрактной модели представляют собой элементы, которые реагируют на столкновения и перемещаются после них. Их можно реализовать различными способами и инструментами, доступными в Unreal Engine, в зависимости от требований проекта, таких как производительность или детализация деформации.

Далее рассмотрим две возможные реализации: Sphere Component [4] и Sphere Component с Physics Constraint Component [5].

При реализации на Sphere Component необходимо реализовать метод смещения узлов в момент столкновения. Однако такая реализация имеет ряд недостатков и сложностей. Например, если объект падает своей плоскостью на несколько узлов, то функция вызывается только одним узлом, который первым среагировал на столкновение в процессе симуляции физики в игровом движке. Для решения этой проблемы можно использовать трассировку из других узлов по направлению нормали, полученной из информации о столкновении в первом реагирующем узле. Кроме того, базовая реализация такого метода не всегда точно повторяет изгибы плоскости, с которой произошло столкновение.

Для второй реализации узел по-прежнему представляет собой компонент сферы, но с включенной симуляцией физики для смещения в одном тике со столкновением. Он прикреплен к модели с помощью компонента ограничения физики, который предотвращает отсоединение узла при смещении основной модели. Также можно регулировать упругость компонента, что делает столкновения более реалистичными, поскольку смещение узла происходит одновременно со столкновением, а не после него, как в предыдущей реализации. Поскольку смещение узла рассчитывается физическим движком, результат деформации выглядит более реалистично. Однако из-за включенной симуляции физики возникают сложности при реализации подвижных объектов.

Таблица 1

Время, необходимое для создания деформируемого объекта
с разным количеством узлов

Реализация\Узлов	230	2400
Sphere Component	97ms	135ms
Sphere Component + Physics Constraint	102ms	210ms

Таблица 2

Время кадра при одновременном столкновении и деформации
для различного количества объектов

Реализация\Кол-во объектов	1	4	16	32
Sphere Component	6ms	12ms	46ms	60ms
Sphere Component + Physics Constraint	8ms	15ms	38ms	72ms

На основании проведенных измерений можно сделать вывод, что реализация с использованием Physics Constraint Component требует больше ресурсов для деформации как на этапе создания объекта, так и в процессе симуляции. Первое связано с тем, что необходимо создавать в два раза больше компонентов вдобавок к Sphere Component. Второе же связано с тем, что для узлов игровой движок вынужден симулировать физику. Однако реализация без использования Physics Constraint при большой площади столкновения может привести к ухудшению результата из-за выполнения трассировки в момент столкновения.

Литература

1. Unreal Engine 5.5 Procedural Mesh, URL: <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/BlueprintAPI/Components/ProceduralMesh>.
2. Unreal Engine Realtime Mesh Component, URL: <https://rmc.triaxis.games/>.
3. Tao Ju, Scott Schaefer, Joe Warren. Mean Value Coordinates for Closed Triangular Meshes. Seminal Graphics, URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3596711.3596737>.
4. Unreal Engine Sphere Component, URL: <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/API/Runtime/Engine/Components/USphereComponent>.
5. Unreal Engine Physics Constraint Component, URL: <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/physics-constraint-component-user-guide-in-unreal-engine>.
6. Lu Chen, Jin Huang, Hanqiu Sun, Hujun Bao, Cage-based deformation transfer (21.01.2010), URL: http://www.cad.zju.edu.cn/home/hj/10/Cage-based_deformation_transfer.pdf.

МЕТОД КАРТ КАРНО КАК СРЕДСТВО УПРОЩЕНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ВЫРАЖЕНИЙ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ В 10 КЛАССАХ УГЛУБЛЕННОГО УРОВНЯ

Лебедев М. А.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: matfe2012@yandex.ru*

Изучение логических основ информатики является фундаментальным для понимания работы компьютеров и цифровых устройств. Умение упрощать логические выражения необходимо для оптимизации схем, уменьшения количества логических элементов и повышения производительности систем. В 10 классах углубленного уровня изучение булевой алгебры и методов упрощения логических выражений является важным этапом подготовки к изучению дисциплин, связанных с цифровой схемотехникой, микропроцессорной техникой и программированием аппаратного обеспечения.

Вопросы преподавания логических основ информатики рассматриваются в работах многих методистов и педагогов (Андреева, 2004; Угринович, 2012; Семакин, 2018). Существуют различные подходы к упрощению логических выражений, такие как использование законов булевой алгебры, метод Квайна и метод Карт Карно. Однако, часто учащиеся испытывают трудности в применении законов булевой алгебры из-за их абстрактности и большого количества. Метод Квайна, хотя и более формальный, может быть достаточно трудоемким для выражений с большим числом переменных. Метод Карт Карно, в свою очередь, предоставляет наглядный и эффективный способ упрощения логических выражений, особенно для функций с небольшим числом переменных.

Целью данной статьи является демонстрация эффективности метода Карт Карно как средства упрощения логических выражений на уроках информатики в 10 классах углубленного уровня.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- Описать методику использования Карт Карно для упрощения логических выражений.
- Привести примеры решения задач различной сложности с использованием К-карт.
- Сравнить эффективность метода Карт Карно с другими способами упрощения логических выражений.
- Оценить влияние использования К-карт на развитие логического мышления учащихся.

Объектом исследования является процесс обучения логическим основам информатики в 10 классах углубленного уровня. Предметом исследования выступает метод Карт Карно как средство упрощения логических выражений.

В ходе исследования использовались следующие методы: анализ методической литературы, педагогическое наблюдение, анкетирование учащихся, анализ результатов контрольных работ.

Теоретические основы метода Карт Карно

Карта Карно (К-карта) – это графический метод упрощения булевых функций. Она представляет собой таблицу, в которой каждая ячейка соответствует определенной комбинации значений входных переменных. Ячейки располагаются таким образом, что соседние ячейки отличаются только значением одной переменной, что позволяет наглядно выявлять группы единиц, которые можно объединить для упрощения выражения.

Правила заполнения карты Карно:

- Для функции с n переменными К-карта имеет 2^n ячеек.
- Ячейки К-карты заполняются значениями функции для соответствующих комбинаций входных переменных.
- Расположение ячеек должно обеспечивать соседство ячеек, отличающихся только одной переменной (использование кода Грея).

Правила упрощения с использованием карты Карно:

- Группировка единиц: необходимо находить группы единиц, которые можно объединить в прямоугольники, содержащие 2^k ячеек (где k – целое число).
- Перекрывание групп: группы единиц могут перекрываться.
- Максимальный размер групп: следует стремиться к образованию групп максимального размера.
- Охват всех единиц: каждая единица должна входить хотя бы в одну группу.

Методика использования Карт Карно на уроках информатики

Этап 1: Введение в булеву алгебру и логические операции: Перед изучением метода Карт Карно необходимо убедиться, что учащиеся хорошо понимают основные понятия булевой алгебры: логические переменные, логические операции (И, ИЛИ, НЕ, исключающее ИЛИ), таблицы истинности.

Этап 2: Знакомство с картой Карно:

- Объяснение принципа построения К-карты для функций с двумя, тремя и четырьмя переменными.
- Демонстрация расположения ячеек и соответствия их комбинациям входных переменных.
- Примеры заполнения К-карты на основе таблицы истинности логической функции.

Этап 3: Практика упрощения логических выражений:

- Разбор примеров упрощения логических выражений с использованием К-карт.

- Объяснение правил группировки единиц и формирования упрощенного выражения.

- Постепенное увеличение сложности задач: от простых выражений с двумя переменными до более сложных выражений с четырьмя переменными.

- Использование интерактивных упражнений и онлайн-тренажеров для закрепления навыков.

Этап 4: Сравнение с другими методами упрощения:

- Решение одних и тех же задач с использованием как К-карт, так и законов булевой алгебры.

- Обсуждение преимуществ и недостатков каждого метода.

- Подчеркивание наглядности и эффективности К-карт для функций с небольшим числом переменных.

Примеры решения задач с использованием Карт Карно

Пример 1: Упрощение функции $F(A, B) = A \cdot B + A \cdot \neg B$:

Таблица истинности:

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

Карта Карно:

	B	$\neg B$
A	1	1
$\neg A$	0	0

Группировка: объединяем обе единицы в одну группу.

- Упрощенное выражение: $F(A, B) = A$

Пример 2: Упрощение функции $F(A, B, C) = A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot \neg C + A \cdot \neg B \cdot C + A \cdot \neg B \cdot \neg C$. (Привести таблицу истинности и карту Карно для трех переменных, показать процесс группировки и получение упрощенного выражения: $F(A, B, C) = A$)

Пример 3: Упрощение функции $F(A, B, C, D) = \Sigma(0, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 15)$ (Привести карту Карно для четырех переменных, показать процесс группировки и получение упрощенного выражения: $F(A, B, C, D) = \neg B \cdot \neg D + A \cdot C + B \cdot C \cdot D + \neg A \cdot B \cdot \neg C \cdot D$)

Сравнение эффективности метода Карт Карно с другими методами

Метод Карт Карно имеет следующие преимущества:

- Наглядность: Графическое представление упрощает процесс поиска групп единиц и минимизации выражения.

- **Эффективность:** Для функций с небольшим числом переменных (до 4) К-карты позволяют быстро и эффективно находить оптимальное упрощение.

- **Развитие логического мышления:** Работа с К-картами требует анализа, систематизации и логического мышления.

Недостатки:

- **Ограниченность:** Для функций с большим числом переменных К-карты становятся громоздкими и неудобными в использовании.

- **Необходимость знания теории булевой алгебры:** Для правильного заполнения К-карты и интерпретации результатов необходимо понимать основные законы булевой алгебры.

В сравнении с использованием законов булевой алгебры, К-карты предоставляют более наглядный и структурированный подход, особенно для сложных выражений. В сравнении с методом Квайна, К-карты менее формальны, но более эффективны для функций с небольшим числом переменных.

Оценка влияния использования К-карт на развитие логического мышления учащихся

Для оценки влияния использования К-карт на развитие логического мышления учащихся было проведено анкетирование и анализ результатов контрольных работ. Результаты показали, что:

- 65% учащихся отметили, что метод К-карт помог им лучше понять принципы упрощения логических выражений.

- 55% учащихся считают, что использование К-карт упростило процесс решения задач по логическим основам информатики.

- Средний балл по контрольным работам, включающим задачи на упрощение логических выражений, повысился на 15% после внедрения метода К-карт в учебный процесс.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что метод Карт Карно является эффективным средством для развития логического мышления учащихся и повышения их успеваемости по логическим основам информатики.

Вывод

Метод Карт Карно является ценным инструментом для упрощения логических выражений на уроках информатики в 10 классах углубленного уровня. Он позволяет учащимся наглядно представить логические функции, эффективно минимизировать их и развить навыки логического мышления. Использование К-карт способствует лучшему усвоению материала и подготавливает учащихся к дальнейшему изучению дисциплин, связанных с цифровой схемотехникой и программированием аппаратного обеспечения. Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на раз-

работку интерактивных обучающих материалов и онлайн-тренажеров, позволяющих учащимся эффективно осваивать метод Карт Карно и применять его для решения задач различной сложности.

Литература

1. *Андреева, Е. В.* (2004). Информатика: основы теории и практики. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.
2. *Семакин, И. Г., Шеина, Т. Ю., Шеина, И. М.* (2018). Информатика. 10 класс. Углубленный уровень. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.
3. *Угринович, Н. Д.* (2012). Информатика и ИКТ. 10-11 классы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ РАБОТЕ СО СТУДЕНТАМИ

Литвиненко А. Н.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: litva@sfedu.ru*

Современное образование переживает эпоху цифровой трансформации, где технологии становятся неотъемлемой частью учебного процесса. Одним из таких инновационных подходов является сочетание инструментов управления знаниями с возможностями искусственного интеллекта (ИИ). Эта комбинация открывает новые горизонты для преподавателей и студентов, позволяя оптимизировать обучение, развивать критическое мышление и адаптировать образовательный процесс к индивидуальным потребностям. Здесь рассматриваются ключевые аспекты использования учебной базы знаний на Obsidian и ИИ, их преимущества, вызовы и перспективы в работе со студентами.

Obsidian – это мощный инструмент для создания и управления заметками, который выделяется своей способностью выстраивать связи между идеями в нелинейном формате. В отличие от традиционных текстовых редакторов, Obsidian позволяет организовать учебные материалы – лекции, статьи, заметки с семинаров – в виде графа знаний, где каждая запись связана с другими через гиперссылки и теги. Это особенно полезно для студентов, которым необходимо систематизировать большой объем информации. Например, студент, изучающий алгоритмы, может создать заметку о сортировке пузырьком, связав ее с понятиями временной сложности ($O(n^2)$), псевдокодом и примерами на Python.

Для преподавателей Obsidian становится инструментом для подготовки структурированных учебных планов и хранения дополнительных материалов. Допустим, преподаватель курса по базам данных использует Obsidian для создания базы знаний о реляционных моделях, где заметка о нормализации связана с концепциями первичных ключей, SQL-запросов и примерами таблиц. Obsidian выступает фундаментом для накопления и организации знаний, что делает его идеальной платформой для интеграции с ИИ.

ИИ способен выполнять широкий спектр задач: от ответа на вопросы студентов до анализа текстов и генерации учебного материала. Например, студент, изучающий машинное обучение, может спросить у ИИ: "Как работает градиентный спуск в нейронных сетях?". В ответ он получит объяснение с примером оптимизации функции потерь. Кроме того, ИИ может автоматизировать рутинные процессы, такие как проверка заданий или генерация тестов, освобождая время для более творческой работы.

Одним из ключевых преимуществ ИИ является его способность к персонализации. Допустим, у студента трудности с понятием рекурсии. ИИ, проанализировав его код для вычисления факториала, предложит простую задачу (например, рекурсивный обход дерева) и постепенно усложнит ее, пока студент не освоит концепцию. Это особенно важно в условиях, когда в одной группе находятся студенты с разной подготовкой. Таким образом, ИИ становится не просто помощником, но и активным участником образовательного процесса.

Особенно интересно сочетание Obsidian и ИИ. Представим ситуацию: студент задает вопрос о том, как связаны хэш-таблицы и разрешение коллизий. ИИ, подключенный к базе знаний в Obsidian, находит заметки о хэшировании, методах цепочек и открытой адресации, а затем предлагает дополнительную связь – использование хэш-функций в криптографии, о чем студент мог не задуматься.

Другой пример: преподаватель курса по искусственному интеллекту ведет занятия о деревьях решений и использует Obsidian для хранения заметок. Студент спрашивает о критерии Джини. ИИ не только находит соответствующую заметку, но и предлагает связать ее с практическим примером – классификацией спама в электронной почте с помощью библиотеки `scikit-learn`. Кроме того, ИИ способен выявлять пробелы в базе знаний. Если студент часто обращается к теме многопоточности, но в заметках нет примеров, ИИ может предложить добавить код с использованием потоков в Java и найти обучающие материалы в интернете. Такой подход превращает обучение в динамичный процесс, где знания не статичны, а постоянно развиваются.

Работа с базой знаний в Obsidian выходит за рамки пассивного чтения чужих материалов. Она включает разнообразные методы, такие как создание собственных заметок, постоянная реструктуризация и применение знаний. Исследования показывают, что активное ведение заметок улучшает обучение, повышая внимание и концентрацию. Например, статья из UNC Learning Center [1] подчеркивает, что заметки помогают студентам активно взаимодействовать с материалом, а не просто пассивно слушать. В Obsidian студенты могут создавать заметки во время лекций, связывать связанные

концепции и обновлять их по мере изучения, что способствует более глубокому пониманию.

Интеграция с ИИ усиливает это взаимодействие. Существует несколько плагинов, позволяющих студентам взаимодействовать с AI-моделями, (например, с Gemini), прямо в заметках, получая мгновенную обратную связь, генерируя вопросы для самопроверки или имитируя обсуждения. Это делает процесс обучения более интерактивным.

При работе с базой знаний необходимо использовать многомерную структуризацию, то есть рассматривать заметки с разных точек зрения и учитывать различные аспекты практического применения знаний. В Obsidian это достигается помощью тегов, подзаголовков и ссылок, позволяя студентам организовывать заметки по предметам, типам или другим критериям. Например, заметка о некоторой концепции может быть связана с заметками о ее применении, историческом контексте или связанных теориях, создавая сеть знаний, подобную концептуальной карте.

ИИ может улучшить эту структуру, предлагая дополнительные теги или ссылки на основе содержания заметок. Это помогает студентам обнаруживать новые связи, которые они могли бы пропустить, усиливая многомерное понимание. Исследования, такие, как статья из UTC [2], показывают, что работа с концепциями способствует осмысленному обучению, помогая студентам видеть связи между концепциями. Студенты могут использовать метаданные и плагины для создания многомерных связей, что подтверждает практическую применимость этой идеи.

При работе с базой знаний необходимо использовать калибровку масштабов осмысления, то есть обобщать материал или углубляться в специфические детали. В Obsidian это достигается через заголовки, свертывание и свойства. Студенты могут создавать заметки с основными заголовками для общих тем и подзаголовками для деталей, используя свертывание для скрытия или отображения информации по мере необходимости. Например, статья [3] описывает, как функции свертывания и трансклюзии (т. е. включение одного электронного документа или его части в другие электронные документы посредством гипертекстовой ссылки) позволяют управлять уровнями детализации, скрывая ненужные детали и фокусируясь на нужных.

ИИ может предоставлять краткие резюме или расширять заметки по запросу. Например, студент может попросить ИИ предоставить обзор заметки или углубиться в конкретный аспект, адаптируя уровень детализации под свои потребности. Это важно для создания гибкого учебного опыта, как отмечается в исследованиях о значении управления уровнями детализации в обучении [4]. Такой подход позволяет студентам строить знания шаг за шагом, начиная с общих идей и углубляясь в детали по мере необходимости.

Использование Obsidian и ИИ приносит ощутимые выгоды. Во-первых, это ускорение процесса обучения: студентам больше не нужно тратить часы на поиск информации в разрозненных источниках. Например, студент, изучающий сети, может мгновенно найти в Obsidian заметки о протоколе ТСР/IP, а ИИ объяснит, как он работает на примере передачи пакетов в локальной сети. Во-вторых, визуализация связей в Obsidian и диалог с ИИ способствуют развитию критического мышления. Студенты учатся не просто запоминать, а анализировать, находить закономерности и задавать вопросы. В-третьих, интерактивность этих инструментов повышает вовлеченность: например, изучение графовых алгоритмов с помощью графа в Obsidian и симуляции поиска в глубину от ИИ превращает урок в увлекательное исследование.

Несмотря на преимущества, внедрение Obsidian и ИИ в учебный процесс сопряжено с рядом проблем. Первая – необходимость обучения. Например, студент-первокурсник, не знакомый с Markdown, может потратить время на освоение синтаксиса Obsidian вместо изучения стеков и очередей. Вторая проблема – риск чрезмерной зависимости от ИИ. Если студент привык получать готовый код для сортировки массива, он может не захотеть самостоятельно реализовать алгоритм QuickSort. Наконец, возникают вопросы этики.

Будущее связки Obsidian и ИИ выглядит многообещающим. Одним из направлений может стать разработка плагинов для совместной работы. Например, группа студентов, изучающих распределенные системы, могла бы в реальном времени обновлять базу знаний о протоколах консенсуса, а ИИ предлагал бы примеры из блокчейн-технологий. Другой перспективой является создание адаптивных программ: студент, изучающий Python, мог бы получать от ИИ задачи по объектно-ориентированному программированию, основанные на его текущем уровне, с примерами кода прямо в Obsidian. Кроме того, эти инструменты могут стать основой для исследований: студент использует Obsidian для записи гипотез о производительности алгоритмов сжатия, а ИИ проверяет их, анализируя научные статьи.

Заключение

Использование учебной базы знаний на Obsidian в сочетании с искусственным интеллектом представляет собой мощный инструмент для трансформации образования. Эта комбинация позволяет не только систематизировать знания, но и сделать обучение более гибким, интерактивным и эффективным. Однако для полного раскрытия этого потенциала необходимо преодолеть технические и этические вызовы, а также обеспечить доступность технологий для всех участников образовательного процесса. В условиях стремительного развития компьютерных наук такие подходы могут

стать ключом к подготовке студентов к вызовам XXI века, где способность быстро учиться и адаптироваться ценится выше всего.

Литература

1. <https://learningcenter.unc.edu/tips-and-tools/effective-note-taking-in-class/> Effective Note-Taking in Class (access date 12/03/2025).
2. <https://www.utc.edu/academic-affairs/walker-center-for-teaching-and-learning/teaching-resources/pedagogical-strategies-and-techniques/concept-mapping-and-curriculum-design>. Concept Mapping and Curriculum Design.
3. <https://medium.com/obsidian-observer/demystifying-obsidians-outlining-superpowers-20c077793356> Demystifying Obsidian's Outlining Superpowers.
4. <https://lovelearningtppt.org/how-to-use-levels-of-understanding-in-your-classroom/> How to Use Levels of Understanding in your Classroom.

ОРКЕСТРАЦИЯ ПРИ ПОМОЩИ БОЛЬШОЙ ЯЗЫКОВОЙ МОДЕЛИ

Литвиненко М. М.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: mlitivinenko@sfedu.ru*

Большие языковые модели (LLMs) представляют собой мощные инструменты, которые находят применение во многих областях благодаря своей способности понимать и генерировать естественный язык. Это происходит благодаря обширным знаниям модели уровней L0 и L1, отвечающим за общее понимание мира и различных прикладных областей. Однако в задачах с узкоспециализированными областями или в сложных и слабо задокументированных задачах модель работает не столь эффективно и практично. Связано это с неполнотой данных на уровне L1 или недостатком знаний уровня L2, то есть входных данных. В данной работе рассматривается подход к разработке эффективного ИИ-агента в рамках прикладных задач при минимальных начальных знаниях уровня L2.

Целью данной работы является реализация ИИ-агента, который сможет генерировать последовательность из простых действий для выполнения поставленных задач в рамках бизнес-продукта.

Одним из практических применений и критерием эффективности является генерация автоматических тестов. Задачей в этом случае является описание ручных действий тестировщика. Однако описание таких действий не всегда подробно, связано или полно описано.

В работе реализован фасад с целью сокрытия сложной системы и объединения интерфейсов для работы со множеством различных подсистем. ИИ-агент уже способен работать с данным фасадом, однако возникает 2 основные проблемы:

1. Документирование фасада.
2. Отсутствие знаний у ИИ-агента для разбиения комплексных задач подзадачи в виде методов фасада.

Первая проблема решается при помощи генерации фасада в виде шагов, аннотированных при помощи Cucumber/Gherkin на основе контрактов (dto), таблиц (сущностей), репозитория и REST API. На выходе получаются уже тысячи возможных действий только на небольшом срезе продукта, описанных по единому образу и подобию.

Вторая проблема решается через заполнение уровня L2 на основе уже сгенерированных действий, а также выделение абстракций в новые шаги фасада. Все тестовые кейсы были проанализированы на основе первичного фасада,

и каждому тесту присвоен ранг неопределённости. Тесты, которые не требовали дополнительных знаний в L2, были проверены вручную и добавлены как часть фасада вместе с описанием ручного тестирования. Этот процесс позволил значительно улучшить базу знаний L2 для выполнения более сложных задач.

Для ИИ-агента был реализован пайплайн с использованием библиотеки langchain, основными блоками которого являлись Chain-of-Thoughts (CoT), SmartLLM и работа с Retrieval-Augmented Generation (RAG).

RAG включает в себя эмбединги сущностей (таблиц), контракты сервисов (dto), шаги cucumber, написанные или сгенерированные тесты в паре с их описанием, документацию и фрагменты кода для некоторых из процессов.

При разбиении полученные подзадачи делились на 2 вида:

1. Поиск данных в БД.
2. Выполнение процесса на сервере приложений.

Первая подзадача решается через добавление к запросу сообщения от ассистента – структуры сущностей (таблиц). Так как запрос должен быть однозначным, применялся CoT для уточнения условий в условиях тестовой среды – ИФТ.

Вторая задача остается полностью нерешаемой, так как в условиях большой системы существует более 100 тысяч спецификаций методов без какой-либо документации на основе сущностей, отличающихся от используемых в фасаде.

Настоящая работа демонстрирует возможность разработки ИИ-агента для автоматизации прикладных задач, даже при наличии ограниченных знаний уровня L2. Для решения этой проблемы предложена система фасады, которая позволяет упростить взаимодействие с различными компонентами системы и скрыть её сложность. Благодаря генерации документов на основе контрактов, таблиц и API, удастся создать обширную базу возможных действий, что существенно обогащает уровень L2 и делает возможным выполнение более сложных задач.

Литература

1. Juyong Jiang, Fan Wang, Jiasi Shen, Sungju Kim, and Sunghun Kim. 2018. A Survey on Large Language Models for Code Generation. J. ACM 37, 4, Article 1 (August 2018), 70 pages.
2. Desta Haileselassie Hagos, Rick Battle, Danda B. Rawat. 2024. Recent Advances in Generative AI and Large Language Models: Current Status, Challenges, and Perspectives. IEEE Transactions on Artificial Intelligence.
3. Patrick Lewis, Ethan Perez, Aleksandra Piktus, Fabio Petroni, Vladimir Karpukhin, Naman Goyal, Heinrich Küttler, Mike Lewis, Wen-tau Yih, Tim Rocktäschel, Sebastian Riedel, Douwe Kiela. 2020. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ PASCALABC.NET В ПОДГОТОВКЕ ЕГЭ ПО ИНФОРМАТИКЕ

Майер С. Ф., Мордюкова А. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: sfmayer@sfedu.ru, mordiukova@sfedu.ru

С каждым годом сдать единый государственный экзамен (ЕГЭ) школьнику становится все труднее из-за повышения уровня сложности заданий. Большой объем материала, непростые задачи требуют высокого уровня подготовки обучающихся. Зачастую, общераспространённой проблемой является нехватка времени. Многие ученики не успевают завершить тесты, поскольку сталкиваются с заданиями, требующими серьезного математического анализа, умения применять теорию на практике, а также навыков структурирования своих мыслей и поиска оптимальных решений. Стресс и давление также негативно влияют на выпускников. Наряду с этим, не все учебные заведения имеют достаточные ресурсы для качественной подготовки к экзаменам, что приводит к разному уровню знаний среди школьников. Поэтому успешная подготовка к экзамену требует комплексного подхода, включая регулярные тренировки и дополнительные занятия.

Многие учащиеся сталкиваются с проблемами в освоении той части экзамена, которая касается программирования и алгоритмов. Нехватка знаний в области программирования или недостаточное владение необходимыми языками может привести к низкому результату на экзамене. Многие учащиеся часто остаются в неведении о структуре экзамена и критериях оценки, что приводит к завышенным ожиданиям и стрессу в день экзамена. Четкое понимание требований и формата заданий может значительно упростить процесс подготовки.

В конечном итоге, для успешной подготовки к экзамену по информатике необходимы знания, навыки, грамотная организация учебного процесса, поддержка преподавателей и возможность обратной связи.

ЕГЭ по информатике предоставляет несколько вариантов для решения задач, и, как показывает опыт, примерно 80% из них можно успешно выполнить с использованием программирования. Хотя это не является обязательным, данный способ решения может значительно упростить и ускорить процесс.

В соответствии с официальными рекомендациями ФИПИ, на экзамене разрешено использовать пять языков программирования: Pascal, Python, C++, C# и Java. Рассмотрим достоинства и недостатки каждого из них.

C++ является одним из самых востребованных языков программирования, который применяется для разработки программного обеспечения от игр до операционных систем. Преимущества использования: высокая производительность, что делает его подходящим для обработки больших объемов информации; возможности объектно-ориентированного программирования позволяют разрабатывать сложные приложения. Недостатки: сложный синтаксис, что может затруднить обучение новичкам; требуется ручное управление памятью, что требует дополнительных знаний [1].

C# (Си Шарп) был разработан для создания приложений под Windows, но в настоящее время используется для различных задач, включая разработку игр и нейросетей, что делает его универсальным языком. Перечислим преимущества использования языка: современный синтаксис и разнообразные встроенные функции облегчают процесс разработки; интеграция с .NET облегчает использование готовых библиотек и ускоряет разработку. Недостатки: разнообразие функций и возможностей делает его трудным в изучении для начинающих [1].

Java активно применяется для создания приложений на Android, корпоративного программного обеспечения и научных решений. Положительные стороны использования: отличная переносимость благодаря концепции Java Virtual Machine (JVM); хорошая поддержка объектно-ориентированного программирования, что способствует упорядочению кода. Недостатки: длительное время компиляции может замедлить процесс разработки; сложный синтаксис делает его менее подходящим для новичков.

Python – это рекомендуемый язык для ЕГЭ. Он не только поможет ускорить процесс решения на экзамене, но и станет полезен в дальнейшей карьере в области информационных технологий. Преимущества использования: удобный и понятный синтаксис, который легко осваивается; широкая сфера применения – от веб-разработки до машинного обучения; большое сообщество и множество обучающих материалов делают изучение языка доступным [3]. Минусы: производительность может уступать C++ или C#, но на экзамене это не критично.

Паскаль – это универсальный язык программирования, который часто изучают в школах. Он обладает четкой структурой и понятным синтаксисом, однако имеет свои недостатки. Преимущества использования: простота и легкость в освоении делают его хорошим инструментом для обучения; он создает отличную базу для развития навыков алгоритмического мышления и освоения фундаментальных алгоритмов; высокая популярность среди преподавателей облегчает учебный процесс [2]. Недостатком использования языка является малая вероятность того, что он будет полезен в университете или на профессиональном уровне, поскольку для дальнейшего обучения требуется изучение другого языка.

Использование традиционного Паскаля в сегодняшних условиях может показаться нецелесообразным. Хотя этот язык служил основой для обучения программированию, он не поддерживает многих современных технологий и инструментов, необходимых для решения актуальных задач [2]. Недостатки традиционного Паскаля включают ограниченную поддержку новых парадигм программирования, дефицит библиотек и устаревшие методологии. Тем не менее, ситуация меняется благодаря появлению современной реализации языка Паскаль - PascalABC.NET.

Рассмотрим новые возможности PascalABC.NET.

- Язык представляет собой современную модификацию изначального Паскаля, обладающую множеством новых функций и улучшений, благодаря которым он стал более привлекательным для обучения и разработки.
- Поддержка объектно-ориентированного программирования: PascalABC.NET предоставляет расширенные возможности для работы с объектами и классами, что способствует созданию более организованных и модульных приложений.
- Усовершенствованный синтаксис. Синтаксис языка PascalABC.NET стал более ясным и интуитивно понятным, что облегчает его освоение для начинающих программистов.
- Интеграция с современными инструментами: PascalABC.NET позволяет интегрироваться с актуальными IDE и инструментами разработки, что делает процесс написания и отладки кода более удобным.
- Модуль School, содержащий большое количество методов и функций, представляющих реализацию основных алгоритмов, которые встречаются в школьных задачах.

Приведем несколько примеров заданий ЕГЭ и их решений, которые демонстрируют преимущества PascalABC.NET по сравнению с традиционным Паскалем:

Задание 1:

Логическая функция F задаётся выражением $((z \rightarrow y) \wedge (\neg x \rightarrow w)) \rightarrow ((z \equiv w) \vee (y \wedge \neg x))$. На рисунке 1 приведён частично заполненный фрагмент таблицы истинности функции F , содержащий неповторяющиеся строки. Определите, какому столбцу таблицы истинности функции F соответствует каждая из переменных x, y, z, w .

?	?	?	?	F
0	0		0	0
1		1	1	0
0				0

Рис. 1

В таблице истинности показаны только строки с нулевым значением функции.

Строим таблицу с учетом этого условия:

Решение 1:

uses School;

var tt := TrueTable((z,y,x,w) -> ((z <= y) and (not x <= w)) <= ((z = w) or (y and not x))));

TrueTablePrint(tt, 0, 'zyxw')

Окно вывода:

z y x w F

0 0 0 1 0

0 0 1 1 0

0 1 1 1 0

1 1 1 0 0

Ответ: сопоставив с исходной таблицей, получим ответ uzwx.

Решение 2:

begin

writeln('x ','y ','z ','w ');

for var x:=false to true do

for var y:=false to true do

for var z:=false to true do

for var w:=false to true do

if not(((z <= y) and (not x <= w)) <= ((z = w) or (y and not x))) then

writeln(x:7,y:7,z:7,w:7);

end.

Окно вывода:

x y z w

False False False True

True False False True

True True False True

True True True False

Ответ: сопоставив с исходной таблицей, получим ответ uzwx.

Задание 2:

На вход алгоритма подаётся натуральное число N. Алгоритм строит по нему новое число R следующим образом:

1) Строится шестнадцатеричная запись числа $N // 2$, где $///$ – операция деления нацело.

2) К этой записи дописывается ещё три разряда по следующему правилу: если N не делится на 4, то слева к нему приписывается "F", а справа – "A0". В противном случае слева приписывается "15", а справа "C".

Полученная таким образом запись (в ней на три разряда больше, чем в записи исходного числа N) является шестнадцатеричной записью искомого числа R. Укажите наибольшее число N, для которого результат работы алгоритма меньше 65536.

Решение:

```
## uses School;  
function F(n:integer):integer;  
begin  
  var s := ToBase(n div 2, 16);  
  s := if n mod 4 <> 0 then 'F' + s + 'A0' else '15' + s + 'C';  
  Result := Dec(s, 16)  
end;  
for var n := 33 downto 1 do  
  if F(n) < 65536 then  
    begin  
      Print(n); // будет выведено 31  
      break  
    end;
```

Ответ: 31

Зачастую, подобные решения были бы невозможны для реализации средствами традиционного языка Паскаль. Либо решение представляло бы собой большое количество строк кода с запутанной логикой.

Таким образом, тогда как традиционный Паскаль имеет большое количество ограничений и недостатков, PascalABC.NET предлагает новые возможности, которые делают его более конкурентоспособным на фоне других языков программирования. Благодаря поддержке объектно-ориентированного программирования, появлению множества новых функций, возможности использования модуля school для школьников, улучшенному синтаксису и интеграции с современными инструментами, PascalABC.NET может стать хорошим выбором для обучения и разработки. Это позволяет использовать его не только в учебных целях, но и в реальных проектах, где требуется простота и эффективность.

Литература

1. Бочкарева А. В., Минкин А. В. Анализ языков программирования для первого изучения // Форум молодых ученых. 2018. № 10 (26).
2. Осипов А. В. PascalABC.NET: Введение в современное программирование. – Ростов-на-Дону, 2019 – 572 с.
3. Сорочинский М. А., Белолюбский М. М. Подготовка к ЕГЭ по информатике и ИКТ: обзор заданий и решение задач на основе языка программирования Python // МНИЖ. 2021. № 8-3 (110).

ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕК PYTHON В ШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ УГЛУБЛЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКИ

Майер С. Ф., Цыгикало С. С.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: tsygikalo@sfedu.ru, sfmayer@sfedu.ru

В современном мире программирование становится важной компетенцией, которая открывает широкие возможности для развития креативного мышления, аналитических навыков и решения практических задач. В России язык программирования Python активно внедряется в школьную программу как инструмент для обучения основам информатики и программирования. Это может быть обосновано тем, что он эффективен и имеет большой список преимуществ; перечислим основные из них:

- Лёгкость усвоения. Синтаксис данного языка программирования схож с традиционными математическими операциями, что обуславливает его интуитивно понятную структуру. Это позволяет даже новичкам быстро освоить основы языка и легко составлять простые алгоритмы на нем, что особенно важно при обучении школьников.

- Кроссплатформенность. Программы, написанные на Python, могут запускаться на различных операционных системах без необходимости значительных изменений. Это делает язык универсальным инструментом для разработки приложений любой сложности.

- Поддержка различных парадигм программирования. Python поддерживает как процедурное, так и объектно-ориентированное программирование, очень удобно на нем также кодировать в функциональном стиле. Такая гибкость позволяет ученикам знакомиться с различными подходами к решению задач и выбирать наиболее подходящий для конкретной ситуации.

- Не требует компиляции. «Python» – интерпретируемый язык, а значит, запускать и отслеживать ход программы можно сразу после введения каждой строки кода. Это способствует тому, что доработка, модификация и отладка программ происходит быстрее, чем во многих других языках [1].

Многие практические задачи, решаемые при помощи программирования, выходят за рамки чистого кодирования алгоритмов. Например, анализ данных о погоде, прогнозирование экономических показателей или создание графиков требуют использования специализированных библиотек. Это связано с тем, что стандартные возможности языка часто недостаточны для

выполнения сложных вычислений или обработки больших объемов информации. В таких случаях на помощь приходят библиотеки Python, например, такие как Pandas, NumPy, Matplotlib и SymPy, каждая из которых предоставляет уникальный набор инструментов для решения конкретных задач. Таким образом, ряд преимуществ языка Python можно дополнить:

- Богатая стандартная библиотека. Python поставляется с обширной коллекцией готовых модулей, которые покрывают широкий спектр задач – от работы с файлами до взаимодействия с сетью. Это снижает необходимость в создании собственных решений и ускоряет процесс разработки.

- Мощная экосистема сторонних библиотек. Python поддерживается огромным количеством специализированных библиотек для анализа данных (Pandas, NumPy), машинного обучения (TensorFlow, PyTorch), визуализации (Matplotlib, Seaborn) и многих других областей. Это открывает возможности для глубокого изучения различных направлений информатики уже на уровне школы.

Актуальность изучения библиотек Python в рамках школьного образования обусловлена Федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС), который акцентирует внимание на развитии цифровых компетенций учащихся. Согласно документу, обучение должно быть направлено на формирование способности применять полученные знания в реальных жизненных ситуациях [3]. Школьная программа не располагает достаточным количеством часов на изучение библиотек Python и формирование данной способности. Предоставить возможность более глубокого обучения языку программирования могут элективные курсы, посвященные Python, так как они позволяют изучать конкретные аспекты программирования, не ограничиваясь базовым курсом информатики.

Рассмотрим несколько примеров использования библиотек Python для решения практических задач. Первый пример связан с анализом данных. Предположим, что перед учеником стоит задача определить среднюю температуру за месяц на основании данных о погоде, представленных в CSV-файле (рис. 1).

	A	B
1	date,temperature	
2	2023-01-01,5.2	
3	2023-01-02,6.1	
4	2023-01-03,4.8	
5	2023-01-04,7.3	
6	2023-01-05,3.9	

Рис. 1. Фрагмент содержимого csv-файла

Для решения задачи можно использовать библиотеку Pandas:

```
import pandas as pd
# Чтение данных из файла
data = pd.read_csv('weather_data.csv')
# Вычисление средней температуры
average_temp = data['temperature'].mean()
print(f"Средняя температура за месяц: {average_temp} °C")
```

Результат выполнения программы:

Средняя температура за месяц: 5.441935483870967 °C

Данное решение позволяет показать, как легко можно работать с большими объемами данных, используя готовые функции библиотеки. Без подключения Pandas решение задачи потребовало бы значительно больше времени и усилий.

Второй пример касается визуализации данных. Построение графиков позволяет наглядно представить результаты анализа и сделать выводы на их основе. Библиотека Matplotlib идеально подходит для создания различных типов диаграмм. Например, чтобы построить график изменения цен на нефть за год, можно воспользоваться следующим кодом:

```
import matplotlib.pyplot as plt
# Данные о ценах на нефть
dates = ['01', '02', '03', '04', '05', '06', '07', '08', '09', '10', '11', '12']
prices = [50.2, 52.8, 60.4, 13.3, 78.2, 78.2, 60.6, 34.4, 56.5, 100.0, 87.0, 51.1]
# Построение графика
plt.plot(dates, prices)
plt.title('Изменение цен на нефть за год')
plt.xlabel('Дата')
plt.ylabel('Цена ($)')
plt.show()
```



Рис. 2. Результат выполнения программы

Такое представление данных (Рис. 2) помогает учащимся лучше понять динамику изменений и делать более точные выводы.

Особенно важно отметить роль математических библиотек, таких как NumPy и SymPy, которые позволяют выполнять сложные расчеты с высокой точностью. Например, для решения системы линейных уравнений можно использовать NumPy:

Задание: решить систему уравнений:
$$\begin{cases} 2x + y = 5 \\ x - y = 1 \end{cases}$$

Код решения с использованием numpy:

```
import numpy as np
# Коэффициенты системы уравнений
A = np.array([[2, 1], [1, -1]])
b = np.array([5, 1])
# Решение системы
solution = np.linalg.solve(A, b)
print(f"Решение системы: x = {solution[0]}, y = {solution[1]}")
```

Результат выполнения программы:

Решение системы: x = 2.0, y = 1.0

Данный пример показывает, как быстро и эффективно можно найти решение сложной задачи, используя готовые инструменты.

Таким образом, изучение библиотек Python в рамках элективных курсов является важным этапом в формировании цифровых компетенций учащихся. Это позволяет не только углубить знания по программированию, но и развить навыки анализа и визуализации данных, способствовать формированию умений, направленных на построение математических моделей. Подобные курсы соответствуют требованиям ФГОС и способствуют адаптации школьников к условиям развития цифровых технологий.

Литература

1. Бухаров Т. А., Нафикова А. Р., Мигранова Е. А. Обзор языка программирования Python и его библиотек // Colloquium-journal. 2019. № 3-1(27). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-yazyka-programmirovaniya-python-i-ego-bibliotek> (дата обращения: 18.02.2025).
2. Сторожева В. К., Тихоненко Д. В. Сферы применения языка Python // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2022. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sfery-primeneniya-yazyka-python> (дата обращения: 18.02.2025).
3. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утвержден приказом Министерства просвещения РФ от 08.12.2022 № 735).

МЕТОДЫ СОПРЯЖЁННЫХ ГРАДИЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОБОБЩЁННОЙ ЗАДАЧИ НА СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ

Мартынова Т. С., Муратова Г. В., Оганесян П. А., Игнатенко И. Д.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: martynova@sfedu.ru, muratova@sfedu.ru, poganesyan@sfedu.ru

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-21-00205, <https://rscf.ru/project/24-21-00205/> в Южном федеральном университете.

В задачах структурного анализа, гидродинамики и других необходимо решить обобщённую проблему собственных значений (с.з.) [1, 2, 3]:

$$\begin{bmatrix} P & E \\ E^T & -R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z \\ w \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} M & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z \\ w \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Здесь $\lambda \in R$, $\lambda > 0$ – с.з., $[z^T; w^T]^T \in R^N$ – соответствующий собственный вектор (с.в.); (1,1) и (2,2) блоки матрицы жёсткости $P \in R^{n \times n}$, $R \in R^{m \times m}$ и (1,1) блок матрицы масс $M \in R^{n \times n}$ являются симметричными положительно определёнными (с.п.о.) матрицами, и $n + m = N$.

Решение задачи в данной постановке методами градиентного типа дано в [3]. Та же задача решалась авторами методом Ланцоша со сдвигом и обращением в [4]. Последний метод обладает высокой скоростью сходимости, однако для задач большого размера он трудно реализуем даже с привлечением параллельных вычислений. На каждом шаге метода необходимо решать систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) прямыми или итерационными методами и проводить переортогонализацию векторов Ланцоша, что значительно увеличивает объём вычислений [3, 4]. Принципиальной особенностью данного метода является также возможное отсутствие некоторых искомых с.з. на обоих концах спектра при достижении заданного критерия сходимости.

Однако в задачах структурного анализа искомыми являются только несколько десятков наименьших с.з. Это позволяет использовать для их решения вариационные методы, такие как методы сопряжённых градиентов (CG). Сделаем переход от (1) к эквивалентной задаче, что позволит понизить её размерность и решить проблему бесконечных с.з. [2, 3].

Обозначим через $S = P + ER^{-1}E^T$ – дополнение Шура [2], тогда задача

$$Sz = \lambda Mz \quad (2)$$

содержит только с.п.о. матрицы, и $w = R^{-1}E^T z$. Для решения (2) в [3] были использованы градиентные методы [5–8]. Будем считать, что с.з. задачи (2) упорядочены по возрастанию: $0 < \lambda_1 < \lambda_2 \leq \lambda_3 \dots \leq \lambda_n$, а с.в. M -ортонормализованы: $\langle z_i, z_j \rangle \equiv z_i^T M z_j = \delta_{ij}$, где δ_{ij} – символ Кронекера. Градиентные методы основаны на свойстве с.з. и с.в. (2) последовательно минимизировать обобщённое отношение Релея [2, 3], при выполнении соответствующих ограничений (для $\forall x \neq 0, x^T M z_j = 0$), и отличаются количеством необходимых параметров (используются двучленные и трёхчленные рекурсии), а также способом выбора данных параметров. Для нахождения последних необходимо численно решать (2×2) , либо (3×3) обобщённую проблему с.з. Данные задачи малого размера решаются методом Якоби.

Обычно [3], [5–8], как и при итерационном решении СЛАУ, вектор z_j считают аппроксимацией искомого с.в., если некоторая норма невязки $\|r(z_j)\| \leq \varepsilon$ для заданного ε , где $r(z_j) := (S - \rho(z_j)M)z_j$. Однако, как показали предыдущие исследования, в CG-методах для задачи на с.з. поведение невязки не является монотонным, поведение ошибки носит более регулярный характер, поэтому в данной работе использован иной критерий окончания итераций: $err_{k+1} = \frac{|\rho(x_{k+1}) - \rho(x_k)|}{\rho(x_k)} < \varepsilon$. Методы вариационного типа при решении (2) уступают по скорости сходимости методам, основанным на обратных итерациях. Поэтому их асимптотическое поведение следует иметь эквивалентным асимптотической скорости сходимости методов решения СЛАУ. Показано, что близко к сходимости, минимизация $\rho(x)$ эквивалентна решению СЛАУ методом сопряжённых градиентов в предположении, что первое с.з. является простым (это не нарушает общность рассуждений). Скорость сходимости итерационных методов оптимизации зависит от числа обусловленности матрицы Гессе в точке минимума [5–8]. При этом с.з. сходятся в два раза быстрее, чем соответствующие с.в. [9].

Для эффективного применения CG-методов требуется выбор предобусловливателя, качественно аппроксимирующего матрицу S , при этом предобусловливатель действует на текущее значение градиента (невязки). Целесообразен поиск предобусловливателей не учитывающих конкретную структуру разреженности матриц, связанную со свойствами математических моделей. Наиболее эффективным подходом для решения задач большого размера являются алгебраические многосеточные методы. Альтернативой может служить выбор итерационного варианта ILU (неполного разложения Холецкого) [2]. Для замыкания сошедшихся с.в. используется M -ортгональная дефляция. Если (1) имеет большой размер ($N \sim 10^6$), то большим является и $(2,2)$ блок R . При реализации указанных методов для нахождения каждой собственной пары необходимо многократно (во внут-

реннем цикле алгоритмов) решать СЛАУ с матрицей R . В отличие от предобусловливателя, который должен лишь «хорошо приближать» матрицу S , решение СЛАУ должно быть максимально точным для избежания потерь точности вычисления с.в. Для матриц малого размера наилучшим является разложение Холецкого для R , но если оно невозможно (m велико), то для решения СЛАУ используется CG-метод. Заметим, что реальная скорость сходимости этого метода существенно зависит не только от отношения границ спектра, но и от характера распределения с.з. матрицы внутри этих границ [10].

Исследовано поведение CG-методов при применении «идеального» предобусловливателя, а именно, в точности дополнения Шура S :

$$(P + ER^{-1}E^T)x = g, \quad (3)$$

где g – текущее значение градиента. Вопрос о выборе метода решения уравнения (3) не является тривиальным. Мы предлагаем использовать следующую трансформацию:

$$P + ER^{-1}E^T = P^{\frac{1}{2}}(I + (P^{-\frac{1}{2}}ER^{-\frac{1}{2}})(P^{-\frac{1}{2}}ER^{-\frac{1}{2}})^T)P^{\frac{1}{2}},$$

где I – единичная матрица, $P^{\frac{1}{2}}$ – с.п.о. матрица и $(P^{\frac{1}{2}})^2 = P$. Обозначим через $A = P^{-\frac{1}{2}}ER^{-\frac{1}{2}}$. Тогда (3) преобразуется в уравнение:

$$(I + AA^T)(P^{\frac{1}{2}}x) = P^{-\frac{1}{2}}g. \quad (4)$$

Это есть система нормальных уравнений с предобусловливателем P

$$\hat{S}\hat{x} = \hat{g},$$

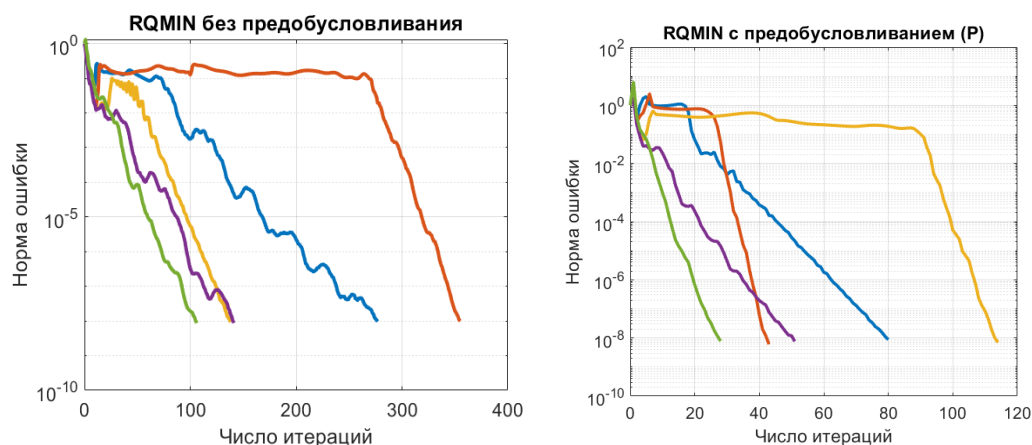
где $\hat{S} = P^{-\frac{1}{2}}SP^{-\frac{1}{2}}$, $\hat{x} = P^{\frac{1}{2}}x$ и $\hat{g} = P^{-\frac{1}{2}}g$.

Расширенный метод Крэйга или предобусловленный метод сопряжённых градиентов для систем нормальных уравнений PCGNE [2] применяется для итерационного решения (4). Итерации заканчиваются, когда относительная норма невязки $\|r^{(k)}\|_2 / \|r^{(0)}\|_2 \leq 10^{-5}$, где $r^{(k)}$ – вектор невязки СЛАУ на текущей итерации, $r^{(0)}$ – вектор начальной невязки. Заметим, что в данном случае не ухудшается точность вычисления собственных пар во внешнем цикле CG-алгоритмов.

Проведённые исследования показали очевидное преимущество применения предобусловленных методов сопряжённых градиентов перед методом Ланцоша при решении (1)–(2). Последний метод выигрывает только в

случае, когда необходимо вычислить собственные пары во внутренней части спектра, на заданном интервале, либо возле заранее заданного сдвига. Кроме того, методу Ланцоша может потребоваться определённая последовательность сдвигов, что значительно увеличит объём вычислительной работы.

Профили сходимости наименьших пяти с.з., вычисленные методом RQMIN без (и с применением) предобусловливателя P представлены на рисунках ниже, $\varepsilon = 10^{-8}$. Для решения СЛАУ с матрицей P использовался метод ILU(0) (ILU с нулевым уровнем заполнения [2]). Расчёты выполнены в пакете MATLAB (R2019a).



Литература

1. B. N. Parlett, The Symmetric Eigenvalue Problem, SIAM: Philadelphia, PA, 1998. – 382 с.
2. Saad Y., Numerical methods for large eigenvalue problems, SIAM: second edition, 2011. – 276 с.
3. Итерационные методы градиентного типа для решения обобщённой проблемы собственных значений / Мартынова Т. С., Муратова Г. В., Оганесян П. А. // Материалы XXXI научной конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития» (ЮФУ, Ростов-на-Дону, 18–20 апреля 2024 г.) – Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета. – 2024. – с. 283–285.
4. The Numerical Solution of Large-Scale Generalized Eigenvalue Problems Arising from Finite-Element Modeling of Electroelastic Materials / Martynova T., Muratova G., Oganessian P., Shtein O. // MDPI, Symmetry. – 2023. – 15. 171.
5. Extreme eigenvalues of large sparse matrices by Rayleigh Quotient and modified conjugate gradients / A. Perdon, G. Gambolati // Comp. Meth. Appl. Mechanics and Engineering. – 1986. – Vol. 56. – p. 251–264.

6. An orthogonal accelerated deflation technique for large symmetric eigenvalue problems / G. Gambolati, F. Sartoretto, P. Florian // *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.* – 1992. – Vol. 94. – p. 13–23.
7. The preconditioned gradient-type iterative methods in a subspace for partial generalized symmetric eigenvalue problem / A. V. Knyazev // *SIAM J. Numerical Analysis* – 1994. – Vol. 31. – p. 1226–1239.
8. Simultaneous Rayleigh-quotient minimization methods for $Ax = \lambda Bx$ / D. E. Longsine, S. F. McCormick // *Linear Algebra Appl.* – 1980. – Vol. 34. p. 195–234.
9. Computation of eigenvalues and eigenvectors / A. Ruhe. In V. A. Barker editor / *Sparse Matrix Techniques*: Berlin. – 1977. p. 130–184.
10. New convergence results and preconditioning strategies for the conjugate gradient method / Kaporin I. E. // *Numer. Linear Algebra with Appls.* – 1994. – Vol. 1. – N 2. p. 179–210.

АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА)

Матюшенко И. И., Климина Т. С., Крукиер Б. Л.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

E-mail: iimatushenko@sfedu.ru, abramovich@sfedu.ru, bk@sfedu.ru

Высокая скорость развития цифровых технологий, их стремительное, порой стихийное, проникновение во все сферы деятельности общества, включая образование, обуславливает кардинальные изменения в соответствующих системах, преобразовывая экономические, политические и образовательные ландшафты в стране и мире в целом. Новое наполнение, значение и статус получают такие традиционные структуры, как образовательные организации высшего образования: в условиях трансформационных процессов в большинстве профессий, повышения доступности онлайн-обучения, возможностей технологий искусственного интеллекта и больших данных, повышения интереса обучающихся к ресурсам формального и информального образования университеты должны усиливать роль своеобразного первоисточника истинного знания – научного и проверяемого, фундаментального и обладающего прогностической силой. При этом предоставлять широкие возможности для индивидуализации образовательных траекторий обучающихся. В этом контексте вопрос качества образовательных программ, подходов к их проектированию и реализации становится крайне актуальным.

Приоритетом в образовательной политике Южного федерального университета выступает разработка образовательных программ нового поколения, обеспечивающих эффективное формирование у выпускника актуального перечня востребованных сегодня и в перспективе профессиональных и надпрофессиональных компетенций (hard, soft и self-skills). Эта цель реализуется в образовательных стандартах ЮФУ, разрабатываемых и утверждаемых университетом самостоятельно в рамках прав федерального вуза. Собственные образовательные стандарты ЮФУ ориентированы, в первую очередь, на возможность корректировки результатов освоения образовательной программы или даже внесения совершенно новых результатов с учётом тех изменений, которые произошли в отрасли за период реализации программы, позволяя формировать у обучающихся наиболее актуальные и востребованные компетенции.

Эту гибкость в формировании пула результатов освоения образовательной программы обеспечивает набор вариативных профессиональных компетенций (ВПК), формулируемый исходя из тенденций развития техники и

технологий, которые актуальны к моменту их изучения, направлений научных исследований, которые проводятся ведущими специалистами университета и его партнерами.

Формирование каждой ВПК у обучающихся осуществляется в рамках вариативного модуля и сопровождается необходимыми методическими материалами, что позволяет включать данный модуль в любую образовательную программу, разработанную по образовательному стандарту ЮФУ. Оценка уровня сформированности ВПК с учётом всех заявленных индикаторов проводится в рамках комплексных практико-ориентированных экзаменов или открытых защит выполненных проектов при участии независимых экспертов – представителей бизнес-сообщества. Выбор ВПК влечет за собой соответствующие изменения в Блок Практика и программу государственной итоговой аттестации, поскольку вносит коррективы в компетентностный портрет выпускника.

В 2024 году обучающимся 11 магистерских программ инженерных направлений набора 2023 года для выбора были доступны 9 ВПК в области кибербезопасности, тестирования программных продуктов, блокчейн-технологий, математического моделирования сложных систем, системной интеграции информационных систем, разработки прикладных решений для бизнеса, разработки геоинформационных систем.

Обучающимся по 14 образовательным программам инженерных направлений бакалавриата набора 2022 года и специалитета набора 2021 года для выбора в 2024 году были доступны 17 ВПК в области проектирования и тестирования веб-приложений, решения прикладных задач с использованием искусственного интеллекта, администрирования операционных систем и компьютерных сетей, гипериммунного подхода разработки программных компонент, разработки киберфизических систем с учётом требований информационной безопасности, применения цифровых технологий в разработке прикладных решений, в том числе на базе Low-code платформ, блокчейн-технологий, разработки дизайна пользовательских интерфейсов программных продуктов, бизнес-планировании ИТ-продуктов, имитационного моделирования, геоинформационных систем, систем интеллектуального видеонаблюдения, конструкторско-технологических САПР и др.

Механизм ВПК позволяет эффективно реализовать возможности студента выстраивать собственную профессиональную траекторию развития в процессе обучения, поскольку выбор ВПК обучающийся осуществляет самостоятельно исходя из персональных предпочтений личностного и профессионального развития. Посредством выбора ВПК обучающийся может уточнить основной профиль образовательной программы, освоив актуальные компетенции, углубляющие профессиональную подготовку, либо получить дополнительную квалификацию как в профильной, так и в смежной отрасли.

Одним из вариантов содержательного наполнения ВПК, позволяющим получить обучающимся дополнительную квалификацию, выступают интегрированные программы профессиональной переподготовки, ориентированные на формирование компетенций в рамках проекта «Цифровая кафедра». Данные компетенции отвечают на важный запрос со стороны работодателей – в умении эффективно применять современные информационные технологии на своем рабочем месте. При этом для студентов, осваивающих программы ИТ-направлений, более половины практических занятий проводят представители индустриальных партнеров, часть программ реализуется в формате интеграции внутрифирменного обучения в образовательный процесс, часть – предусматривает оплачиваемую стажировку или частичную занятость для выпускников.

Механизм интеграции программ профессиональной переподготовки, программ профессионального обучения в основные профессиональные образовательные программы высшего образования, который активно внедряется в Южном федеральном университете, обеспечивает соответствие содержательного наполнения подготовки специалистов высокой скорости технологических изменений, трансформации профессий и трудовых функций, позволяет поддерживать актуальность образовательных программ на требуемом уровне.

Помимо значительного блока вариативных компонентов, важным преимуществом образовательных программ в условиях цифровой трансформации образования выступает системная базовая фундаментальная подготовка, гарантирующая дальнейшее успешное обучение по индивидуальному образовательному маршруту и быстрый карьерный рост после окончания университета или даже во время освоения основной профессиональной образовательной программы. Помимо фундаментальных дисциплин, которые университет выделил для образовательных программ в области математических, инженерных и естественных наук, в ЮФУ проведена унификация содержания образовательных программ в части базовой подготовки по уровням образования с выделением ядра необходимой и достаточной подготовки по общепрофессиональным компетенциям в рамках УГСН одной или нескольких областей образования.

На уровне универсальных компетенций (УК) Южный федеральный университет в рамках проекта «Разработка и реализация «ядра образовательной программы ЮФУ» также кастомизировал приоритетные для выпускника университета soft и self-навыки, проработав индикаторы шести УК программ бакалавриата и специалитета по системному и критическому мышлению, разработке и реализации проектов, командной работе и лидерству, коммуникации, межкультурному взаимодействию, самоорганизации и саморазвитию. Также была разработана отдельная универсальная компетенция по цифровой грамотности.

Таким образом, собственные образовательные стандарты ЮФУ, а также комплиментарные проекты университета, направленные на модернизацию образовательной деятельности, позволили определить ключевые аспекты проектирования и реализации образовательных программ, обеспечивающие качество образования в условиях цифровой трансформации, что находит отражение в следующих показателях: повышение привлекательности образовательных программ среди абитуриентов, возможность получения дополнительных квалификаций, в том числе по сквозным технологиям, интеграция образовательных программ внутри структурных подразделений и в рамках профессиональных школ, исполнение запроса индустриальных партнеров, удовлетворение запроса обучающихся на получение профессиональных навыков и индивидуализацию образования, удовлетворенность студентов полученными профессиональными знаниями и умениями, повышение конкурентоспособности обучающихся и выпускников на рынке труда в реалиях цифровой экономики.

Литература

1. Veselov G., Pljonkin A., Opryshko A., Klimina T. Training of Engineers: Approaches to Customization of Educational Programs // 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Tunis. Tunisia. 2022. P. 590–596. DOI: 10.1109/EDUCON52537.2022.9766804.
2. Веселов Г. Е. Новые грани вариативности образования // Аккредитация в образовании. 2020. №. 6. С. 10–13.
3. Гончарова В. А. Тенденции современного образования: от проблем к возможностям // Проблемы современного образования. 2021. № 5. С. 101–115. DOI: 10.31862/2218-8711-2021-5-101-115.
4. Сердитова Н. Е., Белоцерковский А. В. Образование, качество и цифровая трансформация // Высшее образование в России. 2020. Том 29. № 4. С. 9–15.
5. Отчет ректора И. К. Шевченко о деятельности университета за 2023 год / Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета. 2024. С. 15.

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Махно А. С.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: asmakhno@sfedu.ru

Из года в год педагогика пополняется новыми методами и методиками обучения. От традиционных они отличаются, как правило, тем, что студент не просто слушает преподавателя или читает учебник, а сам ведёт познавательную работу. Кроме того, новые методы помогают развивать soft-скиллы, объединяют знания и навыки из разных дисциплин. [1]

Одним из методов обучения, является метод стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности.[2] Данные занятия проводятся несколько раз в семестр, перед контрольными работами, когда повторяется пройденный материал. Заранее подготавливаются задачи примерно одного уровня на пройденные темы. Преподаватель делит группу на подгруппу по 4–5 человек. В каждой подгруппе есть «сильные» студенты и «слабые». Уровень студентов преподаватель знает заранее (например, каждое занятие студенты выходят к доске). Студенты в каждой подгруппе в течение 15–20 минут обсуждают и решают задачи. Преподаватель вызывает к доске одного студента из каждой подгруппы по своему усмотрению. Как правило – это «слабые» студенты. Если студент правильно решит задачу у доски и ответит на все вопросы, то вся подгруппа получает балл. Если же студент не справляется с задачей или неверно отвечает на вопросы, вся подгруппа не оценивается. Плюсы данного метода.

- Умение работать в команде. Решение общих задач помогает развить коммуникативные навыки.
- Ответственность каждого участника в команде. «Сильный» студент должен объяснить более «слабым» студентам как решается задача. Ведь от каждого зависит, получит балл команда или нет.
- Растет мотивация. Студент достигает результата. «Сильные» студенты получают возможность проявить себя и раскрыть свои способности. «Слабые» тянутся за «сильными», стараются понять и разобраться в решении поставленной задачи.

Безусловно есть и минусы такого обучения.

1. Невозможность оценить уровень знания студента, который отвечает у доски. Можно лишь оценить уровень «сильного» студента, того кто решает задачу в подгруппе.

2. Если студент у доски не справился с задачей, то вся группа не получает балл. Несмотря на то, что другие участники подгруппы поняли решение задачи.

Так как после такого занятия студенты пишут контрольную работу, были собраны результаты и проанализированы. Результаты контрольных работ собирались для 2 групп, 2023 и 2024 гг. поступления. Данные зависимости можно увидеть на графиках. На графике 1 представлена зависимость по курсу «Механика» 1 курса 6 группы, которая была набрана в 2023 г. Причем контрольная 1 была написана, когда не использовался такой метод, контрольная 2 при использовании данного метода.

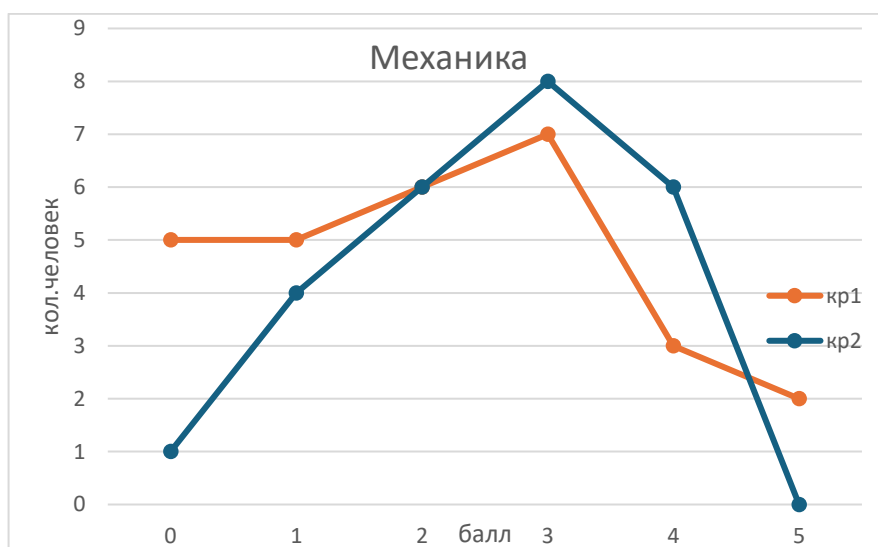


График 1

На графике 2 представлена зависимость по курсу «Молекулярная физика», той же группы только во втором семестре. Данный метод использовался перед написанием контрольной работы 1.

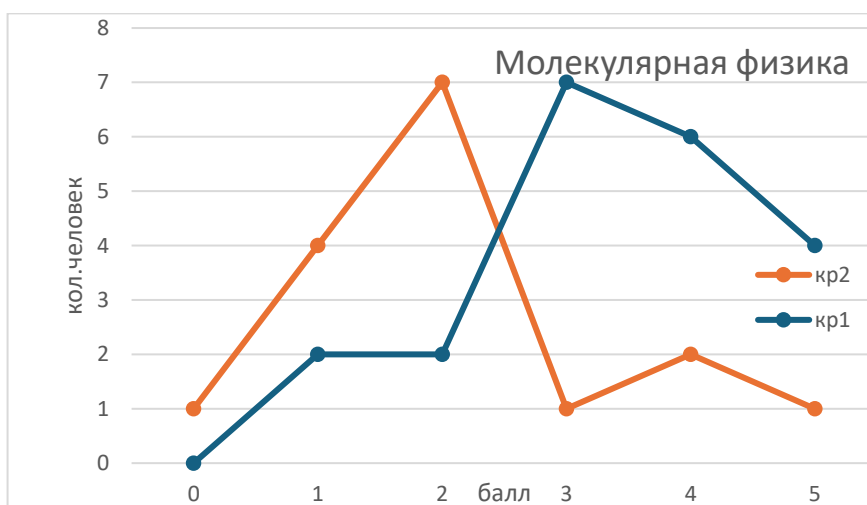


График 2

На графике 3 представлена зависимость для студентов 1 курса 6 группы 2024 г. набора. Данный метод использовался перед написанием контрольной работы 2.

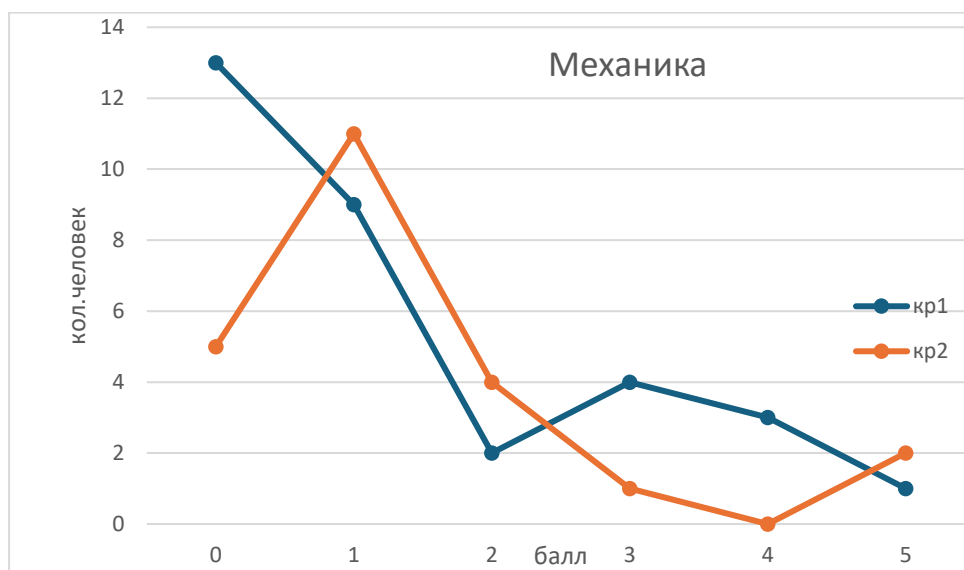


График 3

В заключении можно отметить, что несмотря на небольшую выборку, можно увидеть, что такой метод обучения в целом подтягивает «слабых» студентов. Метод применялся для повторения и закрепления пройденного материала. Для изучения новых тем этот метод не применялся, в дальнейшем можно проанализировать и это направление. Хочется еще отметить, что при проведении такого типа занятий все студенты вовлечены в процесс и не занимаются посторонними делами. В дальнейшем будут продолжены такие исследования.

Литература

1. <https://spravochnick.ru/>.
2. Педагогика/ Под ред. Ю. К. Бабанского. М.: Просвещение, 1983. С. 177–210.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ

Махно В. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: vvmakhno@sfedu.ru*

Искусственный интеллект (ИИ) в настоящее время получил очередной виток развития. Это стало возможным благодаря накоплению огромных объемов данных, увеличению мощностей персональных компьютеров, появлению новых целей в различных областях жизнедеятельности человека. Образование в этой связи стало одной из областей, в которой применение ИИ проявляется наиболее значимо.

Некоторое время назад возникло опасение, что ИИ вытеснит профессию педагога, учителя, изучение курсов перейдет в онлайн среду, но образование – это социальная сфера и заменить Педагога машиной не представляется возможным. Учителю необходимо помочь, высвободив время на совершенствование образовательных курсов, методик, учебных материалов, освободив от таких рутинных задач как составление РПД дисциплин, составление заданий для тестов, самостоятельных и контрольных работ, анализ результатов обучения, проверка заданий. И именно в выполнении указанных повседневных задач и должен помогать ИИ.

Алгоритмы ИИ применяются в различных аспектах образования, такие как:

- 1) персонализации обучения;
- 2) автоматическая проверка домашних заданий, тестов, контрольных, лабораторных и практических работ, сочинений, изложений, эссе, рефератов и т. д.;
- 3) генерирование базового контента для занятий – планов лекций и практических занятий, тестов, стандартных заданий для преодоления минимального порога в оценке;
- 4) анализ и улучшение структуры и содержания образовательных программ;
- 5) аналитика данных по результативности образовательных программ, востребованности на рынке труда, оттока и притока обучающихся;
- 6) подготовка обратной связи преподаватель-студент; преподаватель-администрация ВУЗа;
- 7) ответы на вопросы в режиме онлайн;
- 8) прокторинг выполнения контрольных мероприятий.

Рассмотрим некоторые из перечисленных применений ИИ более подробно. Персонализация обучения – на начальном уровне проверяются входные знания студентов, результаты заносятся в базу данных, далее по мере обучения студента, результаты индивидуальных проектов, практических, самостоятельных, контрольных работ добавляются в базу, происходит динамическое оценивание знаний учащегося, определение пробелов и прогресс в обучении. На основе анализа истории обучения, интересов студенту предлагаются курсы, статьи, видео и другие материалы для самостоятельного обучения с целью повысить текущий уровень успеваемости либо перейти на более глубокий уровень освоения профессии. Однако, использование алгоритмов ИИ для персонализации обучения и оценки успеваемости поднимает вопросы о предвзятости и дискриминации. Алгоритмы обучаются на данных, которые могут содержать скрытые предубеждения, что в свою очередь может приводить к несправедливой оценке студентов из разных социальных групп или с разными образовательными потребностями. Необходимо тщательно контролировать данные, используемые для обучения ИИ, и разрабатывать механизмы для выявления и устранения предвзятости.

Автоматическая проверка/оценка заданий, тестов, контрольных мероприятий, эссе, сочинений, рефератов. Инструменты, выполняющие данный вид работ существуют и довольно разнообразны, но их применение связано с некоторыми проблемами: многие приложения не являются бесплатными для образовательных организаций либо имеют ограниченный функционал, а также применение практически всех приложений требует значительного перестроения заданий либо настройки автоматической проверки под каждое задание, что само по себе является довольно трудоемким процессом. Также приложения способны оценивать логику изложения материала, стиль написания эссе. Инструменты автоматической проверки основываются на алгоритмах обработки естественного языка и машинного обучения, включая глубокое обучение, например, рекуррентные нейронные сети.

Генерация базового контента для занятий происходит с помощью больших языковых моделей на основе конструкции «трансформер», например, ChatGPT (расшифровывается как Chat with Generative Pre-trained Transformer, что в переводе означает «генеративный предобученный трансформер», разработан компанией Open AI), работает в режиме диалога, обрабатывая запросы на естественном языке, помимо текстов, заданий, тестов может писать программы на любом языке программирования. В конце 2024 г. в широкое использование вошла китайская языковая модель DeepSeek, которая по многим параметрам превосходит ChatGPT. Задав необходимый уровень сложности требуемого материала. Назначив роли, можно создать довольно качественные материалы. Очень остро сейчас стоят вопросы применимости больших языковых моделей студентами и школьниками, целесообразность ограничения применения «умных» приложений.

В связи со стремительным развитием ИИ во всех сферах жизнедеятельности, в образовании в частности, поднимаются вопросы этики и ответственности при использовании ИИ в образовании. Активное использование больших языковых моделей (LLM) студентами и школьниками ставит под сомнение ценность самостоятельной работы и формирования критического мышления. Возникает соблазн полностью полагаться на сгенерированный контент, что может привести к деградации навыков письма, анализа и аргументации.

Необходима выработка четких правил и рекомендаций по использованию ИИ в образовательном процессе. Следует обучать студентов и школьников критически оценивать информацию, полученную от ИИ, проверять ее достоверность и использовать сгенерированный контент как инструмент для расширения знаний, а не для подмены самостоятельной работы. Важно подчеркивать, что ИИ является лишь помощником, а не заменой человеческому интеллекту и творчеству.

Еще одна важная проблема – это приватность данных. Использование ИИ в образовании предполагает сбор и анализ большого объема персональных данных студентов, включая их успеваемость, интересы и поведение. Необходимо обеспечить надежную защиту этих данных от несанкционированного доступа и использования в целях, не связанных с образованием. Следует разработать строгие правила конфиденциальности и прозрачности, чтобы студенты знали, какие данные о них собираются, как они используются и кто имеет к ним доступ.

Попытаемся сделать некоторый прогноз на будущее в стиле ИИ. Видится, что ИИ получит дальнейшее развитие в образовании по следующим направлениям:

- Создание более интерактивных и адаптивных образовательных сред: ИИ сможет анализировать эмоциональное состояние студента и адаптировать контент и методы обучения в соответствии с его потребностями и настроением.
- Разработка виртуальных тьюторов и менторов: ИИ-агенты смогут оказывать индивидуальную поддержку студентам, отвечать на их вопросы, давать советы и мотивировать к учебе.
- Автоматизация процесса разработки образовательных ресурсов: ИИ сможет генерировать интерактивные учебники, видеоуроки и другие образовательные материалы, адаптированные к конкретным учебным программам и потребностям студентов.
- Разработка систем прогнозирования успеваемости и выявления студентов, находящихся в группе риска: ИИ сможет анализировать данные об успеваемости студентов и выявлять тех, кто нуждается в дополнительной помощи и поддержке.

- Использование ИИ для развития навыков XXI века: ИИ сможет помочь студентам развить критическое мышление, креативность, коммуникативные навыки и навыки сотрудничества.

Итак, ИИ обладает огромным потенциалом для трансформации образования, но его внедрение требует взвешенного подхода, учета этических и социальных последствий, а также постоянного развития и совершенствования алгоритмов и методов обучения. Только в этом случае ИИ сможет стать эффективным инструментом для повышения качества образования и подготовки студентов к жизни и работе в цифровом мире.

Литература

1. Богданова, А. Н. Чат-боты как компонент содержания обучения основам искусственного интеллекта в школе / А. Н. Богданова, Г. А. Федорова. – DOI 10.32517/2221-1993-2022-21-2-39-45. – Текст : непосредственный // Информатика в школе. – 2022. – № 2. – С. 39–45 : ил. – Библиогр.: с. 43 (12 назв.). – ISSN 2221–1993. – Имеется электронная версия публикации: <https://school.infojournal.ru/jour/article/view/624>.
2. Вавилова, Е. М. Технологии искусственного интеллекта в сфере образования в зарубежных странах и правовые основы их внедрения в России / Е. М. Вавилова. – Текст : непосредственный // Право и образование. – 2021. – № 12. – С. 58–64 : ил. – Библиогр. в конце ст. – ISSN 1563-020X.
3. Грязнов, С. А. О роли искусственного интеллекта в современном образовании / С. А. Грязнов. – Текст : непосредственный // Инновации в образовании. – 2022. – № 3. – С. 61–68. – Библиогр.: с. 68 (6 назв.). – ISSN 1609-4646.
4. Шевцов, А. А. Искусственный интеллект: проблема и перспектива его использования в образовании / А. В. Шевцов. – Текст : непосредственный // Право. Экономика. Психология. – 2023. – № 2 (30). – С. 51–60. – Библиогр.: с. 60 (10 назв.). – ISSN 2414–5815. Имеется электронная версия публикации: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/39370>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИК ПОСТРОЕНИЯ ГОЛОВОЛОМОК В ГЕНЕРАЦИИ УРОВНЯ

Мельников В. К.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: vmel@sfedu.ru*

В современном игровом дизайне создание увлекательных и интуитивно понятных уровней является одной из ключевых задач, стоящих перед разработчиками. Особенно это актуально для 2D-игр, где ограниченное пространство и двумерная перспектива требуют особого подхода к проектированию игровых механик и взаимодействий. Важным аспектом в этом процессе является баланс между созданием интересной локации и сложностью ее прохождения, что напрямую влияет на восприятие игроком игрового процесса.

Данная работа состоит из нескольких частей. Первая из них посвящена исследованию применения механик головоломок в контексте разработки игровых уровней. Построение 2D и 3D уровней в компьютерных играх является кропотливым процессом, балансирующим между сохранением сложности прохождения и интуитивно понятным передвижением. Для этого при разработке уровня необходимо пройти такие этапы, как создание концепции, шаблонизация главных моментов уровня, а также тестирование.

Во второй части данной работы будут рассмотрены существующие реализации автоматического построения уровней. В частности, будут перечислены различные подходы, такие как использование алгоритмов генерации на основе шаблонов, процедурная генерация, а также системы, основанные на правилах и шаблонах. Это позволит выявить наиболее эффективные методы, применяемые в индустрии.

Далее будет произведён анализ головоломок-пазлов, таких как Кубик Сомы, танграм и тетромينو, а также их основных подходов к решению. Это необходимо для понимания использования головоломок в контексте создания генератора уровня 2D-игры, собирающего его из готовых частей. Исследование этих концепций поможет выявить ключевые механики и принципы, которые могут быть адаптированы для проектирования уровней, обеспечивая при этом интересный и увлекательный игровой процесс.

В завершении доклада будет выбрана наиболее подходящая методика для генерации уровней. Также будет приведено объяснение, почему именно

она признана наилучшей для текущей задачи, включая её преимущества и недостатки по сравнению с другими подходами.

Вся работа написана как библиотека на языке C#, доступная для подключения к различным платформам для визуализации результата. В текущем проекте используется Unity, что позволяет эффективно демонстрировать созданные уровни и механики в интерактивной среде.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ PASCALABC.NET

Михалкович С. С.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича*

E-mail: miks@sfedu.ru

В последние два года генеративный искусственный интеллект (ИИ) переживает стремительный рост, успешно решая разнообразные задачи, связанные с языками программирования. В данной работе рассматриваются возможности использования генеративного ИИ для повышения эффективности и функциональности системы программирования PascalABC.NET, которая активно развивается последние 10 лет [1–3] и основные этапы развития которой многократно докладывались на конференции СИТО начиная с 2004 года [4].

Исследование охватывает как создание заданий и учебных материалов, так и улучшение языковых конструкций и продвижение PascalABC.NET в образовательной среде. Анализируются успешные примеры промптов для реализации поставленных задач, а также потенциальные трудности и способы борьбы с ними.

В данной статье описываются исключительно примеры успешных промптов (запросов к моделям генеративного ИИ). Для исследования были использованы следующие модели: ChatGPT, DeepSeek, Qwen, Grok и Claude.

В ходе исследования были рассмотрены следующие типы задач:

1. Генерация кода на PascalABC.NET для решения различных задач с целью сформулировать рекомендации по формулированию эффективных запросов.
2. Создание примеров кода на PascalABC.NET с объяснениями для учебных целей – от подготовки к занятиям до обновления справочной системы.
3. Генерация заданий для обучаемых – создание задач, адаптированных под конкретные темы и уровень подготовки учащихся, с учетом ограничений на используемые языковые конструкции PascalABC.NET.
4. Продвижение PascalABC.NET в образовательной сфере – анализ мнений языковых моделей о стратегиях возвращения интереса к PascalABC.NET в образовательном процессе, учитывая его историческую популярность языка Pascal и текущее вытеснение языком Python. Рассмотрены как традиционные методы, так и креативные подходы для восстановления позиций PascalABC.NET.

5. Создание библиотеки машинного обучения на PascalABC.NET, включая инструменты для работы с данными, загрузку из CSV-файлов, а также реализацию пяти наиболее популярных моделей машинного обучения вместе с примерами их использования на классических датасетах.
6. Подготовка новостей для Telegram-канала PascalABC.NET – генерация или улучшение контента для информирования сообщества о нововведениях, обновлениях и событиях, связанных с платформой.

При генерации кода задач на PascalABC.NET все рассматриваемые языковые модели изначально демонстрировали тенденцию к созданию кода на устаревшем диалекте Паскаля, игнорируя современные конструкции и стандартные функции PascalABC.NET. Однако после нескольких уточняющих запросов модели успешно адаптировались и начинали генерировать корректный и современный код. Поскольку языковые модели не сохраняют контекст между сессиями, были определены ключевые слова и формулировки, позволяющие получать правильный код с первого или почти с первого запроса.

Приведем несколько показательных примеров.

Пример 1. ИИ Grok.

Запрос 1. Сгенерируй код на современном PascalABC.NET, который находит второй минимум в динамическом массиве. Используй описание переменных с автовыводом типа.

Запрос 2. Используй средства Linq. Для заполнения массива используй `ArrRandomInteger(n)` которая и выделяет память. Для вывода используй метод расширения `.Println`

Результат (идеальный).

```
var arr := ArrRandomInteger(10);  
arr.Println;  
var min1 := arr.Min;  
var min2 := arr.Where(x -> x > min1).Min;
```

Вывод. Данный пример иллюстрирует ситуацию, в которой не надо было ничего исправлять.

Пример 2. ChatGPT.

Запрос. Напиши решето Эратосфена в PascalABC.NET, используя функциональный стиль.

Результат.

```
var n := 100;  
var primes := ArrGen(n-1, i -> i + 2)  
    .Where(x -> (2..Round(Sqrt(n)))  
        .All(d -> (x = d) or (x mod d <> 0)));
```

Вывод. Данный пример показывает важность словосочетания «используя функциональный стиль». Поскольку в старом Паскале этого стиля нет, то ИИ сразу переключается на генерацию современного кода.

Пример 3. Решение задач олимпиады – ChatGPT.

Запрос. Дана строка слов, разделенных пробелами. Найдите два самых часто встречаемых слова. Если есть несколько слов с одинаковой частотой, выберите первые два по алфавиту. (запрос делался в сессии, где стиль кода был уже установлен)

Результат.

```
var s := ReadAllText('input.txt').ToLower;
var words := s.ToWords(AllDelimiters);
var freq := words.GroupBy(w -> w)
    .ToDictionary(g -> g.Key, g -> g.Count);
var top2 := freq.OrderByDescending(p -> p.Value)
    .ThenBy(p -> p.Key).Take(2);
top2.Println;
```

Вывод. ИИ решил считывать данные из файла input.txt, поскольку на олимпиадах обычно делают так. Это ошибка – данные надо было считывать с консоли.

При генерации заданий и примеров к занятиям с помощью ИИ вначале достаточно было сформулировать контекст «генерируй современный код», после чего код всех заданий генерировался стилистически правильно с минимальными ошибками. Наиболее впечатляющей была генерация 10 задач на словари в PascalABC.NET. Задания здесь требовалось упорядочить по сложности и придумать разнообразные. ИИ с этим не справлялся, поэтому задания отбирались вручную, упорядочивались по сложности, а потом ИИ предлагалось догенерировать задания по примерно понятным недостающим конструкциям, например:

Запрос. Сгенерируй задание на словари, индексированные строками, при этом значениями выступают массивы целых.

Ответ ChatGPT.

Дан словарь студентов и их оценок, заданных в виде массива. По нему создать словарь студентов и для каждого вычислить средний балл. Новый словарь выведите с помощью .Println.

Пример кода выполненного задания.

```
var studentGrades: Dictionary<string, array of integer>
    := Dict(
        'Иван' to |5, 4, 4, 3|, 'Мария' to |4, 4, 5, 5|,
        'Алексей' to |3, 3, 4, 4|, 'Ольга' to |5, 5, 5, 4|
    );
var averageGrades := new Dictionary<string, real>;
foreach var pair in studentGrades do
    averageGrades[pair.Key] := pair.Value.Average;
averageGrades.Println
```

Вывод. Ответ впечатляет, и после некоторой стилистической обработки вручную он был принят в комплект заданий.

Одним из перспективных способов использования генеративного ИИ – перевод кода с одного языка на другой. В частности, при решении одной сложной задачи в известном проекте Rosetta Code ChatGPT с первого запроса почти правильно перевел код с Python на PascalABC.NET с элементами LINQ. Здесь было понятно, что будут мелкие ошибки при переводе, но впечатляет именно использование для перевода совершенно других конструкций, характерных только для малоизвестного языка PascalABC.NET.

Еще одним перспективным примером использования генеративного ИИ является генерация новых библиотек по известным алгоритмам. Таким образом была полностью создана библиотека упрощенного машинного обучения с пятью самыми распространенными моделями: линейной регрессией, логистической регрессией, деревьями решений, методом k ближайших соседей и нейронными сетями прямого распространения. Спроектирована также архитектура упрощенного класса DataSet, содержащего только существенные характеристики. Сгенерированный код был получен полностью в иллюстративных целях, написан неэффективно по времени работы, но исключительно в современном функциональном стиле и содержит в совокупности около 800 строк кода. Интересно, что на стандартных датасетах обеспечивается точность, совпадающая с точностью стандартных Python-библиотек. Другой интересный момент состоит в том, что в одном методе машинного обучения – логистической регрессии – в первом варианте кода обеспечивалась неприемлемая точность, и ИИ сам определил проблему – необходимость нормализации данных, после чего сам сгенерировал класс шкалирования и вызвал его в основном коде, в результате чего точность стала совпадать с теоретической.

Очень интересными являются беседы с ChatGPT о сравнении понятности кода на PascalABC.NET и Python. Здесь хорошо видно, что ChatGPT собирает стереотипы в сети, что Python – самый эффективный по понятности. Однако после обсуждения конкретных фактов ИИ меняет своё решение. Вот его окончательный вердикт: «Если студенты изучают PascalABC.NET с нуля, метод Where может быть даже интуитивнее и проще для освоения, чем списковое включение в Python».

Итак, данное исследование подтвердило значительный потенциал генеративного ИИ для работы с различными аспектами PascalABC.NET. Несмотря на то, что модели изначально склонны генерировать устаревший код, правильно сформулированные запросы позволяют получать современный и эффективный код, соответствующий возможностям языка. Это открывает новые перспективы для автоматизации создания учебных материалов, заданий и даже продвижения PascalABC.NET в образовательной сфере.

Особый интерес представляет генерация кода для создания новых библиотек PascalABC.NET – в частности, для задач машинного обучения, что демонстрирует гибкость и адаптивность генеративного ИИ. Хотя пока это

не замена специализированным библиотекам, такие эксперименты показывают, что генеративный ИИ способен существенно расширить возможности PascalABC.NET.

Несомненно, мы находимся на пороге революции, связанной с использованием генеративного ИИ в программировании и образовании.

Литература

1. *Михалкович С. С.* Система программирования PascalABC.NET – 20 лет развития / XXX Научная конференция «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Материалы конференции. Ростов-на-Дону, 2023. С. 287–290.
2. *Бондарев И. В., Михалкович С. С.* Система программирования PascalABC.NET: 15 лет развития / XXV Научная конференция «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Материалы конференции. Ростов-на-Дону, 2018. С. 31–34.
3. *Бондарев И. В., Михалкович С. С.* Система программирования PascalABC.NET: новые возможности 2015-16 гг. / Труды XXIII Научно-методической конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. С. 69–71.
4. *Михалкович С. С.* Учебная система программирования Pascal ABC / Современные информационные технологии в образовании: Южный Федеральный округ: Тезисы докладов. Ростов-на-Дону, 2004. С. 156–158.

КЛАССИФИКАЦИЯ МИКРОВЫРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА С УЧЁТОМ ГЕНДЕРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Мишин Н. А.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича*

E-mail: nmishin@sfnedu.ru

Современные исследования в области анализа мимических проявлений всё чаще обращаются к изучению микровыражений – кратковременных и зачастую неосознаваемых изменений мимики лица [1]. Их своевременное выявление и корректная интерпретация могут играть ключевую роль в областях безопасности, психологии и человеко-компьютерного взаимодействия. Однако задачи распознавания микровыражений сопровождаются целым рядом трудностей, включая небольшой временной интервал проявления эмоции и существенный дисбаланс классов в существующих размеченных источниках данных.

Целью настоящей работы является полноценная классификация микровыражений (шесть основных типов), которая осуществляется с учётом гендерных особенностей испытуемых. Для решения данной задачи была применена новая методика вычисления оптического потока, ориентированная на высокоточную обработку видеоряда. В качестве инструмента классификации использовалась модель YOLOv11 [2] в модификации “S” (Small), адаптированная под анализ пространственно-временных паттернов в мимике.

В работе использовались видеозаписи из набора CAS(ME)³ [3], содержащие шесть классов микровыражений: счастье, грусть, удивление, гнев, отвращение и страх. Поскольку распределение по эмоциям неравномерно, при оценке качества мы учитывали дисбаланс классов. Дополнительно были учтены данные о поле испытуемых (мужчины и женщины), полученные с помощью библиотеки DeepFace. Ролики с низкой уверенностью в определении пола исключались из выборки, что позволило сформировать две отдельные подгруппы: мужскую и женскую.

Обработка кадров для последующего обучения модели включала:

- Перевод всех кадров в градации серого для снижения влияния цветовых вариаций.
- Нормализацию кадров по яркости и контрасту, что позволяло детализировать изменения мимики.
- Использование библиотеки Mediapipe [4] для детектирования 478 ключевых точек лица. На основе этих точек формировалось разбиение на 42 региона, соответствующие группам лицевых мышц.

- Оптический поток рассчитывался для каждой пары последовательных кадров. Для каждого региона усреднялись модуль и угол вектора потока, однако в дальнейшем главным образом анализировалась угловая компонента [5].
- Проводилась дискретизация углового сигнала, благодаря чему снижалась чувствительность модели к незначительным вариациям. Полученные вектора (42 региона $\times$ 64 последовательных кадра) формировали «псевдоизображение», подаваемое на вход сети YOLO (рис. 1).

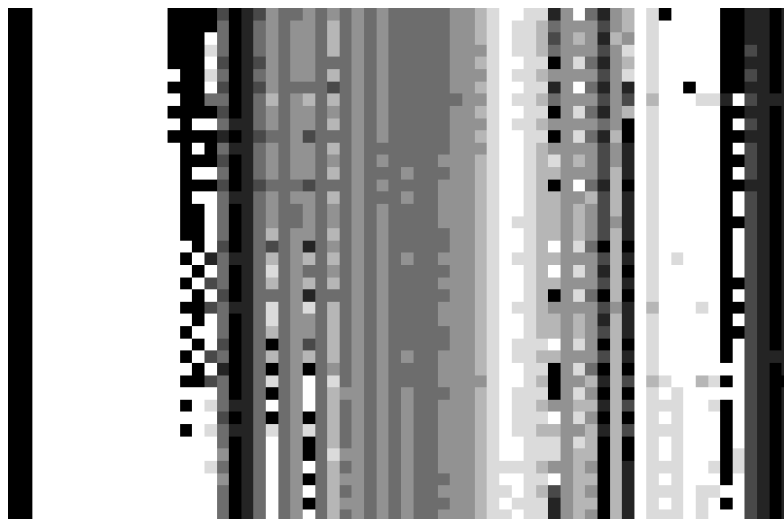


Рис. 1. Пример входных данных

Эксперименты показали, что применение вышеперечисленных методов в сочетании с облегчённой версией YOLOv11 повышает точность классификации микровыражений даже при наличии существенного дисбаланса. Наиболее важные выводы можно сформулировать следующим образом:

1. **Дискретизация угловой компоненты** позволила увеличить ROC-AUC за счёт уменьшения влияния шумовых колебаний и повышения устойчивости модели к изменению интенсивности движения.
2. **Учет гендерного фактора** (мужские и женские лица анализировались отдельными моделями) привёл к росту целевой метрики, несмотря на сокращение объёма данных в каждой подгруппе. Это подтверждает гипотезу о существовании различий в характере мимических паттернов у мужчин и женщин.
3. **ROC-AUC** при комбинированном обучении (муж.+жен.), несмотря на более разнообразные данные, оказался ниже, чем в вариантах с разделением по полу. Данный результат подчеркивает значимость персонализации моделей при анализе микровыражений.

Таким образом, предложенный подход демонстрирует конкурентоспособное качество классификации микровыражений.

1. Yan W. J. *et al.* How fast are the leaked facial expressions: The duration of micro-expressions //Journal of Nonverbal Behavior. – 2013. – Т. 37. – С. 217–230.
2. Khanam R., Hussain M. *Yolov11: An overview of the key architectural enhancements* //arXiv preprint arXiv:2410.17725. – 2024.
3. Li J. *et al.* CAS (ME) 3: A third generation facial spontaneous micro-expression database with depth information and high ecological validity //IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2022. – Т. 45. – №. 3. – С. 2782–2800.
4. Lugesesi C. *et al.* Mediapipe: A framework for building perception pipelines //arXiv preprint arXiv:1906.08172. – 2019.
5. Liu Y. J. *et al.* A main directional mean optical flow feature for spontaneous micro-expression recognition //IEEE Transactions on Affective Computing. – 2015. – Т. 7. – №. 4. – С. 299–310.

ГРАФИКА В ОБУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Нарыжная В. М.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: naryzhnaia@sfedu.ru*

В ходе заседания Совета по науке и образованию, президент Российской Федерации Владимир Путин подчеркнул необходимость повышения качества подготовки инженерных кадров, а также специалистов, которые способны предлагать уникальные решения, в том числе для новейших, только формирующихся индустрий. По мнению Президента, необходимая база знаний технических и естественных наук формируется именно в школе, причём уже в 5–9 классах, и это является очень важным периодом для подготовки будущих специалистов.

Программирование является важнейшим элементом, для подготовки специалистов. В процессе обучения ребята знакомятся с различными особенностями языков программирования, и, работая над программами, развивают своё мышление и логику.

В данной статье мы рассмотрим, как можно заинтересовать школьников в изучении программирования, а именно в изучении графики.

Графика – это раздел программирования, который направлен на создание визуального контента, такого как изображение, анимация и другие. При работе с графикой, у обучающихся развивается пространственное мышление, а также формируются новые подходы к решению задач.

В современном образовательном процессе крайне важно, чтобы дисциплины вызывали интерес у учащихся. Однако многие ученики теряют увлеченность этими предметами на ранних стадиях обучения из-за недостатка мотивации и непонимания их актуальности для собственного развития. Хотя это вовсе не означает, что у них отсутствуют таланты и способности для усвоения этих знаний. Для решения этой проблемы, можно попробовать заинтересовать школьников и предложить создать собственные проекты, анимации или даже прототипы небольших игр. Это позволит им увидеть практическое применение знаний и вызовет интерес у большинства ребят.

Учащиеся могут экспериментировать с разработкой собственных проектов с графикой и созданием интерактивных программ или игр. Лучше всего начать обучение графики с более простых графических редакторов, таких как Scratch, в котором ученики могут создавать интерактивные истории и анимации, или Processing – для более сложной визуализации данных и арт-проектов.

Если рассматривать внеклассные занятия, основанные на графике, то можно сказать о том, что они могут стать хорошим местом для обмена идеями, а также для развития различных навыков и креативности. Подобные уроки помогают создавать группы людей со схожими интересами, которые оказывают поддержку друг другу при реализации проектов и идей. Использование графики может быть различным, например, она может быть использована для визуализации математических и физических концепций, таких как модели движения планет или визуализация графиков функций, а также для создания игр, редакторов и другого.

Использование графики в обучении программированию не только делает процесс обучения более интересным и увлекательным, но и формирует у школьников необходимые навыки для будущей профессиональной деятельности, а проведение различных конкурсов и выставок графических проектов стимулирует интерес к программированию и дает ученикам возможность продемонстрировать свои достижения. Очень важно, чтобы учителя и образовательные учреждения осознавали ценность графики и активно использовали её в практике.

Литература

1. *Ажгиреева О. В.* Изучение графического редактора в начальной школе. // Информатика и образование. – 2003. – № 1. – С. 92.
2. *Шелепаева А. Х.* Поурочные разработки по информатике: Универсальное пособие: 8–9 классы – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ВАКО, 2006. – 272 с.
3. *Антропова, Ю. Р.* Чем может быть полезно изучение программирования в школе / Ю. Р. Антропова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2021. – № 41 (383). – С. 66–67. – URL: <https://moluch.ru/archive/383/84333/> (дата обращения: 15.03.2025).

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ: РАЗРАБОТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Наседкин А. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: nasedkin@math.sfedu.ru*

В настоящем обзоре описывается опыт компьютерного дизайна пьезоэлектрических композитов и разработки специализированного компьютерного инструментария, осуществленных за последние годы автором и его коллегами на кафедре математического моделирования и в лаборатории вычислительной механики Южного федерального университета.

Исследования пьезоэлектрических материалов долгие годы были приоритетными в Ростовском государственном университете и в его правопреемнике – Южном федеральном университете. Эти исследования проводились по широкому спектру математических, вычислительных, физико-технологических, химических и инженерных направлений.

С 1998 года на кафедре математического моделирования начал разрабатываться конечно-элементный пакет ACELAN (ACoustoELectric ANalysis), ориентированный на расчет пьезоэлектрических устройств в двумерных статических и динамических постановках. Следует отметить, что на период начала разработки пакета возможности пьезоэлектрического анализа предоставляли как «тяжелые» конечно-элементные программные комплексы ABAQUS, ADINA, ANSYS, COSMOS/M, MSC.Marc, так и специальные программы, например, ATILA, CAPA, Feapiezo, PZFlex. Тем не менее, разработка собственного пакета позволила апробировать и развить ряд теоретических разработок авторского коллектива: конечно-элементные технологии решения задач акустоэлектроупругости с симметричными седловыми матрицами; учет демпфирования различной физической природы, допускающий метод разложения по модам; модели неоднородной поляризации и другие [1–4]. Созданный пакет был тщательно протестирован путем сравнения с аналитическими решениями и результатами расчетов в пакете ANSYS. В итоге были получены хорошие результаты по точности и быстродействию, а пакет ACELAN на протяжении многих лет успешно использовался авторами для расчетов практических задач и в научных исследованиях. Однако ограничения пакета ACELAN, связанные с двумерностью рассматриваемых задач (плоских и осесимметричных) не позволяли решать многие важные практические задачи пьезоэлектрического приборостроения. Тем

более, что авторы могли решать многие задачи в пакете ANSYS и разработали разнообразные программы на командном языке APDL ANSYS, реализующие многие нестандартные средства акустопьезоэлектрического анализа.

Актуальные задачи моделирования и компьютерного дизайна пьезоэлектрических композитов обусловили появление в 2017 году другой авторской разработки – конечно-элементного пакета ACELAN-COMPOS. Программная реализация этого пакета была осуществлена Д. К. Надолиным и П. А. Оганесяном. В этом пакете решались статические задачи гомогенизации двухфазных пьезоэлектрических композитов. Ориентация пакета на формы представительных объемов регулярной структуры, состоящие из кубических элементов, позволила успешно реализовать в нем пре- и постпроцессоры для трехмерных задач. Также были разработаны оригинальные алгоритмы формирования структур 3-0 связности (для композитов с замкнутыми включениями) и 3-3 связности (для композитов с открытой структурой включений) с разнообразными возможностями задания входной информации о характеристиках включений. Для пакета ACELAN-COMPOS были также разработаны различные математические модели: методы гомогенизации магнитоэлектрических композитов, учет неоднородностей полей поляризации, учет поверхностных эффектов по обобщенной теории Гуртина-Мурдоха для анализа наноструктурированных композитов и другие [5–8].

Отдельным направлением исследований являлись задачи моделирования пьезокомпозитов с экстремальными свойствами включений: пористых композитов, композитов с жесткими включениями, пьезокомпозитов с металлическими включениями и пористых пьезокомпозитов с металлизированными поверхностями пор [9–11]. Особенностью задач для пьезокомпозитов двух последних типов является то обстоятельство, что в таких композитах с диэлектрическими свойствами содержались замкнутые проводящие включения, для которых был энергетически обоснован метод учета проводящих свойств с использованием очень больших значений диэлектрических проницаемостей. В [10, 11] были также предложены оригинальные модели представительных объемов со сферическими включениями стохастической структуры и конечно-элементные технологии их генерации.

Наконец, самые последние исследования были связаны с задачами гомогенизации высокопористых пьезоэлектрических метаматериалов на основе симметричных и несимметричных ячеек Гибсона-Эшби [12]. Для таких структур очевидным образом возможны две принципиально различные модели поляризации: однородная поляризация и неоднородная. При этом среди моделей неоднородной поляризации были выделены модель кусочно-однородной поляризации, модель учета неоднородности поля поляризации только по направлению электрического поля и модели учета неоднородности поля поляризации как по направлению, так и по интенсивности электрического поля. Реализуя программно обычные конечно-элементные технологии

гомогенизации пьезоэлектрических композитов, для неоднородно поляризованных ячеек Гибсона-Эшби и регулярных решеток, составленных из этих ячеек, были получены новые интересные результаты, связанные с изменением знаков эффективных поперечных пьезомодулей, обуславливающие существование частичных акустических пьезоэлектрических свойств. Этот эффект коррелирует с известными отрицательными и ауксетическими пьезоэлектрическими эффектами, но для ячеек Гибсона-Эшби он, по-видимому, был выявлен в [12] впервые, причем в результате только вычислительных экспериментов.

Направления дальнейших исследований могут быть связаны с разработкой новых версий пакетов ACELAN и ACELAN-COMPOS, реализующих возможности трехмерного пьезоэлектрического анализа и алгоритмы моделирования представительных объемов нерегулярной структуры с разнообразными управляемыми свойствами включений. Для компьютерного дизайна наноструктурированных пьезокомпозитов актуальными остаются модели учета усложненных поверхностных и интерфейсных эффектов, особенно для фаз с различными анизотропными свойствами. Кроме того, стремительное развитие аддитивных технологий и полученные многообещающие результаты обуславливают актуальность компьютерных исследований пьезоэлектрических метаматериалов сложной формы при различных моделях поляризации.

Литература

1. Акопов О. Н., Белоконь А. В., Надолин К. А., Наседкин А. В., Скалиух А. С., Соловьев А. Н. Симметричные седловые алгоритмы конечно-элементного анализа составных пьезоэлектрических устройств // Математическое моделирование. 2001. Т. 13, № 2. С. 51–60.
2. Белоконь А. В., Еремеев В. А., Наседкин А. В., Соловьев А. Н. Блочные схемы метода конечных элементов для динамических задач акусто-электроупругости // Прикладная математика и механика. 2000. Т. 64, № 3. С. 381–393.
3. Белоконь А. В., Наседкин А. В., Соловьев А. Н. Новые схемы конечно-элементного динамического анализа пьезоэлектрических устройств // Прикладная математика и механика. 2002. Т. 66, № 3. С. 491–501.
4. Nasedkin A. V. Some finite element methods and algorithms for solving acousto-piezoelectric problems / Piezoceramic materials and devices. Ed. I. A. Parinov. Nova Science Publishers, N.-Y., 2010. P.177–218.
5. Kurbatova N. V., Nadolin D. K., Nasedkin A. V., Nasedkina A. A., Oganesyan P. A., Skaliukh A. S., Soloviev A. N. Models of active bulk composites and new opportunities of ACELAN finite element package / Wave Dynamics and Composite Mechanics for Microstructured Materials and Metamaterials.

- Advanced Structured Materials, Vol. 59, M. A. Sumbatyan (Ed.). Springer, Singapore, 2017. Ch. 8. P. 133–158.
6. Kurbatova N. V., Nadolin D. K., Nasedkin A. V., Oganessian P. A., Soloviev A. N. Finite element approach for composite magneto-piezoelectric materials modeling in ACELAN-COMPOS package / Analysis and Modelling of Advanced Structures and Smart Systems. Series «Advanced Structured Materials», Vol. 81, H. Altenbach, E. Carrera, G. Kulikov (Eds.). Springer, Singapore, 2018. Ch. 5. P. 69–88.
 7. Gerasimenko T. E., Kurbatova N. V., Nadolin D. K., Nasedkin A. V., Nasedkina A. A., Oganessian P. A., Skaliukh A. S., Soloviev A. N. Homogenization of piezoelectric composites with internal structure and inhomogeneous polarization in ACELAN-COMPOS finite element package / Wave Dynamics, Mechanics and Physics of Microstructured Metamaterials. Advanced Structured Materials. Vol. 109. M. A. Sumbatyan (Ed.) Springer, Singapore, 2019. Ch. 8. P. 113–131.
 8. Nasedkin A. Finite element modelling of active composite materials in ACELAN-COMPOS package / Advanced Materials. Springer Proceedings in Materials. Vol. 6. I. A. Parinov, S.-H. Chang, B. T. Long (Eds.) Springer, Cham, 2020. Ch. 26. P. 311–323.
 9. Nasedkin A., Nassar M. E. About anomalous properties of porous piezoceramic materials with metalized or rigid surfaces of pores // Mechanics of Materials. 2021. V. 162. 104040.
 10. Nasedkin A., Nassar M. E. Comprehensive numerical characterization of a piezoelectric composite with hollow metallic inclusions using an adaptable random representative volume // Computers and Structures. 2022. V. 267. 106799.
 11. Nassar M. E., Saeed N. A., Nasedkin A. Determination of effective properties of porous piezoelectric composite with partially randomly metalized pore boundaries using finite element method // Applied Mathematical Modelling. 2023. V. 124. P. 241–256.
 12. Kornievsky A., Nasedkin A., Volkov A. Comparative analysis of piezoelectric regular foams from two types of Gibson-Ashby cells with uniform and piecewise homogeneous polarizations // Acta Materialia. 2025. V. 286. 120744.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СОСТАВНЫХ ПОРИСТОУПРУГИХ ТЕЛ В РАМКАХ МИКРО-ДИЛАТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Нестеров С. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

ФГБУН «Южный математический институт – филиал ВНЦ РАН»,

г. Владикавказ

E-mail: 1079@list.ru

Пористоупругие элементы различной формы благодаря уникальным физико-механическим свойствам широко применяются в различных областях науки и техники в качестве теплоизоляционных и звукопоглощающих материалов, в виде имплантатов, биопротезов и т. д. Задачи деформирования упругих тел различной формы достаточно полно изучены в рамках моделей классической теории упругости. Однако такие модели не учитывают влияние микроструктуры материала, обусловленное распределением пор, свободных от жидкости.

Теорией, адекватно описывающей поведение упругих материалов с пустотами, является микро-дилатационная теория, которая была предложена в работе Нунзиато и Ковина в [1]. Переменными в этой модели являются вектор смещения среды и пористость, характеризующая отношение объема пустот к общему объему единичного элемента. В случае если функция пористости линейно зависит от внешней нагрузки, то микро-дилатационная теория дает хорошее согласие с экспериментальными данными. В этой теории деформация и пористость являются связанными полями, имеющими общую реакцию на внешние нагрузки, прикладываемые к телу. Определяющие соотношения этой теории в случае статического деформирования изотропных тел содержат пять механических параметров, два из которых совпадают с модулями классической теории упругости, а три других – дополнительные материальные константы теории пористых сред. При этом в связи с введением дополнительной кинематической переменной модели и её градиента возникают неклассические напряжения.

На основе модели Ковина-Нунзиато получены аналитические решения задач о статическом деформировании однородных пористых тел, в том числе стержня [2], пластины [3], полого цилиндра [4], решены некоторые контактные задачи [5]. Для более точного моделирования деформирования составных пористоупругих тел необходимо учитывать также и поверхностные эффекты. Обобщенная микро-дилатационная теория с поверхностными эффектами применялась для исследования чистого изгиба балки [6], дефор-

мирования полого цилиндра [7] в результате нагрева. Итак, ранее проведенные исследования изгиба пористых балок, деформирования стержня и цилиндра касались только однородных тел. Однако в настоящее время в технике широко используются составные пористые тела. Таким образом, в настоящий момент актуальная задача деформирования составных пористых тел при наличии поверхностных эффектов на основе обобщенной микро-дилатационной теории является неисследованной.

В докладе в качестве первой задачи исследовано деформирование составного пористоупругого стержня, один торец которого жестко защемлен, а другой торец находится под действием механической нагрузки. В качестве второй задачи исследовано деформирование толстостенного полого двухслойного бесконечно длинного цилиндра, внутренняя поверхность которого свободна от напряжений, а к внешней поверхности приложена нормальная механическая нагрузка. В качестве третьей задачи исследовано напряженно-деформированное состояние, возникшее в результате изгиба составной балки, один торец которой защемлен, другой свободен, при этом изгиб происходит под действием равномерно распределенной нагрузки.

На основе вариационного принципа Лагранжа и микро-дилатационной модели Коуина-Нунзиато получены постановки задач о статическом деформировании составных пористоупругих тел (стержня, балки и цилиндра) с учетом поверхностных эффектов в области сопряжения. В ходе обезразмеривания задач введены два малых параметра – параметр связанности и масштабный параметр, отвечающий за краевые эффекты на границе и в области контакта. Получены точные аналитические решения поставленных задач, удовлетворяющие граничным условиям и условиям сопряжения. Сначала получены формулы для нахождения распределения функции пористости и неклассических напряжений, а затем – формулы для нахождения смещений. Расчеты напряженно-деформированного состояния составных пористых тел по моделям классической теории упругости, микро-дилатационной теории упругости при наличии и отсутствии поверхностных эффектов дают качественные различия. Выяснено, что на распределение радиальных и окружных напряжений цилиндра не влияют значения неклассических параметров, однако их влияние на распределение смещений значительное. Также выяснено, что в окрестности контактной зоны происходит локальное изменение функции пористости; с увеличением масштабного параметра наблюдается увеличение ширины переходной зоны для функции пористости; с увеличением параметра связанности происходит увеличение смещений; при учете поверхностных эффектов пористость достигает максимального значения в точке сопряжения, а затем быстро убывает; неклассические напряжения близки к нулю, однако, в области контакта либо принимают экстремальное значение, либо испытывают скачок при наличии поверхностных эффектов.

1. Cowin S. C., Nunziato J. W. Linear elastic materials with voids // Journal of Elasticity. 1983. Vol. 13, № 2. P. 125–147.
2. Birsan M., Altenbach H. On the theory of porous elastic rods // International // Journal of Solids and Structures. 2011. Vol. 48, № 6. P. 910–924.
3. Lyapin A. A., Vatulyan A. O. On deformation of porous plates // ZAMM Journal of applied mathematics and mechanics: Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik. 2018. Vol. 98, № 6. P. 330–340.
4. Cowin S. C., Puri P. The classical pressure vessel problems for linear elastic materials with voids // Journal of Elasticity. 1983. Vol. 13. P. 157–163.
5. Зеленцов В. Б., Загребнева А. Д., Лапина П. А., Айзикович С. М., Ванг Юн-Че. Относительный объем пор при идентификации пористых материалов // Проблемы прочности и пластичности. 2021. Т. 83, № 4. С. 462–470.
6. Lurie S., Solyaev Yu., Volkov A., Volkov-Bogorodskiy D. Bending problems in the theory of elastic materials with voids and surface effects // Mathematics and Mechanics of Solids. 2018. Vol. 23, № 5. P. 787–804.
7. Li Y., Volkov V. A., Rabinskiy N. L., Shemiakov O. A. Numerical modeling of scale effects for circular cylinder in the theory of thermoelastic materials with voids // Journal of Applied Engineering Science. 2020. Vol. 18, № 4. P. 671–675.

ИГРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ: ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Николаева С. П.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт компьютерных технологий и информационной
безопасности,
г. Таганрог*

E-mail: skonovalenko@sfedu.ru

Современное инженерное образование требует внедрения инновационных методов обучения, которые способствуют активному вовлечению студентов и развитию их профессиональных компетенций. Одним из таких методов является использование игровых технологий. Геймификация позволяет преодолеть сложность восприятия физики как дисциплины, делая процесс обучения более увлекательным и доступным.

Обучение физике для студентов инженерных специальностей требует не только передачи знаний, но и формирования практических навыков и критического мышления. Одним из эффективных методов, способствующих этому, является использование игровых технологий. Игровые технологии в обучении физике для инженеров представляют собой современный подход, который активно внедряется в образовательный процесс. В данной статье рассмотрены применение игры «Морской бой» как инструмента для обучения физике и пример реализации этой игры в учебном процессе.

Использование игровых технологий позволит повысить мотивацию, так как игровые элементы делают обучение более увлекательным, что способствует активному вовлечению студентов в учебный процесс. Также игры требуют анализа ситуации, принятия решений и поиска нестандартных решений, что развивает их критическое мышление.

На практических занятиях по физике можно использовать различные игровые форматы, такие как деловые игры (моделируют реальные физические процессы и эксперименты, где студенты берут на себя роли исследователей или инженеров, что позволит развивать навыки решения проблем и критическое мышление), викторины и соревнования (способствует закреплению знаний и развитию способности к быстрой реакции), квесты и сценарные игры (развивает творческое мышление и умение работать в команде).

Примеры успешного применения игровых технологий на практических занятиях по физике у студентов инженерных специальностей: физическое лото и физический «Морской бой».

Игра «Морской бой» традиционно известна как развлечение, но ее адаптация для учебных целей позволяет сделать процесс обучения более

увлекательным и интерактивным: каждая клетка игрового поля связана с вопросом или задачей по теме курса. В этой игре студенты соревнуются в знаниях по физике, используя игровые элементы для закрепления теоретических концепций. Попадание по кораблю требует ответа на вопрос для получения очков.

Для проведения занятия для обобщения и систематизации материала по оптике в форме игры «Морской бой» необходимо большое количество заранее подготовленных задач по теме. Для организации игры необходимо разделить группу на две команды, можно по усмотрению преподавателя. Каждой команде выдается два игровых поля размером 10×10 . Одно поле предназначено для размещения «кораблей» (по одному кораблю из четырех клеток, два корабля из трех, три корабля из двух и четыре корабля из одной клетки), а другое – для фиксирования ходов.

Преподаватель выдает командам задачу для решения по теме (например: скорость распространения света в первой прозрачной среде $2,25 \cdot 10^8$ м/с, а во второй $2,0 \cdot 10^8$ м/с. Луч света падает на поверхность раздела двух сред под углом 30° и переходит во вторую среду. Определить угол преломления луча.). Какая команда первая правильно решит задачу, та и начинает «стрелять» по игровому полю команды-соперника. В случае попадания по кораблю противника, преподаватель сообщает студентам условие следующей задачи. Отвечает первая та команда, которая попала по кораблю противника. Если ответ был неверный, то отвечает вторая команда. Если вторая команда ответила верно, то ей предоставляется право хода и она зарабатывает балл. Таким образом игра продолжается до тех пор, пока одна из команд не потопит все «корабли» противника или не исчерпает свои ходы.

Таким образом, применение игровых технологий в обучении физике для инженеров не только способствует повышению интереса и мотивации учащихся, но и делает процесс обучения более эффективным. Внедрение этих технологий в образовательный процесс является перспективным направлением для формирования положительного отношения к предмету и развития ключевых компетенций у будущих инженеров.

Литература

1. Коноваленко С. П., Мозговая К. Н. Геймификация в школьном образовании по физике // Физика в школе. – 2023. – № 2. – С. 39–43.
2. Замятина О. М., Мозгалева П. И., Юруккина Т. Ю. Применение игровых технологий в модулях «физика» и «математика» // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 15. – С. 46–50.

ОБРАЗОВАНИЕ КАВЕРНЫ С НЕПОДВИЖНЫМИ ТОЧКАМИ ОТРЫВА НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ПЛАВАЮЩЕГО ПРЯМОУГОЛЬНОГО ЦИЛИНДРА

Норкин М. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: norkinmi@mail.ru*

Рассматривается плоская задача о вертикальном движении прямоугольного цилиндра под свободной поверхностью идеальной, несжимаемой, тяжелой жидкости. Предполагается, что движение цилиндра происходит из состояния покоя по полиномиальному закону с неизвестным коэффициентом p (в дальнейшем p определяется из условия Кутты-Жуковского). При определенных условиях, сразу после начала движения, происходит отрыв частиц жидкости от поверхности тела и образуется присоединенная каверна. Форма каверны и конфигурация внешней свободной поверхности жидкости заранее неизвестны и подлежат определению в ходе решения задачи. Поставленная задача исследуется на малых временах при дополнительном предположении о неподвижности точек отрыва. Такое допущение будет оправдано, если удастся подобрать физические параметры задачи так, чтобы выполнялись важные физические условия – Кутты-Жуковского и положительности давления. Условие для давления должно выполняться в области, занятой жидкостью, за исключением маленьких окрестностей угловых точек прямоугольника. В работе изучается вопрос о возможности представления решения данной задачи в виде степенного асимптотического разложения по малому времени, содержащему первые два члена асимптотики. Показывается, что в случае, когда давление в каверне является постоянной величиной (самый простой закон искусственной кавитации), искомое разложение существует только при числе Фруда, равном единице, и определенном значении постоянной p . Для произвольного числа Фруда указанное разложение справедливо при специальном законе искусственной кавитации.

Аналогичная задача в случае кругового цилиндра, движущегося в жидкости из состояния покоя с постоянным ускорением, рассматривалась в статье [1]. Общие принципы кавитационных течений при взаимодействии твердых тел с жидкостью изложены в [2, 3].

Математическая постановка задачи, записанная в безразмерных переменных, в подвижной системе координат связанной с прямоугольником имеет вид (Рис. 1):

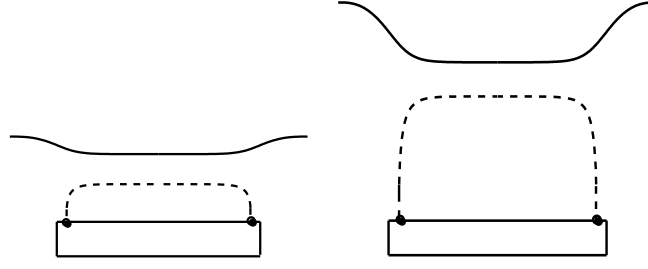


Рис. 1. Формы свободных границ при $\chi_0 = -0.5; \chi_1 = 0; \chi_2 = 0; Fr = 1; b = 0.2;$
 $H = 0.5; H_R = 4; H_b = 3; t = 0.5; 0.7.$

$$\Delta\Phi = 0, \quad R \in \Omega(t)$$

$$\frac{\partial\Phi}{\partial y} = \dot{h}(t), \quad y = b, c < |x| < 1; \quad y = -b, |x| < 1$$

$$\frac{\partial\Phi}{\partial x} = 0, \quad x = \pm 1, -b < y < b$$

$$\frac{\partial\Phi}{\partial t} - \dot{h}(t) \frac{\partial\Phi}{\partial y} + 0.5(\nabla\Phi)^2 + Fr^{-2}(y + h(t) - H) - 0.5\chi = 0, \quad R \in S_{21}(t);$$

$$\frac{\partial\Phi}{\partial y} - \dot{h}(t) = \frac{\partial\eta}{\partial x} \frac{\partial\Phi}{\partial x} + \frac{\partial\eta}{\partial t}, \quad R \in S_{21}(t);$$

$$\frac{\partial\Phi}{\partial t} - \dot{h}(t) \frac{\partial\Phi}{\partial y} + 0.5(\nabla\Phi)^2 + Fr^{-2}\xi(x, t) = 0, \quad R \in S_2(t)$$

$$\frac{\partial\Phi}{\partial y} = \frac{\partial\xi}{\partial x} \frac{\partial\Phi}{\partial x} + \frac{\partial\xi}{\partial t}, \quad R \in S_2(t)$$

$$\frac{\partial\Phi}{\partial y} = 0, \quad y = -H_b - h(t); \quad \frac{\partial\Phi}{\partial x} = 0, \quad x = \pm H_R$$

$$\Phi(x, y, 0) = 0, \quad \xi(x, 0) = 0, \quad \eta(x, 0) = 0$$

Главными неизвестными здесь являются потенциал скоростей Φ и возмущения внутренней и внешней свободных границ жидкости η и ξ . Обезразмеренный закон движения цилиндра имеет вид $h(t) = -0.5t^2 - 0.25pt^4$. Характерными физическими параметрами задачи являются величины

$$Fr = \sqrt{\frac{w}{g}}, \quad \chi = 2 \frac{p_a - p_c}{\rho w a},$$

где Fr – число Фруда, связанное с ускорением цилиндра w на самом раннем этапе его движения, когда в выражении для $h(t)$ можно ограничиться только первым членом; χ – безразмерная разность давлений на внешней свободной поверхности жидкости и в каверне; p_a – атмосферное давление; p_c – давление в каверне; g – ускорение силы тяжести; ρ – плотность жидкости;

$2a$ – длина цилиндра. Остальные обозначения идентичны тем, которые вводились в статье [1]. Допускается зависимость давления в каверне p_c от переменной x и времени t . Считаем, что величина χ имеет вид (в общем случае $f'(x)$ имеет корневые особенности в точках отрыва; в дальнейших рассуждениях $f(x) = \eta_0(x)$):

$$\chi = \chi_0 + t^2 \chi_1 + t^4 \chi_2 f(x)$$

Решение поставленной задачи разыскивается в виде следующих асимптотических разложений:

$$\Phi = t\Phi_0(x, y) + t^3\Phi_1(x, y) + \dots, \quad \eta = t^2\eta_0(x) + t^4\eta_1(x) + \dots, \quad \xi = t^2\xi_0(x) + t^4\xi_1(x) + \dots,$$

После подстановки такого проекта решения в исходную задачу осуществляется стандартная процедура переноса краевых условий с возмущенных участков границы области на их первоначально невозмущенный уровень. После этого приравниваются коэффициенты при одинаковых степенях малого времени. В результате для определения функций Φ_0, Φ_1 возникают смешанные краевые задачи для уравнения Лапласа в первоначально невозмущенной области $\Omega(0)$. Задача для Φ_0 формулируется как задача с односторонними ограничениями:

$$\begin{aligned} \Delta\Phi_0 &= 0, \quad R \in \Omega(0); \quad \Phi_0 = 0, \quad y = H \\ \frac{\partial\Phi_0}{\partial y} &= -1, \quad y = b, c < |x| < 1; \quad y = -b, |x| < 1 \\ \frac{\partial\Phi_0}{\partial x} &= 0, \quad x = \pm 1, -b < y < b \\ \frac{\partial\Phi_0}{\partial y} &\geq -1, \quad 0.5\chi_0 - \Phi_0 + Fr^{-2}(H - b) = 0, \quad y = b, |x| < c; \\ 0.5\chi_0 - \Phi_0 + Fr^{-2}(H - b) &\geq 0, \quad y = b, c < |x| < 1; \\ \frac{\partial\Phi_0}{\partial y} &= 0, y = -H_b; \quad \frac{\partial\Phi_0}{\partial x} = 0, x = \pm H_R \end{aligned}$$

Задача для Φ_1 имеет вид ($\eta_0(x) = 0.5(\Phi_{0,y} + 1)$):

$$\begin{aligned} \Delta\Phi_1 &= 0, \quad R \in \Omega(0); \\ \frac{\partial\Phi_1}{\partial y} &= -p, \quad y = b, c < |x| < 1; \quad y = -b, |x| < 1 \\ \frac{\partial\Phi_1}{\partial x} &= 0, \quad x = \pm 1, -b < y < b \end{aligned}$$

$$3\Phi_1 = -4\eta_0^2(x) + 0.5(1 + Fr^{-2} + \chi_1) + \eta_0(x)(1 - Fr^{-2} + 0.5\chi_2), \quad y = b, |x| < c;$$

$$3\Phi_1 = -\left(\frac{\partial\Phi_0}{\partial y}\right)^2 - 0.5(Fr^{-2} + 3)\frac{\partial\Phi_0}{\partial y}, \quad y = H$$

$$\frac{\partial\Phi_1}{\partial y} = 0.5\frac{\partial^2\Phi_0}{\partial x^2}, y = -H_b; \quad \frac{\partial\Phi_1}{\partial x} = 0, x = \pm H_R$$

В силу регулярности решения задачи с односторонними ограничениями в точках отрыва условие Кутты-Жуковского будет выполнено в главном приближении по времени. Поэтому остановимся на анализе второй задачи. Граничная функция для Φ_1 в краевом условии первого рода (при $y = b, |x| < c$) является непрерывной в точках отрыва (при $x = \pm c$), а ее первая производная имеет там корневые особенности. Эти особенности содержатся только в последнем слагаемом этой функции (особенности имеет функция $\eta'_0(x)$). Для их устранения нужно занулить коэффициент при функции $\eta_0(x)$. В результате приходим к условию регулярности:

$$1 - Fr^{-2} + 0.5\chi_2 = 0$$

При выполнении этого условия производная функции Φ_1 по переменной x при $y = b, x \rightarrow c + 0$ будет иметь чисто корневую особенность (логарифмический множитель не появляется). Эту особенность можно устранить с помощью специального выбора коэффициента p :

$$p = -\frac{\chi_1 a_2 + 6a_3}{6a_1}, \quad a_1 = \lim_{\alpha \rightarrow c+0} \frac{\partial u}{\partial x} \sqrt{x-c}, \quad a_2 = \lim_{\alpha \rightarrow c+0} \frac{\partial v}{\partial x} \sqrt{x-c}, \quad a_3 = \lim_{\alpha \rightarrow c+0} \frac{\partial w}{\partial x} \sqrt{x-c}$$

Здесь использовано следующее представление:

$$\Phi_1 = pu + 6^{-1}\chi_1 v + w$$

Для самого простого закона искусственной кавитации, когда $\chi_1 = 0, \chi_2 = 0$, условие регулярности сводится к равенству $Fr = 1$. Приведенные рисунки соответствуют именно этому случаю. Интересно отметить, что условие регулярности для прямоугольника совпадает с аналогичным условием для круга [1]. В настоящей работе показывается, что неподвижность точек отрыва может быть обеспечена за счет специального закона движения цилиндра. Для кругового цилиндра она обеспечивалась за счет специального закона искусственной кавитации [1].

Литература

1. Норкин М. В. Образование каверны с неподвижными точками отрыва при вертикальном разгоне плавающего кругового цилиндра // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2024. № 91. С. 99–112. Doi: 10.17223/19988621/91/9.
2. Гуревич М. И. Теория струй идеальной жидкости. М.: Наука, 1979.
3. Иванов А. Н. Гидродинамика развитых кавитационных течений. Л.: Судостроение, 1980.

МАСТЕРСКИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРЕПОДАВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН В ВУЗЕ

Носова В. О., Вечканов Е. М., Плотников А. А.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского
E-mail: vnosova@sfedu.ru, emvechkanov@sfedu.ru, aap@sfedu.ru

В работе представлена методика формирования методической системы преподавания специализации «Биотехнология» в контексте реализации профессионально-прикладной направленности. Ведущим методом исследования данного аспекта является мастерская, позволяющая сформировать систему знаний и умений, необходимых студентам в профессиональной деятельности.

Профессиональное образование студентов вуза специализации «Биотехнология» предполагает овладение объемом системных знаний и умений в области той или иной профессии. Под мастерской понимается совокупность взаимосвязанных средств, методов и процессов, направленных на углубление теоретических знаний и развития практических навыков. Мастерские могут включать в себя практические задания, групповые проекты, обсуждения, эксперименты в ходе лабораторных работ. Такой подход позволяет создать динамичную и вовлеченную образовательную среду.

Одним из главных преимуществ мастерских является активность и вовлеченность студентов в процесс обучения, что способствует лучшему усвоению материала. Еще одним немаловажным достоинством является формирование навыков критического и творческого мышления путем анализа информации, выдвижения гипотез и проверки их на практике. Проведение мастерских в группах позволяет студентам взаимодействовать друг с другом, делиться идеями, развивать навыки общения и сотрудничества.

В условиях современного образования важно использовать такие методы, которые делают процесс обучения более интерактивным и вовлекающим, что в итоге приводит к более глубокому пониманию предмета и подготовке студентов к профессиональной деятельности. Применение формата творческой мастерской в активном обучении способствует проявлению у студентов важнейших компетенций, таких как критическое и творческое мышление, умение работать в группе и принимать обоснованные решения. Однако для достижения максимальных результатов необходимо учитывать возможные риски и тщательно планировать образовательный процесс, обеспечивая поддержку и руководство со стороны преподавателя.

Литература

1. Shilova Z. V. Methodology Features of Teaching Stochastics to University Students of the Biology Specialization / Z. V. Shilova, Sibgatullina T. V. // Mathematics Science and Technology Education. – 2017. № 13. – P. 4725–4738.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ: «ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНИКИ»

Овсепян Н. К.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: narinekarenovna1@icloud.com*

Для решения задач очень важно, чтобы учащиеся знали и легко восстанавливали в памяти все свойства фигур, их признаки, чтобы эта информация была актуальна при решении задач, большую роль при этом играет наглядность и динамичность образов.

В наше время стремительно развиваются информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), которые также можно применять в сфере образования. Благодаря им можно реализовать принцип наглядности при решении задач, в особенности на построение, такими программами являются: GeoGebra, Desmos, Sketchpad и др.

Каждая программа имеет свои отличительные возможности, но остановимся на особенностях GeoGebra. Она позволяет визуализировать математику, проводить эксперименты и исследования при решении математических задач [1].

Данная программа имеет понятный в использовании интерфейс, который напоминает графический редактор. Он довольно прост в использовании, даже начинающий пользователь разберётся с особенностями работы данной программы.

GeoGebra является бесплатной программой, она работает на таких операционных системах как: Windows, Mac, Linux, iOS и Androud, а также для использования имеется веб-версия.

Программа имеет информацию на русском языке, также оснащена большим количеством инструментов, с помощью которых можно строить фигуры, изучать их свойства, и решать задачи.

На уроках геометрии можно использовать возможности GeoGebra для визуализации свойств четырёхугольников. Учащиеся смогут выяснить как влияют параметры фигур на их свойства.

В статье рассматриваются решения задач на построение из учебника Л. С. Атанасяна «Геометрия 7–9» [2] при помощи программы GeoGebra. Обычно в школьном курсе такие задачи решаются с использованием односторонней линейки и циркуля.

Благодаря GeoGebra решение задач на построение становится намного проще и удобнее. Она помогает учащимся эффективнее и быстрее создавать визуальное решение [3].

Использование современных технологий позволяет внести не только разнообразие в учебный процесс, но и лучше разобраться в изучении геометрических фигур.

Литература

1. Газимагомедова А. О. Инструменты для пространственного графического моделирования в прикладной программе по математике «GeoGebra» : учебное пособие / А. О. Газимагомедова. – М. : 2018. – 28 с. – (Для школьников, студентов, аспирантов и педагогических работников). – URL: <https://диро.рф/wp-content/uploads/2020/03/Построения-в-GeoGebra.pdf>.
2. Геометрия 7–9 класс : учеб. для общеобразоват. организаций / Л. С. Атанасян, В. Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев [и др.]. – 2-е изд. – М. : Просвещение, 2014. – 382 с.
3. Кубицкая М. С. Использование программы GeoGebra в изучении планиметрии / М. С. Кубицкая, М. Ю. Солощенко. – Текст : электронный // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» № 7/2022. С. 7497–7504. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-programmy-geogebra-v-izuchenii-planimetrii/viewer> (дата обращения: 15.03.2025).
4. Официальный сайт GeoGebra. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.geogebra.org/classic?lang=ru> (дата обращения: 14.03.2025).

КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Орехова Д. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Таганрог

E-mail: narinekarenovna1@icloud.com

За последние несколько лет в мире картографической информации произошли значительные изменения. Доступность спутниковых изображений с высоким пространственным разрешением и программного обеспечения для геоинформационных систем (ГИС) изменили спрос на картографические изображения большего масштаба с улучшенным отображением небольших пространственных объектов. [3, 4] Картографическое производство перешло от географических институтов к более специализированным производственным структурам, способным следить за постоянным развитием технологий. В то же время, в среде ГИС сохраняется потребность в получении географической информации с высоким уровнем качества, что обусловлено развитием методов и инструментов сбора пространственных данных.

Исходя из общего определения качества, как степени соответствия результатов проекта определенным требованиям, задача ГИС заключается в правильном определении спецификаций и конкретных параметров качества, которые подходят для решения различных задач.

Целью работы является исследование качественных параметров пространственных данных в ГИС, рассмотрение плана контроля качества с предложенными новыми критериями в условиях современных ограничений.

Актуальность темы обусловлена повсеместным использованием ГИС для решения различных задач, требующих предоставления данных для пользователя с известным уровнем качества.

Определение параметров качества для конечных результатов работы ГИС должно выполняться в рамках планирования проекта: чтобы обеспечить основу для проектной работы и мероприятий по обеспечению качества.

На данном этапе мы можем говорить о документированных спецификациях для конечных результатов проекта, создающих основу для управления качеством.

Однако, помимо документированных спецификаций, общих для решения определенного набора задач в ГИС, программное обеспечение предоставляет инструменты для настройки в соответствии с потребностями пользователей [5].

Ключевым моментом в разработке программного обеспечения ГИС является то, что в ходе проекта внедряется формальная, организованная методология, которую следует исполнять [1–3]. С точки зрения управления качеством, на некоторых этапах процесса (оценка потребностей пользовательских приложений, проектирование, прототипирование, оперативное развертывание, документация) должны быть выполнены следующие компоненты для управления качеством:

1. Планирование качества – это часть управления качеством, которая направлена на постановку целей и определение процессов и ресурсов, необходимых для достижения целей в области качества; организованный процесс, который преобразует политику в области качества в измеримые цели и требования, устанавливает последовательность шагов для их достижения в установленные сроки.

2. Контроль качества – часть управления качеством, которая помогает оценить эффективность фактического функционирования процесса и продукта, а также принять соответствующие меры в случае отклонений, возникающих при сравнении фактических показателей с запланированными целями.

3. Обеспечение качества – часть управления качеством, направленная на обеспечение уверенности в том, что требования к качеству будут выполнены; получает от клиентов и руководства подтверждение качества.

4. Повышение качества – часть управления качеством, направленная на повышение способности достигать определенные требования к качеству.

На рисунке 1 показано, что контроль качества является основным направлением деятельности в области управления качеством. Контроль качества в рамках конкретной системы повышает уровень контроля до уровня обеспечения качества. Если затем проводятся мероприятия по повышению качества на основе анализа данных измерений процесса или продукта, а также данных обратной связи с потребителями, управление качеством передается на другой уровень. В этом контексте планирование качества остается неотъемлемой частью всех этапов управления качеством.

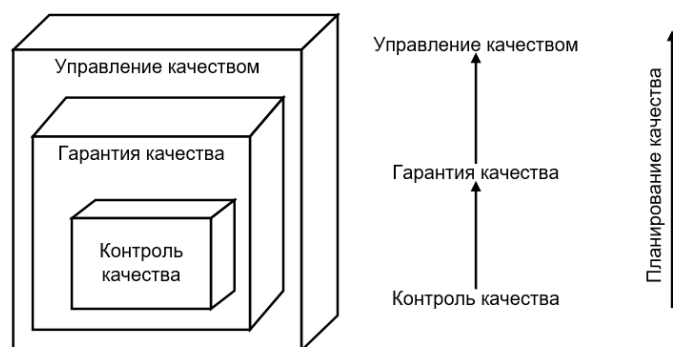


Рис. 1. Схема контроля качества

Отметим, что качество пространственных данных в ГИС постоянно меняется: происходит цифровое преобразование исходных изображений. Поддержание целостности и точности этих данных с помощью хорошо разработанного плана контроля качества (QC), который объединяет этапы преобразования данных и сопровождения, является ключевым фактором в реализации успешного ГИС-проекта. Поток данных в цикле обновления базы данных ГИС представлен на рисунке 2.

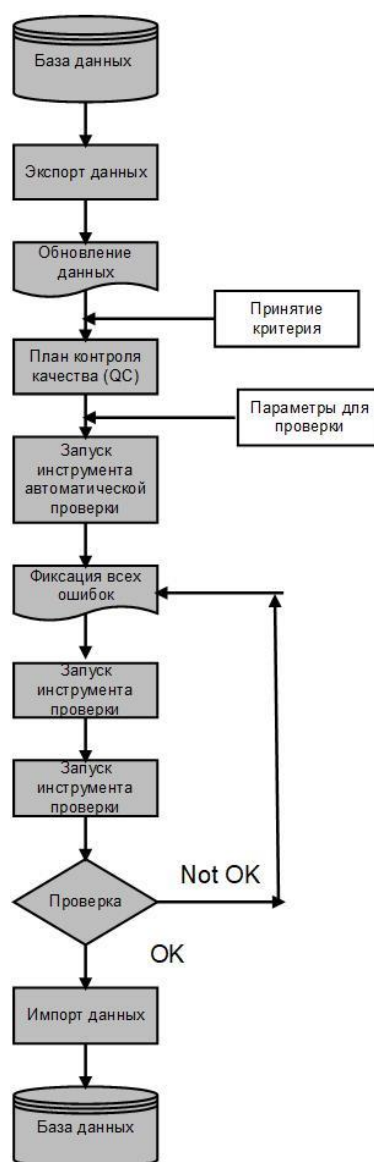


Рис. 2. Поток данных в цикле обновления базы данных ГИС

Перейдем к описанию плана контроля качества. Основы контроля качества, такие как полнота, достоверность, логическая последовательность, физическая непротиворечивость, ссылочная целостность и точность пози-

ционирования остаются неизменными. В данный план добавлены: визуальный контроль качества, качественное преобразование данных, проверка соответствия краев, разрешение конфликтов, автоматизированный контроль качества и валидация, критерии приемлемости данных, категории аспекта качества баз данных ГИС.

Рассмотрим роль визуального контроля качества. Изначально создание цифровых данных, допустим, из оцифрованных изображений, не делает их более точными. Этот процесс вносит в данные такие типы ошибок, как случайные и систематические. Количество случайных ошибок может быть уменьшено за счет жесткого контроля и автоматизированных процедур ввода данных. Систематические ошибки обычно возникают из-за процедурной проблемы, которая поддается исправлению. Случайные и систематические ошибки могут быть исправлены путем автоматической и визуальной проверки данных на различных этапах цикла преобразования. Короткий цикл обратной связи между группами обеспечения качества и преобразования ускоряет устранение таких ошибок.

Цель качественного преобразования данных - ограничение количества случайных и систематических ошибок, вносимых в базу данных.

Далее следует проверка соответствия краев. Это еще один важный компонент процесса подготовки карты, который требует, чтобы все объекты, пересекающие край карты или находящиеся вблизи него, были проверены на соответствие требованиям логической и физической согласованности, а также отмечены на предмет точности позиционирования и дублирования.

Разрешение конфликтов, которые возникают, когда одни и те же данные, поступающие из двух или более источников, отличаются друг от друга. Серии карт должны быть проанализированы совместно для выявления дублирующихся объектов и устранения противоречивых местоположений и атрибутов объектов.

Автоматизированный контроль качества и валидация. Визуальный контроль данных ГИС дополняется автоматизированными методами контроля качества. Базы данных ГИС могут автоматически проверяться на соответствие структуре базы данных, точность атрибутов, логическую непротиворечивость и ссылочную целостность.

Критерии приемлемости данных. Требуется знание модели данных и структуры базы данных, а также потребностей пользователей и требований к приложениям.

Категории аспектов качества базы данных ГИС. Полнота означает, что данные соответствуют структуре базы данных. Все данные должны соответствовать известному стандарту в отношении топологии, структуры таблиц, точности, проекции и других требований, предъявляемых к конкретной модели данных.

Для проверки работоспособности плана контроля качества был выбран аэрофотоснимок местности и произведена его оценка на соответствие обозначенным критериям. В целом проверка правильности построенного векторного изображения составила от 90% до 95%, что подтверждает, что данный план может использоваться как руководство по редактированию в современных условиях мировых ограничений.

Литература

1. Берлянт А. М. Виртуальные геоизображения. – М.: Научный мир, 2001. – 56 с.
2. Бугаевский Л. М., Цветков В. Я. Геоинформационные системы. – М.: Златоуст, 2000. – 222 с.
3. Геоинформатика: в 2 кн. Кн. 1: учебник для студ. высш. учеб. Заведений / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов и др.; под ред. В. С. Тикунова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с.
4. Геоинформатика: в 2 кн. Кн. 2: учебник для студ. высш. учеб. Заведений / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов и др.; под ред. В. С. Тикунова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 432 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ИНТЕРФЕЙСОВ ПРИЛОЖЕНИЙ НА БАЗЕ СПЕЦИФИКАЦИЙ OPENAPI

Очеретов И. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: narinekarenovna1@icloud.com

Современные подходы к тестированию API включают множество инструментов, таких как Postman, Swagger UI, Insomnia и другие. Эти решения предоставляют широкие возможности для взаимодействия с API, включая отправку запросов, валидацию ответов и автоматизацию тестирования. Однако их использование на мобильных устройствах зачастую сопряжено с рядом трудностей. Интерфейсы таких инструментов не всегда адаптированы для небольших экранов, что делает процесс тестирования неудобным и менее эффективным, так же многие из этих программ сложны в настройке для новичков и часть их функционала обычно платная.

В связи с этим было решено сделать нативное мобильное приложения для системы Android, которое будет универсально работать с подавляющим большинством сервисом. Такой подход позволит упростить взаимодействие с API, сделав его более удобным и доступным для разработчиков, тестировщиков или даже пользователей. В качестве основы для генерации интерфейсов предлагается использовать спецификации OpenAPI [1], которые являются стандартом для описания RESTful API и обеспечивают структурированное представление их функциональности. Это открывает возможности для создания универсальных и адаптивных интерфейсов, способных работать на различных платформах, включая мобильные устройства. Так же эта система может позволить разработчика быстро дать своим пользователям MVP проекта и быстро тестировать гипотезы.

Для разработки системы был выбран язык программирования Kotlin, так как цель работы была написание нативного приложения, а данный язык программирования сейчас является стандартом разработки приложений для Android. Архитектура мобильного приложения была спроектирована согласно паттерну MVVM (Model View ViewModel), который считается лучшей практикой для написания приложений, он помогает следовать принципам SOLID, что позволяет легче поддерживать и масштабировать приложение. MVVM разделяет пользовательский интерфейс (View) на бизнес-логику (ViewModel) и модель данных (Model). Такое разделение помогает сделать код более поддерживаемым и тестируемым.

Система состоит из 3 основных частей. MainActivity – Главный экран на котором показаны названия всех endpoint`ов которые приложение прочитало из спецификации. По нажатию на кнопку можно перейти на экран для работы с ним. В ViewModel части данного экрана при помощи библиотеки okhttp3 [2] считывается OpenAPI спецификация и далее при помощи библиотеки SwaggerParser [3] она разбирается на объекты и из нее достаются необходимые значения и формируется интерфейс экрана.

FormActivity – экран, на котором пользователь взаимодействует с выбранным методом. В нем заполняются все необходимые поля, которые были указаны в спецификации для работы с этим методом. После отправки запроса и его выполнения происходит переход на экран, на котором будет виден ответ сервиса (ResultActivity). Если же для конкретного endpoint`а не требуется дополнительных параметров, то переход происходит сразу на экран с результатом.

Данная система автоматической генерации интерфейсов приложений на базе спецификаций OpenAPI позволяет сократить время разработки, повысить качество и надежность приложений, а также дает разработчикам больше гибкости и возможностей для быстрой адаптации к новым требованиям и условиям рынка.

Литература

1. Сайт инициативы OpenAPI -URL: <https://www.openapis.org/>.
2. Документация библиотеки okhttp3 – URL: <https://square.github.io/okhttp/>.
3. Документация библиотеки Swagger-Parser – URL: <https://github.com/swagger-api/swagger-parser>.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ РОБОТОТЕХНИКЕ ШКОЛЬНИКОВ В РАМКАХ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА УРОВНЕ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Панова А. О.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

E-mail: alnekrasova@sfnedu.ru

Введение

В современном мире технологии развиваются с невероятной скоростью, и наша задача – научить детей не просто следовать за прогрессом, а создавать его самим. Робототехника становится тем самым инструментом, который помогает школьникам раскрыть свой потенциал и подготовиться к будущему.

Методические особенности обучения робототехнике

В основе нашей методики лежит принцип практической ориентации решаемых задач. Мы не просто изучаем теорию – мы сразу применяем знания на практике. Ученики работают с реальными физическими явлениями: изучают силу трения, освещенность, учатся измерять и анализировать полученные результаты. Такой подход позволяет увидеть непосредственный результат своей работы.

Важным методическим аспектом является принцип многовариантности решений. Мы учим детей не искать единственно верный ответ, а рассматривать различные варианты решения задач. Это развивает критическое мышление и творческий подход. На занятиях поощряется любознательность, формируется умение задавать вопросы и выдвигать гипотезы.

Особое внимание уделяется созданию благоприятной образовательной среды. Мы стремимся создать атмосферу доверия, где каждый ученик может проявить себя. При этом снижается роль формативной оценки – главное внимание уделяется процессу исследования и самостоятельной работе. Ученики учатся оценивать свои и чужие проекты, развивая навыки самооценки и взаимооценки.

Методы организации учебного процесса

В обучении мы используем целый арсенал методик: Информационно-рецептивный метод, репродуктивный метод, метод проблемного изложения, эвристический метод, исследовательский метод, проектный метод.

Практические методы обучения включают: словесные (рассказ, беседа, объяснение), наглядные (демонстрационные материалы), практические занятия.

Психолого-педагогические аспекты

Работа с подростками требует особого подхода. Мы учитываем их стремление к самоутверждению и потребность в признании. Робототехника

идеально подходит для этого: ученики могут проявить себя как в индивидуальных, так и в командных проектах. Важно, что каждый ребенок может найти свою нишу – кто-то лучше программирует, кто-то отлично конструирует, а кто-то проявляет себя в командной работе.

При этом необходимо учитывать психологическую специфику подросткового возраста: повышенную чувствительность к общественному мнению, стремление к социальной реализации, потребность в признании, желание проявить себя в коллективе.

Методологическая основа программы

Программа разработана на основе: методических материалов Овсянниковой Л. Ю., официальных инструкций по работе с образовательными наборами, принципов развивающего обучения, методов проектного подхода.

Практическая реализация

На занятиях ученики создают собственные проекты, участвуют в соревнованиях различного уровня, применяют полученные знания на практике. Это помогает развить инженерное мышление и научиться работать в команде. Каждый проект – это маленькое исследование, где нужно продумать конструкцию, написать программу, протестировать и улучшить результат.

При работе с конструкторами учащиеся: создают собственные проекты, участвуют в соревнованиях различного уровня, применяют полученные знания на практике, развивают инженерное мышление, осваивают принципы командной работы.

Результаты апробации

Апробация программы проводилась в МАОУ “Школа № 115” г. Ростова-Дону в несколько этапов:

- с октября 2022 по май 2023 года – в эксперименте участвовали учащиеся 5 классов;
- сентябрь–октябрь 2024 года – работа с учениками 6 классов;
- январь 2025 года – апробация с учащимися 7 классов.

На каждом этапе мы наблюдали схожие результаты: повышение мотивации к обучению (89% учащихся выразили желание продолжить обучение), улучшение качества практических работ, рост заинтересованности в технических науках, повышение концентрации внимания на уроках, формирование интереса к инженерным специальностям.

Особенно интересно отметить, что шестиклассники показали более высокую скорость освоения базовых навыков, но семиклассники продемонстрировали лучшее понимание алгоритмики и способность к более сложному программированию. Это подтверждает нашу гипотезу о том, что оптимальный возраст для начала занятий робототехникой – это 11–13 лет.

Влияние на образовательный процесс: повышение эффективности обучения информатике, улучшение результатов на уроках технологии,

рост качества выполнения математических заданий, проявление интереса к профессиям, связанным с программированием.

Научно-методическое обеспечение

В рамках исследования были разработаны: авторская программа внеурочной деятельности, комплекс лабораторных работ, методические рекомендации для педагогов, система оценки результатов обучения, диагностические материалы.

ПРОЦЕДУРНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ КАРТЫ БИОМОВ ДЛЯ ИГРЫ С ОТКРЫТЫМ МИРОМ

Петросян А. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: apetrosia@sfedu.ru*

Во время разработки игр, предполагающих наличие карты, возникает проблема дизайна уровней, в частности ресурсозатратности создания неповторимых карт, особенно больших размеров. Чтобы решить эту проблему, разработчики прибегают к процедурной генерации локаций для получения уникальных рельефов с меньшими временными затратами.

Одним из подходов к созданию процедурных карт является метод генерации текстур. Одним из примеров является построение диаграммы Вороного [1]. Данный алгоритм позволяет построить плоскость из выпуклых многоугольников. Причем существует достаточно вариантов реализаций с асимптотической сложностью, достаточной для использования алгоритма в реальном времени. Диаграммы Вороного позволяют генерировать как 2D, так и 3D карты, однако для плоских рельефов этот вариант может оказаться специфичным, так как секторы внешне могут быть сильно заметны, что не всегда является оптимальным решением для дизайна игры.

Есть еще один распространенный способ генерации случайных поверхностей – с использованием шума. Шумы бывают разных видов, каждый используется для достижения конкретного эффекта. Например, шум Вороного на основе соответствующей диаграммы хорошо подходит для генерации секторов или клеточных структур, Curl Noise [2] для имитации дыма или жидкостей. Для генерации ландшафта лучше всего подходит шум Перлина [3]. Это градиентный шум, состоящий из набора псевдослучайных единичных векторов, расположенных в определённых точках пространства и интерполированных функцией сглаживания между этими точками. Результатом такого шума является текстура, наиболее похожая на естественные рельефы, встречающиеся в природе.

Для игровых движков как правило можно найти уже готовые инструменты для процедурной генерации карт. Например, для Unity существует 2D Map Generator Tool, предоставляющий описанный ранее функционал с дополнительными параметрами. Так данный ассет позволяет генерировать помимо карты высот еще и карты температур и воды, а также настраивать биомы и их характеристики, что позволяет настроить генерацию более гибко. Однако внешне результат отличается от текстур, полученных с

помощью других алгоритмов, так как в ассете для создания рельефа используется *tilemap*, что создает проблемы для получения более плавных и реалистичных рельефов.

В рамках данной работы рассматривается реализация алгоритма с использованием градиентного шума для процедурной генерации карты, приближенной к природной. Реализованный алгоритм раскрашивает текстуру прямоугольного игрового объекта фиксированного размера. В текущей реализации вычисляются также тепловая карта и карта влажности для генерации биомов. Референсные реализации алгоритма [4] накладывает некоторые ограничения, а именно невозможность изменения размера генерируемой карты и немалые временные затраты на генерацию карт большого размера. В рамках работы метод был улучшен и оптимизирован для использования в играх с бесконечной картой произвольной формы. Логика алгоритма была дополнена таким образом, чтобы расчет карты происходил по частям и только в местах, рядом с которыми проходит игрок. Оптимизация была достигнута за счет использования асинхронного программирования: это позволило избежать падения частоты кадров во время игры и сделать процесс генерации мира естественным и незаметным для игрока. Такой подход требует изменения в логике генерации биомов, но он идеально подойдет для игр с открытым большим или бесконечным миром. Для интерактивности карты также была добавлена генерация игровых объектов.



Рис. 1. Пример генерации одного из биомов

Разработанный инструмент может быть использован для динамической генерации биомов в играх с открытым миром.

Литература

1. Статья на habr «Диаграмма Вороного и её применения»: <https://habr.com/ru/articles/309252/#Part2>.
2. *Robert Bridson, Jim Houriham, Marcus Nordenstam*, «Curl-noise for procedural fluid flow». ACM SIGGRAPH 2007, <https://doi.org/10.1145/1275808.1276435>.
3. *Sameer Ahmed, Bipin Pandey*, «Procedural Terrain Generation by Sampling a 2D Monochrom Perlin Noise Map in Unity». Asian Journal of Research in Computer Science, Volume 16, Issue 1, Page 37-42, May 2023.
4. Процедурно генерируемые карты мира на Unity C#: <https://habr.com/ru/articles/276251/>.

ИЗУЧЕНИЕ ИЗБРАННЫХ РАЗДЕЛОВ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ В ФОРМЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ МАСТЕРСКОЙ

Пичугина О. А., Костецкая Г. С.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: pichugina@sfedu.ru

Курс «Математика» для студентов химического факультета Южного федерального университета за последние 10–15 лет претерпел значительные изменения в связи с сокращением количества часов с одной стороны и изменением уровня знаний у абитуриентов с другой (в настоящий момент для поступления на химический факультет не обязательно сдавать ЕГЭ по профильной математике). Ряд модулей, таких как «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей и статистика» были исключены из программы. При этом математические инструменты и методы, изучаемые студентами на первом курсе, являются основой и активно используются в дальнейшем обучении. В частности, для последующего изучения учебных дисциплин: «Физическая химия», «Квантовая химия», «Физика», а также курсов по выбору студентов.

Потребность в возвращении ряда тем «назрела» уже давно, в качестве формы проведения занятия было решено использовать педагогическую мастерскую (в англоязычной литературе и у ряда отечественных авторов используется термин «workshop» – мастерская). Под мастерской мы подразумеваем ряд учебных мероприятий, которые включают в себя активную и интерактивную познавательную деятельность участников (студентов) и мастера (преподавателя) способного увлечь аудиторию, управлять ею и доносить до нее нужную информацию.

Основная познавательная деятельность осуществляется за счет самостоятельной, чаще всего коллективной работы студентов. Теоретический лекционный материал присутствует, однако составляет не более 20% от общего времени. Рядом особенностей, которые отличают мастерскую от других форм проведения занятий является:

- **Практическая направленность.** Основное внимание уделяется применению знаний, теоретический материал присутствует, но не доминирует. Обучение более «живое» и практически ориентированное.
- **Активность и интерактивность.** Студенты учатся прежде всего благодаря собственной активной работе. Учебный процесс протекает при активном взаимодействии обучающихся между собой и преподавателем.

- **Командная работа.** Чаще всего работа проходит в небольших группах по 5–6 человек, где участники самостоятельно выбирают направление работы, распределяют задачи, участвуют в коллективном обсуждении, представляют общий результат и осуществляют самооценку.

Анализ исследований по данной теме показал, что уже накоплен определенный практический опыт использования мастерских не только в учебном процессе [1–3], но и в групповой психотерапии [6], а также в решении бизнес-вопросов [4]. Идеи и рекомендации, которые авторы почерпнули в указанных источниках, легли в основу собственной разработки.

Для апробации новой формы обучения был выбран раздел математики «Дифференциальные уравнения». В процессе освоения мастерской по этой теме используются знания, умения, навыки, полученные и сформированные в ходе изучения предыдущих разделов: «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Математический анализ».

Мастерскую предлагается проводить по следующей схеме (авторская разработка):

Деятельность студентов	Деятельность преподавателя
Предварительный этап	
Ознакомление с лекционным материалом, продумывание проблемных вопросов.	Заранее предоставляется лекционный материал для студентов чтобы они, ознакомившись с ним предварительно, могли по-другому построить свою деятельность, как слушателей: задавать проблемные вопросы, вступать в дискуссию. Определение состава групп.
Основной этап	
Уточнение вопросов, которые возникли после предварительного ознакомления с теоретическим материалом. Разбиение на группы, составление списка задач и их распределение внутри группы.	Чтение лекции в сокращенном варианте по материалам, предоставленным заранее. Определение проблемы, постановка целей и задач работы. Установление правил работы.
Последовательное выполнение задач, распределенных между участниками группы.	Наблюдение за работой студентов внутри каждой группы. Контроль исполнения правил. При необходимости – корректировка действий.
Презентация студентами результатов командной работы.	Наблюдение за представлением результатов.
Обсуждение и анализ результатов работы. При возникновении ошибок и затруднений – внесение предложений по их устранению.	Отслеживание качества результатов работы студентов. Подведение итогов. Домашнее задание.

Банк заданий мастерской содержит дополнительные задания, не входящие в ФОС дисциплины «Математика», и включает в себя в том числе задачи с междисциплинарным содержанием. Приведем некоторые примеры заданий, которые можно предложить студентам для решения [5]:

- составление дифференциального уравнения семейства кривых;
- решение уравнений с разделяющимися переменными;
- решение уравнений с однородными коэффициентами;
- решение линейных уравнений 1-го порядка;
- решение уравнений в полных дифференциалах;
- решение уравнений, допускающих понижение порядка;
- решение линейных дифференциальных уравнений высших порядков;
- решение систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Цель для студентов – проверить свое владение математическим аппаратом при решении дифференциальных уравнений, научиться применять математический аппарат для решения практических задач. Цель для преподавателя – оценить умение студента применить теоретический материал для решения практических междисциплинарных задач.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно заключить, что мастерская – это интерактивная форма обучения, которая включает в себя элементы лекционных и практических занятий, а также проектной деятельности. Результатом мастерской является не только получение конечных знаний, но и сам исследовательский процесс, который проходит в атмосфере сотрудничества и сотворчества.

Литература

1. Кларин М. В. Инновационные модели обучения: Исследование мирового опыта. Монография. – М.: Луч, 2016. – 640 С.
2. Милованова Л. А., Стерхова Н. С., Разливинских И. Н. Архитектура и технология воркшопа для студентов педагогического вуза // Мир науки. Педагогика и психология. 2024. – Т. – 12, № 1. – С. 1–15.
3. Потехина Н. В., Жеребятникова Г. В. Педагогическая мастерская как технология обучения студентов в вузе // Проблемы современного педагогического образования. 2021. – № 71–3. – С. 174–178.
4. Толкачев А. Н. Применение формата «Workshop» как нового вида учебных занятий со студентами Института бизнеса и дизайна // Бизнес и дизайн ревю. 2016. – Т. 1. № 1. – С. 17.
5. Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. – 176 с.
6. Фопель К. Эффективный воркшоп. Динамическое обучение. Пер. с нем. – М.: Генезис, 2003. – 368 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ НА ЭТАПАХ ДОШКОЛЬНОГО И НАЧАЛЬНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В РАМКАХ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ

Подборная С. О., Евланова А. Г.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: agpeksgeva@sfedu.ru, podbornaia@sfedu.ru

Дошкольное и начальное общее образование являются ключевыми этапами в развитии ребенка, когда формируются основные когнитивные свойства и качества личности, закладывается базис компетенций, необходимых ему для успешности в дальнейшем обучении, развитии и социализации. Введение элементов информатики в образовательный процесс на этих этапах способствует не только освоению базовых понятий о цифровом обществе, но и формированию положительного продуктивного отношения к учебе и к применению цифровых технологий. Непрерывное обучение информатике становится важным инструментом для создания фундамента будущих знаний и умений, необходимых для успешной адаптации в быстро меняющейся цифровой среде.

В настоящее время изучение информатики на этапах дошкольного и начального общего образования не является обязательным, однако, из-за цифровой трансформации окружения обучающихся, которая ими воспринимается как обыденное положение дел, в современном обществе существует потребность в ранней систематической подготовке детей к грамотному применению средств и продуктов цифровых технологий в самом широком контексте. Поэтому, в основном, информатика преподаётся в рамках вариативного компонента дошкольного и начального общего образования, а также в системе дополнительного образования детей, которое реализуется и в рамках соответствующих образовательных организаций, и на базе образовательных организаций дополнительного образования (центры развития талантов, центры дополнительного образования детей, Станции Юных Техников, «IT-кубы» и др.). При этом существует специфика построения пропедевтического курса информатики, выражающаяся, с одной стороны, в том, что содержание строится в области оптимального и целесообразного применения аппаратных и программных цифровых технологий, с другой, – в том, что обучение ориентировано на освоение методов и алгоритмов обработки информации, систематизации получаемых сведений из различных

сфер жизнедеятельности ребенка, их визуализации и последующей презентации в окружающем мире. Это свидетельствует о том, что курс «раннего обучения» информатике обладает потенциалом для становления не только основой программы для подготовки к школе, но и для создания преемственности по направлениям реализации комплекса учебной деятельности ребенка, когда он переходит из детского сада в начальную школу.

Основываясь на анализе исследований в области непрерывного обучения информатике на этапах дошкольного и начального общего образования (Т. В. Баракиной, Н. Л. Грейлих, О. В. Гусевской, О. Ю. Зайцевой, Н. Д. Федоровой), следует отметить сложившееся противоречие между необходимостью обеспечения непрерывности обучения информатике и отсутствием единой методической системы для ее обеспечения на этапах дошкольного и начального общего образования, что и определило проблематику данного исследования.

Одним из главных средств обеспечения преемственности между этапами дошкольного и начального общего образования исследователи считают разработку развивающих программ для подготовки к школе, при этом они должны быть комплексными, охватывающими образовательные, социальные и физические аспекты развития ребенка, основываться на современных достижениях науки о развитии ребенка. Если учитывать требование современного общества к тому, чтобы цифровая грамотность и информационная культура начинали формироваться как можно раньше, то необходимо в роли программы подготовки к школе и развития на этапе обучения в начальной школе использовать пропедевтическую программу по обучению информатике, но следует сделать ее более адаптивной к современной системе образования, когда информатику в основном не изучают отдельно в детском саду или школе, но существует развернутая система дополнительного образования детей, в рамках которой можно выстроить непрерывный курс, обеспечивающий столь необходимую преемственность.

Если рассматривать дополнительное образование детей 6–11 лет, связанное с информатикой, то самыми распространенными являются курсы робототехники, которые обладают значительным развивающим потенциалом, направленным и на развитие креативности через конструирование [2], и формирование навыков оперирования математическими представлениями [3] и на развитие навыков сотрудничества [6]) и продуктивного общения [4] при выполнении командных проектов, а на этапе младшей школы – на развитие инженерного мышления [5].

Для реализации основной цели исследования, которая заключалась в разработке методической системы в виде совокупности цели, содержания, организационных форм, методов, технологий и средств обучения для непрерывного обучения информатике на этапах дошкольного и начального об-

щего образования в контексте курса робототехники, был произведен дополнительный анализ потенциала курса робототехники и выделены следующие ключевые положения, которые и составили основу концепции методической системы:

1. Робототехника, как междисциплинарная область, сочетает в себе элементы конструирования, программирования, математики, физики и инженерии, что позволяет детям на практике наблюдать применение теоретических знаний для решения конкретной задачи, это увеличивает мотивацию к обучению, делает обучение более увлекательным. Для усиления этого качества необходимо сохранять междисциплинарный подход, вовлекая все новые предметные области.

2. Проектный подход в изложении материала дает возможность совмещать теорию и практику (принцип практико-ориентированности и проблемного обучения): дети могут видеть результаты своего труда в реальном времени, что также усиливает желание учиться. Это, в свою очередь, создает положительный опыт обучения, который может вдохновить детей продолжать изучение информатики и смежных наук в будущем. Поэтому необходимо соблюдать проблемный характер при подаче информации и вовлекать в проблематику проектов те, которые связаны с повседневной деятельностью обучающихся, но при этом также включать задания, стимулирующие обучающихся получать дополнительную информацию из разных источников, анализировать ее для развития навыков критического мышления

3. Программы по робототехнике, построенные по принципу переключения между индивидуальными, парными и групповыми формами работы способствуют развитию социальных навыков и коммуникативных компетенций, умений работать в команде. Совместная деятельность над проектами, связанными с созданием и программированием роботов, формирует у детей чувство ответственности и учит их делиться идеями. Поэтому важным концептуальным положением для будущей методической системы является поддержание многообразия форм работы в сочетании с необходимыми модулями подготовки к школе и последующим развитием общеучебных компетенций, которые требуются в начальной школе: умение поставить цель, составить алгоритм ее достижения, зафиксировать его (в виде плана, схемы, дорожной карты), подготовить отчетную документацию, презентовать результаты работы по проекту в словесной форме и с применением дополнительных наглядных материалов в электронной форме (слайдов, видеопрезентации, постера и др.).

4. Мотивация креативного подхода и развитие творчества – эти возможности также реализуются при изучении курса робототехники, однако, их необходимо развивать, создавая больше ситуаций для проявления творческого подхода и креативности.

5. Обучение информатике в контексте робототехники также должно способствовать формированию у детей не только технических навыков, но и социальных компетенций, необходимых для успешной жизни в обществе, включая основы финансовой грамотности, информационной безопасности, создания комфортной среды для выполнения проекта (физическое, психическое и социальное здоровье, благоприятная эмоциональная обстановка). К социальным компетенциям в широком контексте можно отнести и реализацию взаимодействия в системе «человек – машина» (пусть даже если эта машина – робот, собранный из конструктора), поэтому в рамках развивающего курса по информатике на основе робототехники также необходимо включать задания, связанные с «игрой в обучение» как по отношению к роботам, так и по отношению окружающим людям – товарищам по команде, родителям, которые пришли на совместный урок.

Учитывая развивающий потенциал курса робототехники, в рамках исследования был разработан интегрированный курс, основанный на практико-ориентированном подходе, использовании современных технологий и эмоциональной вовлеченности «Из детского сада - в школу с робототехникой» для реализации в системе дополнительного образования детей. Курс включает в себя содержательные модули: 1. «Игры с роботами» (основы управления и коммуникации с готовыми роботами, роботизированные игрушки); 2. «Конструирование»; 3. «Механика и электромеханика»; 4. «Программирование»; 5. «Комплексная робототехника». Каждый модуль включает тематические блоки, направленные на познавательное развитие (освоение базовых понятий по математике и информатике), на речевое развитие (включая умения продуктивного чтения, устной речи при презентации результатов собственных проектов с наглядным мультимедийным и без наглядного сопровождения), на развитие когнитивных ресурсов (упражнения на развитие памяти, мышления, внимания и восприятия), на командную работу при проектной деятельности и при подготовке к соревнованиям, на совместную работу с родителями (занятия, на которых обучающиеся осваивают тему или выполняют проект совместно с родителями) [1].

Новизна курса непрерывного обучения информатике заключается в том, что он содержит уникальное в современном образовательном пространстве сочетание содержания обучения: темы, связанные с информатикой дополняются работой с образовательными конструкторами разной степени сложности (от применения линеек легоподобных конструкторов до сборки роботов из «подручных материалов» (ремесленные проекты) и применения наборов прототипирования и аддитивных технологий для формирования корпусов и деталей роботов) и обогащаются тематическими блоками работы с семьёй в рамках семейного изучения робототехники, а также включают развивающие модули для подготовки к школе и для адаптации после перехода в первый класс.

Как показал опыт апробации курса, при реализации методической системы обучения информатике на этапах дошкольного и начального общего образования на базе курса робототехники, расширив его содержание путем интеграции развивающих модулей, ориентированных на подготовку к школе в детском саду, развитие универсальных учебных действий с помощью цифровых технологий в младшей школе и совместное обучение робототехнике вместе с родителями, происходит реализация непрерывности в обучении информатике на указанных этапах, а также создается уникальная образовательная среда, в которой учащиеся могут не только получать знания, но и развивать важные навыки, необходимые для успешной жизни в современном мире.

Литература

1. *Подборная С. О.* Построение методической системы непрерывного обучения информатике на этапах дошкольного и начального общего образования на базе расширенного курса по робототехнике // Вестник науки. – 2025. – Т. 1, № 2(83). – С. 361–367.
2. *Фешина Е. В.* Лего – конструирование в детском саду. – М.: Сфера, 2012. – 89 с.
3. *Ханова Т. Г., Сунеева И. В.* Развивающий потенциал конструирования и робототехники в дошкольном образовании // Economic Consultant. – 2018. – № 2 (22). С. 59–63.
4. *Чернобровкин В. А., Кувишинова И. А., Тупкина Д. В., Бачурин И. В.* Воспитательно-образовательные возможности образовательной робототехники с использованием андроидного робототехнического устройства в сфере дошкольного образования // Перспективы науки и образования. - 2020. – № 1 (43). – С. 134–149.
5. *Честюнина Н. Д.* Методические особенности реализации интегрированного курса «информатика – робототехника» для начальной школы // Непрерывное образование: XXI век. – 2022. 0150 № 3(39) [Электронный ресурс]. – <https://lll21.petrstu.ru/journal/article.php?id=7850> (Дата обращения: 23.12.2024).
6. *Чудинова М. А.* Робототехника как новое направление в работе с детьми дошкольного возраста // Вестник науки. – 2023 – № 6(63). – Т.1 – С. 423–432.

ЭФФЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КЛИЕНТСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Проскуряков А. А.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт компьютерных технологий и информационной
безопасности,
г. Таганрог*

E-mail: proskuriakov@sfedu.ru

В условиях современных моделей торговли контекстные рекомендательные системы, а также прогнозные модели являются наиболее важными инструментами аппарата автоматизированной коммерции. Комплексный анализ и прогнозирование временных рядов одна из наиболее актуальных и востребованных задач для финтех сектора. С помощью подобного рода инструментария многие крупные компании могут оценивать состояние потребителя на момент его взаимодействия с банковской системой, что напрямую позволяет формулировать его характеристический портрет, который строится в первую очередь на качественных и количественных показателях.

В контексте данной работы задача состояла в построении эффективной модели прогнозирования вероятности покупки клиентов одного из четырех абстрактных продуктов на основе мультимодальных данных, которые представлены в виде временного ряда, а именно среза за 12 месяцев, сформированного синтетическим методом на основе реальных данных с целью достижения максимального приближения к существующим закономерностям, существующим в рамках исполнения современных продуктовых циклов.

Модель на основе полученных на входе данных о клиенте, должна предсказывать вероятности приобретения им четырех продуктов при этом клиент не обязательно должен купить все продукты, рассматриваются все варианты, при которых клиент может быть выбрать от 1 до 4 продуктов.

Используемые данные, как и любые другие в подобного рода задачах обладали некоторыми особенностями, которые в процессе работы непосредственно влияли на проработку гипотез и принятия решений относительно использования тех или иных методов в процессе прогнозирования закономерностей.

К особенностям данных относилось следующее:

- Временная природа.
- Разнообразие модальностей.
- Обширный объем (~250 тыс. клиентов в течение года).
- Неполные записи.
- Редкость целевых меток (менее процента), 4 целевых события.

В процессе решения было проработано несколько гипотез с целью получения наилучшего из возможных результатов на тестовой выборке. Так как задача прогнозирования временных рядов является одной из самых специфичных, особенно когда речь заходит об учете в факторной модели нескольких модальностей данных, было решено применять различные подходы с целью выявления наиболее эффективных, как в рамках данной задачи, так и обобщая решения для данного класса проблем. Кроме того, в процессе проработки предположений использовался существующий опыт в решении данного класса задач.

Базовой гипотезой при проработке решения было использование градиентного бустинга на основе деревьев решений с библиотекой LightGBM. (Light Gradient Boosting Machine). Данная архитектура продемонстрировала свою эффективность во многих прикладных задачах, в том числе при составлении прогнозных моделей основанных на поиске нелинейных зависимостей в данных, которые имеют несколько модальностей с потенциальной взаимной зависимостью. По итогам настройки коэффициентов и зависимостей в модели на валидационной выборке модель показала результат 0.51 при оценке gini ($2 * \text{roc\_auc\_score} - 1$). Данное значение было взято за стартовое.

Следующей гипотезой для развития решения было предложен переход от LightGBM к Catboost, так как предположение было основано на том, что Catboost в массовой практике лучше справляется с большими объемами данных, так как LightGBM требует крайне тонкой настройки и менее устойчива к переобучению. По итогам агрегации признаков и тренировки модели были получены результаты в 0.511, что не слишком превосходило решение, взятое за базовое.

Создание признаков являлось важным этапом для повышения эффективности модели. Среди методов, использованных для этого, выделяются:

Агрегации данных:

Географические данные и транзакционная активность клиента агрегировались для извлечения более информативных признаков, таких как частота посещения определенных мест или суммы транзакций по категориям.

Агрегация текстовых данных из диалогов клиента за несколько месяцев с использованием методов эмбединга.

Дополнительные агрегации:

Применялись усреднения и суммирования по временным интервалам (месяцы, недели).

Использование данных о прошлых целевых действиях (таргетов) для учета динамики поведения клиента.

Эти методы позволили объединить разрозненные данные в единую представительную форму, готовую для подачи в модель.

Мультимодальные подходы к моделированию:

Для работы с данными различных типов использовались специализированные подходы. Модель строилась на основе мультидисциплинарного подхода, включающего:

CoLES (Contrastive Learning for Event Sequences). Этот метод был использован для извлечения значимых эмбедингов из транзакционных и геоданных. Он позволил эффективно работать с последовательными событиями, выявляя скрытые закономерности.

Агрегация диалоговых данных. Текстовые данные обрабатывались с использованием предобученных языковых моделей, после чего для их представления использовались агрегированные эмбединги, например, среднее значение по всем репликам клиента за определенный период.

AggFeatureSeqEncoder. Применялся для кодирования последовательностей данных, что обеспечивало адаптивность модели к временным аспектам поведения клиента.

В процессе разработки проводились многочисленные эксперименты, результаты которых оценивались по метрике качества на тестовом наборе данных.

Базовая модель на основе CatBoost показала результат 0.502.

Добавление агрегаций и признаков позволило улучшить качество до 0.589.

Использование CoLES для комбинации данных из всех источников дало максимальный результат – 0.624.

Разработанная модель демонстрирует высокую точность благодаря интеграции мультимодальных данных. Используемые методы обработки и представления информации обеспечивают гибкость подхода, что делает его применимым не только в банковской сфере, но и для задач прогнозирования поведения клиентов в других отраслях.

Литература

1. Zhou, Tian & Ma, Ziqing & Wen, Qingsong & Wang, Xue & Sun, Liang & Jin, Rong. (2022). FEDformer: Frequency Enhanced Decomposed Transformer for Long-term Series Forecasting. 10.48550/arXiv.2201.12740.
2. Шишков Е. М. Прогнозирование временных рядов с применением методов машинного обучения на примере графика выдачи мощности электрической станции / Е. М. Шишков, А. В. Проничев, А. А. Савельев // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 2 (116). – URL: <https://research-journal.org/archive/2-116-2022-february/prognostirovanie-vremennyx-ryadov-s-primeneniem-metodov-mashinnogo-obucheniya-na-primere-grafika-vydachi-moshhnosti-elektricheskoy-stancii> (дата обращения: 21.11.2024). – doi: 10.23670/IRJ.2022.116.2.009.

РОССИЙСКАЯ ПЛАТФОРМА ENGEE КАК АЛЬТЕРНАТИВА MATLAB

Пустовалова О. Г.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: ogpustovalova@sfedu.ru

В последние годы в России произошло значительное развитие программного обеспечения, и одним из примечательных примеров является платформа Engее [1], разработанная фирмой РИТМ [2]. Эта российская разработка представляет собой мощный инструмент для численного моделирования и обработки данных, который может стать достойной альтернативой широко известному программному обеспечению MATLAB. Компания ЦИТМ Exponenta [3], базирующаяся в России, активно занимается развитием и продвижением данной платформы на рынке.

Engее была создана с учетом потребностей ученых, инженеров и студентов, работающих в различных научных и технических областях. Платформа предоставляет выбор нескольких языков – Julia, Python, MATLAB.

Язык программирования Julia [4] набирает популярность среди научных работников, инженеров и разработчиков благодаря своей высокой производительности, синтаксису, схожему с MATLAB, большому количеству библиотек, возможности разрабатывать программы для большого круга прикладных и научных задач.

Одним из основных достоинств Julia является её высокая скорость выполнения кода, которая сравнима с производительностью языков, таких как C и Fortran. Это становится возможным благодаря компиляции Just-In-Time (JIT), которая преобразует код в машинный код непосредственно перед выполнением. Для пользователей Engее это означает, что они могут выполнять сложные математические расчеты и анализ данных гораздо быстрее, что особенно важно в условиях интенсивных вычислений и работы с большими объемами данных.

Julia также предлагает простоту и чистоту синтаксиса, что делает язык доступным для новичков и удобным для опытных разработчиков.

Платформа Engее дополнительно расширяет мощь языка Julia, предоставляя обширные библиотеки и инструменты для работы с числовыми данными, моделями и визуализацией. Воспользовавшись готовыми библиотеками, такими как DataFrames.jl для манипуляции с данными и Plots.jl для визуализации, разработчики могут легко интегрировать сложные функции

и графические интерфейсы в свои проекты. Это помогает в разработке интуитивно понятных и функциональных приложений, которые удовлетворяют требованиям пользователей.

Кроме того, Julia предлагает сильную поддержку параллельных и распределенных вычислений, что делает её идеальной для обработки больших потоков данных. Пользователи EngEE могут использовать встроенные возможности языка Julia для эффективного распределения вычислительных задач, что поможет существенно сократить время выполнения крупных проектов. Это особенно актуально в области научных исследований, где время на анализ результатов может быть критически важным.

Одним из основных преимуществ платформы EngEE, является ее адаптация к потребностям российского рынка. Это включает не только русский интерфейс, но и документацию, доступную на родном языке, что значительно облегчает процесс обучения и работы с программой. Кроме того, платформа активно поддерживается сообществом разработчиков в России, что обеспечивает постоянное обновление и добавление новых функций в соответствии с последними тенденциями науки и техники.

Сравнивая EngEE с MATLAB, можно выделить несколько важных аспектов. Во-первых, MATLAB является коммерческим продуктом, который требует значительных финансовых вложений. В то время как EngEE, предоставляет более доступный вариант для вузов, научных учреждений и частных пользователей. Это особенно актуально для студентов, которые могут свободно изучать и применять платформу без дополнительных затрат.

Во-вторых, EngEE предлагает мощные возможности для интеграции с другими российскими программными продуктами и библиотеками, что может быть критически важным для разработчиков, работающих в специфических областях. Это позволяет использовать EngEE в сочетании с другими инструментами, не теряя при этом функциональности и совместимости.

В-третьих, EngEE акцентирует внимание на возможностях для совместной работы и обмена данными. Платформа предоставляет удобные инструменты для создания совершаемых в реальном времени визуализаций и отчетов. Это позволяет командам работать более эффективно, обсуждая результаты и делаясь ими в удобном формате.

Одним из заметных направлений применения EngEE является образование. Многие университеты России начинают включать платформу в учебные курсы по программированию, моделированию и математической обработке данных.

В ИММиКН ЮФУ, в рамках модернизации образовательного процесса, был проведен эксперимент по интеграции интерактивной платформы EngEE в дисциплины «Введение в проектную деятельность», «Проект второго курса» для бакалавров направления прикладная математика и информатика на базовых задачах программирования, задачах линейной алгебры и

работы с графическими пакетами. Задачи подстраивались под уровень студента - увеличение сложности производилось после успешного выполнения базовых заданий. Несмотря на некоторые технические трудности - ограниченный ресурс облачных вычислений, нестабильное Интернет-соединение, тестирование Engее подтвердило её эффективность, удобство и перспективность. Планируется, что платформа Engее станет частью цифровой экосистемы университета. В качестве перспективы, можно рассматривать внедрение Engее в магистерские программы и курсы по машинному обучению и искусственному интеллекту.

Подводя итог, можно сказать, что Engее представляет собой многообещающую альтернативу MATLAB, обладая всеми необходимыми функциями для решения широкого спектра задач в численном моделировании и обработке данных. С учетом ее доступности, поддержки русского языка и интеграции с другими российскими решениями, платформа имеет потенциал занять свою нишу в мире научного и инженерного программного обеспечения. Engее заслуживает внимания, как для профессионалов, так и для академического сообщества, что делает ее важным элементом для развития отечественной науки и технологий.

Литература

1. Российская платформа математических вычислений и динамического моделирования Engее. [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <https://start.engee.com/>.
2. КПМ Ритм. Engее. [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <https://kpm-ritm.ru/engее>.
3. ЦИТМ Экспонента. [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <https://exponenta.ru/>.
4. Julia Documentation. [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <https://docs.julialang.org/en/v1/>.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Пучкова Т. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Филиал в г. Геленджике*

E-mail: tpuchkova@sfnedu.ru

В последнее время образование стало рассматриваться как услуга [1], когда заказчик в лице индустриального партнёра формулирует свои требования, а исполнитель в лице образовательной организации обязуется их исполнить в полной мере. Такая ситуация нацелена на удовлетворение профессионально-квалификационных потребностей заказчика, оставляя в приоритете его видение содержания образования. Однако, выходя на стратегический уровень, высшее образование неизбежно становится государственной программой стратегического развития и здесь позиция конкретного производственного заказчика становится ограниченной и несистемной. В связи с этим реализуемая в последние годы трансформация системы образования [2] за счёт выделения фундаментальных дисциплин в отдельный блок стремится к достижению цели по формированию у будущих специалистов системного мышления, которое с учётом глобальных государственных целей и задач как питательная среда будет основой для специализированных профессиональных компетенций.

Сегодня остро стоит вопрос качественной реализации блока фундаментальных дисциплин как неотъемлемой части основной образовательной программы бакалавриата. Так, среди технических к фундаментальным, кроме математики и физики, отнесена и информатика как системообъединяющая в мире высоких технологий. Такие технические отрасли как аэрокосмическая промышленность, энергетика, транспортные системы, медицинские технологии, промышленная автоматизация, информационная безопасность, нанотехнологии, биоинженерия и другие немыслимы в настоящее время без понимания принципов функционирования информационных технологий и систем. Анализ данных, сетевые технологии, а также технологии искусственного интеллекта являются базой современных высокотехнологичных систем.

Информатика же как молодая и динамично развивающаяся дисциплина требует пристального внимания при формировании её содержания в качестве фундаментальной дисциплины. Для программ бакалавриата технических направлений целесообразно разрабатывать программу дисциплины как практикоориентированную и объединяющую разные дисциплины, способствующую интеграции знаний и опыта различных сфер. Каждая тема такой

дисциплины должна быть спроецирована на конкретную профессиональную деятельность, а универсальные задачи – сформулированы в терминах инженерии современных высокотехнологичных систем.

Такой подход обеспечит реализацию принципа фундаментальности с освоением универсальных задач информатики в контексте профессионального поля.

Применительно к направлениям бакалавриата «Управление в технических системах», «Мехатроника и робототехника» и «Автоматизация технологических процессов и производств» многие темы информатики легко адаптируются к объекту профессиональной деятельности: стандартные задачи по теории множеств, алгебре логики, а также алгоритмизации можно сформулировать в терминах управления технологическими объектами. В таблице 1 приведены некоторые постановки задач в классической и адаптированной формах.

Таблица 1

Постановки задач по теории множеств, алгебре логики
и алгоритмизации

Классическая постановка задач	Адаптированная постановка задач
Задача по теории множеств	
Из 250 студентов 151 изучают немецкий язык, 136 – французский язык, 27 – итальянский, 63 – французский и немецкий, 7 – итальянский и французский, 11 – немецкий и итальянский, 4 – все три языка. а) Сколько студентов изучают немецкий или французский язык? б) Сколько студентов изучают только итальянский язык? в) Сколько студентов изучают немецкий и французский язык, но не итальянский? г) Сколько студентов не изучают ни одного языка? д) Сколько студентов изучают хотя два иностранных языка?	Экзаменационная проверка роботов состояла из трех заданий: по навигации, распознаванию объектов и планированию маршрута. Из 30 роботов задание по навигации выполнили 10 роботов, по распознаванию объектов – 12 роботов, по планированию маршрута – 8 роботов. Задания по навигации или распознаванию объектов выполнили 20 роботов; по распознаванию объектов или планированию маршрута – 15 роботов; по навигации или планированию маршрута – 18 роботов. 5 роботов не смогли решить ни одного задания. Сколько роботов решили все задания? Сколько роботов решили только одно задание?

Классическая постановка задач	Адаптированная постановка задач
Задача по алгебре логики	
Постройте таблицу истинности для выражения $(\neg A \vee B) \wedge (C \vee D)$.	Технологическая система управления контролирует работу вентилятора в серверной комнате. Вентилятор включается, если температура или влажность воздуха превышают допустимые пределы, либо если уровень шума превышает установленный порог. Составьте логическое выражение для этой ситуации, заполните таблицу истинности и постройте логическую схему. Здесь: Т – сигнал от датчика температуры (True – температура выше допустимого предела, False – в пределах нормы); Н – сигнал от датчика влажности (True – влажность выше допустимого предела, False – в пределах нормы); У – сигнал от датчика уровня шума (True – шум выше допустимого предела, False – в пределах нормы); О – управляющий сигнал для вентилятора (True – вентилятор включён, False – вентилятор выключен).
Задача по алгоритмизации	
Разработать блок-схему алгоритма для вычисления корней квадратного уравнения вида $ax^2 + bx + c = 0$. Алгоритм должен учитывать различные случаи дискриминанта и обеспечивать вывод соответствующих результатов.	В соответствии с описанием работы системы управления составьте блок-схему алгоритма её работы. Система управления освещением должна автоматически включать и выключать свет в зависимости от следующих факторов: - свет включается, когда уровень естественного освещения падает ниже определенного порога. - свет включается, если в помещении есть движение, и выключается спустя некоторое время после прекращения движения. - освещение может включаться и выключаться в определенное время дня. - пользователь может включить или выключить свет вручную через приложение или физический переключатель. Компоненты системы - Датчики освещенности измеряют уровень света в помещении.

Классическая постановка задач	Адаптированная постановка задач
	- Датчики движения фиксируют наличие движения в зоне наблюдения. - Часы реального времени (RTC) отслеживают текущее время. - Светильники – управляемые источники света. - Контроллер, который принимает данные от датчиков и управляет светильниками. - Мобильное приложение или настенное устройство для ручного управления светом.

Адаптированные задачи носят прикладной характер и погружают обучающихся в реальные инженерные ситуации.

Аппробация предложенного подхода показала повышенную вовлечённость студентов при решении практикоориентированных задач, а прямая связь между изучаемым материалом информатики и будущими профессиональными обязанностями способствуют повышению мотивации при изучении учебной дисциплины.

Литература

1. Воронцова Н. Л. Образование как услуга. // Актуальные проблемы российского права. – 2020. – Т. 15, № 4. – С. 52–56. <https://doi.org/10.17803/1994-1471.2020.113.4.056-062>
2. Фальков В. Н. О предварительных итогах 2024 года и планах на 2025 год. 17 декабря 2024 года // Сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/92854/> (дата обращения 17.03.2025).

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ

Раевская С. И.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: siraevskaia@sfedu.ru

Современное образование находится в процессе активной трансформации, вызванной стремительным развитием технологий и изменением требований к навыкам выпускников. Преподавание физики, как одной из фундаментальных наук, сталкивается с необходимостью не только передавать знания, но и развивать у студентов критическое мышление, способность к самостоятельному обучению и применению знаний на практике. В последние годы в Китае, России и других странах мира активно внедряются цифровые технологии и активные методы обучения, которые значительно повышают эффективность образовательного процесса. В данной работе рассматриваются ключевые подходы, их преимущества, примеры успешного применения, а также проблемы, с которыми сталкиваются студенты и преподаватели. Цифровые технологии позволяют преодолеть ограничения традиционных методов обучения, такие как недостаток оборудования, высокая стоимость экспериментов или невозможность визуализировать сложные физические процессы. Одним из наиболее значимых инструментов являются виртуальные лаборатории и симуляции, которые позволяют студентам проводить эксперименты в безопасной и контролируемой среде.

Цифровые технологии активно внедряются в университетах всего мира. В Шанхайском университете виртуальные лаборатории интегрированы в курс общей физики [1]. Студенты используют симуляции для изучения законов термодинамики, механики и оптики. Например, они могут визуализировать процесс теплопередачи или поведение газов в различных условиях, или моделировать эксперименты с квантовыми частицами, которые были бы невозможны в традиционной лаборатории из-за сложности оборудования или высокой стоимости. Это не только повышает интерес к предмету, но и позволяет студентам экспериментировать без риска ошибок при работе на реальном оборудовании.

В Московском государственном университете используются виртуальные лаборатории для изучения квантовой механики и ядерной физики [2]. Студенты могут моделировать эксперименты с элементарными частицами, что важно для понимания процессов, которые невозможно наблюдать в учебной лаборатории. В Санкт-Петербургском государственном университете студенты работают с симуляциями, которые позволяют

им визуализировать распространение электромагнитных волн или интерференцию света [3].

Активные методы обучения направлены на вовлечение студентов в процесс получения знаний через практическую деятельность и решение реальных задач. Два наиболее популярных метода — это перевернутый класс (flipped classroom) и проблемно-ориентированное обучение [4, 5]. В данной работе мы рассмотрим практику применения виртуальных лабораторных работ при изучении курса общей физики студентами Южного Федерального Университета.

В подходе перевернутого класса традиционная модель обучения "инвертируется": студенты изучают теоретический материал дома, используя видеоуроки, статьи и другие ресурсы, а в аудитории занимаются решением задач, обсуждением и практической работой. Это позволяет преподавателю уделить больше времени индивидуальной работе со студентами и разбору сложных тем.

В ходе изучения курса общей физики студентам нефизических направлений ЮФУ предлагалось выполнить дома виртуальную лабораторную работу, которая полностью симулирует эксперимент, проводимый ими на последующем занятии в лаборатории. Подобная практика хорошо показала себя в работе со студентами физического факультета, у которых на выполнение физического практикума заложено в плане больше аудиторных часов и они выполняют виртуальные лабораторные работы в компьютерных классах факультета. Ознакомление дома с теорией и ходом выполнения лабораторной работы позволяет студентам более осознанно проделать ее на последующем лабораторном занятии и допустить меньше ошибок при измерениях. В итоге это приводит к более рациональному использованию ограниченного времени аудиторного занятия. Студенты становятся более уверенными, улучшается их понимание нового материала, а также развиваются навыки работы с оборудованием.

Однако существуют и проблемы, связанные с адаптацией студентов к новым методам обучения. Одной из основных проблем является снижение сосредоточенности. В условиях, когда студенты изучают материал самостоятельно, они могут отвлекаться на внешние факторы, такие как социальные сети или другие онлайн-ресурсы. Это особенно актуально для молодежи, которая испытывает проблемы с концентрацией внимания.

Еще одной трудностью является низкая вовлеченность некоторых студентов. Не все готовы к самостоятельной работе, что приводит к неравномерному усвоению материала. Например, в перевернутом классе студенты, которые не подготовились к занятию, могут замедлять выполнение лабораторной работы в команде, либо только наблюдать и не участвовать в ее выполнении.

Кроме того, эрудированность студентов может быть недостаточной для эффективного использования новых методик. Например, студенты должны

обладать базовыми знаниями в смежных областях, таких как математика, чтобы успешно решать поставленные задачи. Кроме этого, часто возникают проблемы, если теория к лабораторным работам еще не рассмотрена в курсе лекций.

Психологические аспекты также играют важную роль. Некоторые студенты могут испытывать стресс из-за необходимости самостоятельно осваивать материал или работать в команде. Это требует дополнительной поддержки со стороны преподавателя и разработки методик, которые помогут студентам адаптироваться.

Современные образовательные технологии и активные методы обучения открывают новые возможности для преподавания физики. Они позволяют сделать учебный процесс более интерактивным, практико-ориентированным и адаптированным к потребностям студентов. Опыт Китая, России и других стран показывает, что такие подходы могут значительно повысить качество образования. Однако для их успешного внедрения необходимо учитывать проблемы, связанные с различным уровнем базовой подготовки студентов, согласованностью учебных планов, индивидуальные особенности студентов, и разрабатывать стратегии, которые помогут им преодолеть трудности.

Литература

1. Zhang, J., & Chen, Q. (2020). "The Application of Flipped Classroom in Physics Education: A Case Study of Shanghai University." *Journal of Physics Education*, 45(3), С. 123–130.
2. Официальный сайт МГУ. <https://www.msu.ru>.
3. Официальный сайт СПбГУ. <https://spbu.ru>.
4. Li, X., & Wang, Y. (2021). "Problem-Based Learning in Physics: Experiences from Nanjing University." *International Journal of STEM Education*, 8(2), С. 45–56.
5. Chen, L., & Liu, H. (2022). "Integrating Virtual Labs and PBL: A Case Study from Tsinghua University." *Educational Technology Research and Development*, 70(4), С. 789–805.

АРХИТЕКТУРА МАСШТАБИРУЕМОГО ВЕБ-СЕРВИСА: ИНТЕГРАЦИЯ DJANGO, REACT И POSTGRESQL

Рой А. С.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: roy@sfedu.ru

Веб-сервисы, предназначенные для управления вишлистами, стали цифровым ответом на возросшую потребность в персонализации онлайн-шопинга. Пользователи стремятся не только сохранять желаемые товары, но и делиться списками, контролировать доступ, а в некоторых случаях – резервировать подарки. Однако разработка такого сервиса является сложной задачей. Здесь важна не только функциональность, но и необходимость достижения оптимального баланса между производительностью, безопасностью и масштабируемостью.

Выбор технологического стека

Разработка любого веб-сервиса начинается с выбора технологического стека. Django, представляющий собой полноценный бэкенд-фреймворк, предоставляет готовые решения для типичных задач: аутентификация пользователей, работа с объектно-реляционным отображением (ORM), маршрутизация запросов. Например, использование ORM в Django позволяет работать с базой данных с минимальным количеством обращений к SQL, что критически важно для ускорения процесса разработки. Но преимущества Django не ограничиваются лишь высокой скоростью разработки. Встроенная защита от CSRF, XSS и SQL-инъекций делает его предпочтительным выбором для разработки веб-сервисов в плане обеспечения безопасности.

Тем не менее, использование только бэкенда недостаточно для создания динамичного интерфейса. Фреймворк ReactJS представляет собой оптимальное решение в данном контексте. Его виртуальный DOM оптимизирует рендеринг, а компонентный подход превращает разработку в сборку «конструктора». Например, кнопка с анимацией наведения может быть реализована в React как независимый компонент, который можно использовать повторно на любой странице. Но наиболее важным является то, что React не привязан к бэкенду. Через REST API он получает данные, а как они обрабатываются — уже не в его компетенции. Данное разделение слоев напоминает работу микросервисов: фронтенд и бэкенд развиваются независимо друг от друга, что упрощает поддержку.

Для хранения данных выбрана СУБД PostgreSQL, обладающая поддержкой JSON-полей, возможностью выполнения транзакций и сложных

JOIN-запросов, схема которой изображена на рисунке 1. При резервировании товара в вишлисте важно обеспечить атомарность операции (выполнение операции целиком или её отмену в случае ошибки) – транзакции PostgreSQL страхуют от конфликтов. В случае необходимости включения поиска по тегам использование JSONB очень удобно благодаря гибкости. Однако, если предполагается частое использование запросов с фильтрацией данных, то целесообразнее использовать реляционную модель.

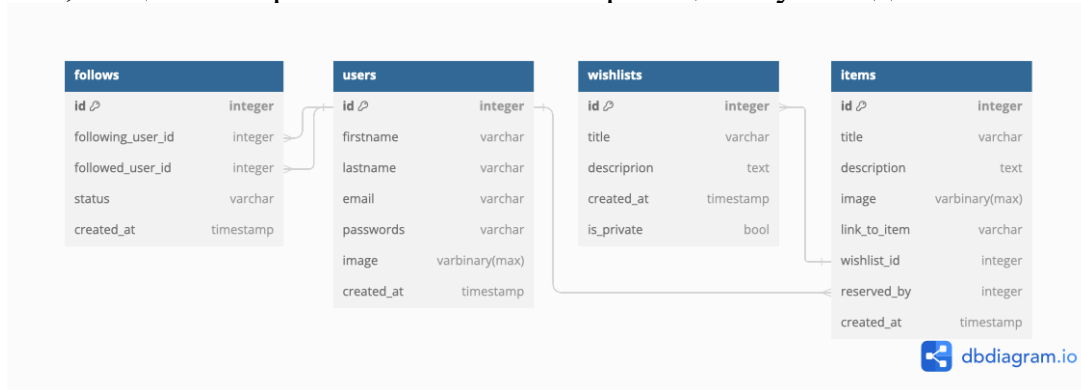


Рис. 1. Схема БД

Архитектура и реализация веб-сервиса

Сердцем сервиса является бэкенд, реализованный на основе фреймворка Django. В первую очередь, необходимо рассмотреть модели данных. Пользователь ('User'), вишлист ('Wishlist'), элементы списка ('WishlistItem') и подписки ('Follow') – все эти сущности описываются через Django ORM. Например, модель 'Wishlist' включает поля 'title', 'description' и 'is_private', а связь с пользователем реализована через 'ForeignKey'. ORM самостоятельно генерирует миграции, преобразуя Python-код в SQL-схему.

API построено на Django REST Framework (DRF). ViewSets обрабатывают запросы, а сериализаторы преобразуют модели в JSON. При создании вишлиста он автоматически привязывается к пользователю через request.user.

ReactJS отвечает за отображение интерфейса. Компонент WishlistList загружает вишлисты через GET-запрос и рендерит их. Для обработки больших объемов данных используется пагинация.

Редактирование вишлиста выполняется через PATCH-запрос с валидацией на клиенте и сервере. В данной реализации управление состоянием осуществляется с помощью локального state, без использования Redux.

Для разрешения CORS-проблем используется django-cors-headers, добавляющий заголовки Access-Control-Allow-Origin. В настройках CORS_ALLOWED_ORIGINS = ['http://localhost:3000'] разрешает запросы с React-приложения.

Регистрация пользователя реализована через API с использованием DRF. На рисунке 2 демонстрируется успешный запрос на регистрацию нового пользователя и ответ сервера.

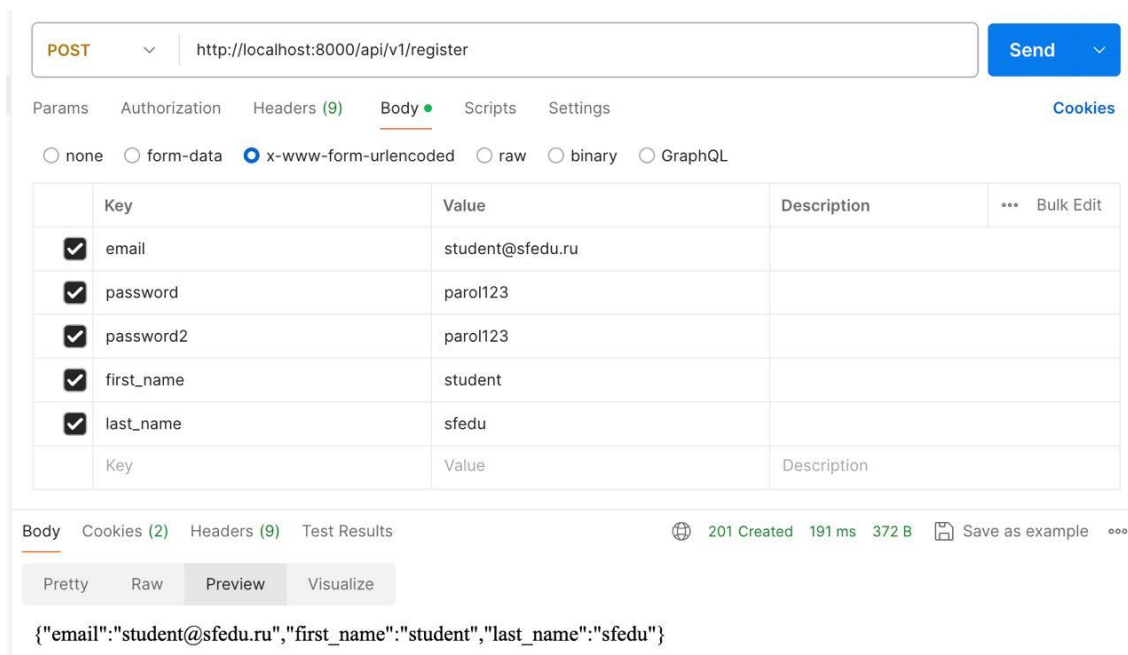


Рис. 2. Отправка запроса в Postman

Развертывание и масштабирование

Для развертывания приложения целесообразно использовать Docker – платформу для создания и управления контейнерами (изолированными средами для запуска приложений). Файл конфигурации ``docker-compose.yml`` описывает два сервиса: ``web`` (Django) и ``db`` (PostgreSQL). Существенное значение имеет корректная настройка переменных окружения; в частности, если в разработке пароль к базе данных установлен как ``postgres``, то в производственной версии сайта данный пароль должен быть сложным и храниться в секретах.

При масштабировании сервиса могут возникнуть определенные сложности, например, с загрузкой изображений для товаров. Django-модель ``WishlistItem`` имеет поле ``image = models.ImageField(upload_to='items/')``. В процессе разработки файлы сохраняются на локальный диск, но в производственной версии сайта необходим Simple Storage Service (например, AWS S3 или MinIO). В этих целях подключают ``django-storages``, а настройки модифицируют следующим образом:

```
python
DEFAULT_FILE_STORAGE = 'storages.backends.s3boto3.S3Boto3Storage'
AWS_S3_ACCESS_KEY_ID = os.getenv('AWS_ACCESS_KEY_ID')
AWS_S3_SECRET_ACCESS_KEY = os.getenv('AWS_SECRET_ACCESS_KEY')
```

Таким образом, связка Django и ReactJS продемонстрировала свою высокую эффективность в разработке веб-сервисов. Django обеспечивает надежный бэкенд, обладающий готовыми решениями для решения типичных задач, в то время как ReactJS предоставляет гибкость в создании динамических интерфейсов. PostgreSQL способствует обеспечению целостности и сохранности данных. Разработанный веб-сервис для создания и хранения вишлистов отвечает современным требованиям к производительности, безопасности и масштабируемости.

Литература

1. Django Documentation : сайт. – URL: <https://docs.djangoproject.com> (дата обращения: 09.03.2024).
2. React Official Tutorial : сайт. – URL: <https://react.dev/learn> (дата обращения: 09.03.2024).
3. PostgreSQL JSONB: The Good Parts : сайт. – URL: <https://www.postgresql.org/docs/current/datatype-json.html> (дата обращения: 09.03.2024).
4. DRF: Authentication & Permissions : сайт. – URL: <https://www.django-rest-framework.org/api-guide/permissions/> (дата обращения: 09.03.2024).
5. *Fielding, R. T.* Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Doctoral dissertation, University of California, Irvine, 2000.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕНТАГОНАЛЬНОЙ УПАКОВКИ ПЕНРОУЗА В ПРИБЛИЖЕНИИ РЕШЕТОЧНОГО ГАЗА

Рошаль А. С., Рошаль С. Б.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: aroshal@sfedu.ru

Пентагональная укладка Пенроуза – одна из наиболее известных аперриодических упаковок, на основе которой построено множество структурных моделей квазикристаллов. Эта укладка, образуемая узкими ромбами и усеченными пентагональными звездами, получается проектированием из 4D пространства. Координаты узла укладки выражаются как

$$\mathbf{r}_j = \sum_{i=0}^3 n_i^j \mathbf{a}_i^{\parallel}, \quad (1)$$

где n_i целые числа, а $\mathbf{a}_i^{\parallel} = \langle \cos 2\pi i/5, \sin 2\pi i/5 \rangle$. Перпендикулярные координаты $\mathbf{r}_j^{\perp}$ того же узла определяются тем же набором $\{n_i^j\}$, но вектора $\mathbf{a}_i^{\parallel}$ заменены на $\mathbf{a}_i^{\perp}$, где $\mathbf{a}_i^{\perp} = \langle \cos 6\pi i/5, \sin 6\pi i/5 \rangle$. Узел входит в укладку, если его перпендикулярные координаты принадлежат окну проектирования – правильному десятиугольнику с диаметром описанной окружности равным 2.

Мы предлагаем новую модель самосборки укладки, структурно подобной укладке Пенроуза, основанную на росте квазикристаллического зародыша в рамках приближения решеточного газа [1]. В этом приближении процесс присоединения частиц к растущему зародышу происходит лишь в тех позициях, которые связаны с ближайшими заполненными хотя бы одной из множества 10 ориентационно эквивалентных друг другу трансляций $\pm \mathbf{a}_i^{\parallel}$, где $i=0,1\dots 4$. Присоединение частиц происходит пошагово, и на каждом шаге существует q позиций, которые могут быть заполнены только одной частицей. Тогда, если для каждой из этих позиций можно рассчитать энергию связи E_j , где $j=1,2\dots q$, то вероятность p_j заполнения j -ой позиции находится с помощью обычного распределения Больцмана как

$$p_j = \exp\left(-\frac{E_j - \mu}{T}\right), \quad (2)$$

где T – термическая энергия и химический потенциал μ находится из условия, что на каждом шаге присоединяется ровно одна частица.

Рассмотрим критическую волну плотности:

$$\rho(\mathbf{r}) = \sum_{i=0}^4 \cos(2\pi \mathbf{B}_i \mathbf{r} + \phi_i), \quad (3)$$

где $\mathbf{B}_i = \frac{4}{5}b \langle \sin \pi i/5, \cos \pi i/5 \rangle$, $b = \cos(\pi/10) + \cos(3\pi/10)$, и $\phi_i = 0$.

Симметрично-эквивалентные вектора $\mathbf{B}_i$ выражаются целочисленным образом через вектора обратного пространства укладки Пенроуза, звезда этих векторов является неприводимой, а через подобные так называемые критические волны плотности выражается неравновесный потенциал в теории кристаллизации Л. Д. Ландау [2]. Как видно из рис. 1а, максимумы функции (3) хорошо соответствуют позициям укладки, полученной проектированием. Заметим, однако, что при этом сдвиг окна проектирования относительно начала координат должен соответствовать выбору фаз в (3).

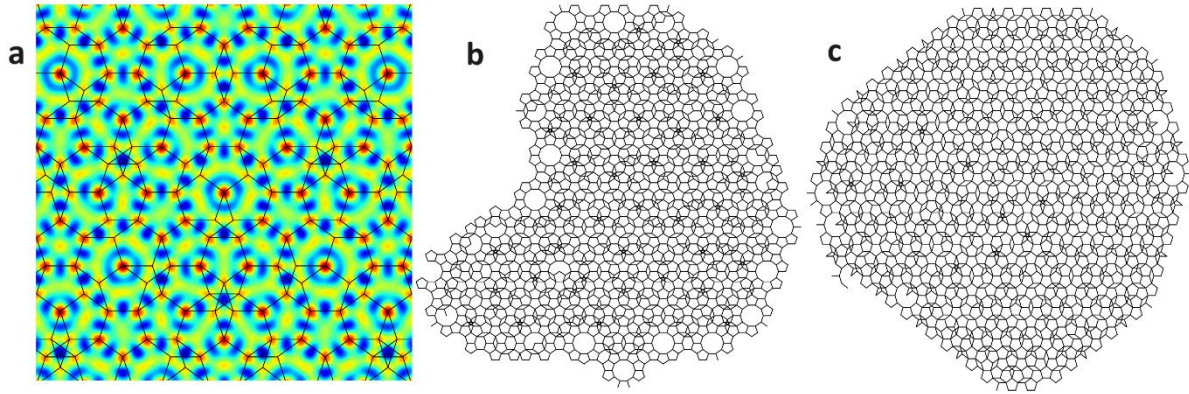


Рис. 1. Пентагональная укладка Пенроуза и модель ее самосборки. (а) Укладка, полученная проектированием узлов 4D решетки, наложенная на критическую волну плотности. Изменение цвета от синего до красного соответствует изменению величины функции от -5 до 5 . (б) Кластер из 2000 частиц, собранный в приближении потенциала локальных волн. (с) Более структурно совершенный кластер, собранный при использовании предложенного дискретного парного потенциал.

При сборке обоих кластеров $\alpha_0 = 5$ и $T=0.5$

При моделировании сборки кластера мы рассчитываем энергию связи E_j как $E_j(\mathbf{r}_j) = \sum_i V(\mathbf{r}_i, \mathbf{r}_j)$, где $V(\mathbf{r}_i, \mathbf{r}_j)$ – соответствующий парный потенциал, а суммирование ведется по всем уже заполненным позициям кластера. Как мы обнаружили, малодефектные кластеры можно получить (см. рис. 1b), строя парный потенциал на основе критической волны плотности: $V(\mathbf{r}_i, \mathbf{r}_j) = \alpha(\rho(l) - 0.7)$. Здесь $\mathbf{l} = \mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j$, а α – ступенчатая функция, зависящая от α_0 : если $l \leq \alpha_0$, то $\alpha = -1$, иначе $\alpha = 0$. Поскольку обычный парный потенциал вообще не зависит от вращения пары частиц, то функция $\rho(l)$ берется максимально симметричной, т. е. с $\phi_i = 0$.

Более морфологически совершенные кластеры в рамках модели решеточного газа можно получить (см. рис. 1с), введя дискретный парный потенциал $V(l)$, отличный от нуля только для четырех расстояний l_n между частицами: $V(l_n) = [-1.62; V_2; V_3; -4.41]$, где расстояния $l_n = [1, 1.176, 2, 2.618]$ являются длинами параллельных проекций векторов $\langle 1, 0, 0, 0 \rangle$, $\langle 1, -1, 0, 0 \rangle$, $\langle 2, 0, 0, 0 \rangle$ и $\langle 1, 1, 0, -1 \rangle$, соответственно. В этом потенциале отрицательные (энергетически выгодные) взаимодействия рассчитываются как $-\rho(\mathbf{l}_i)$, а точки $\mathbf{l}_1$ и $\mathbf{l}_4$ практически совпадают с максимумами $\rho(\mathbf{l})$. Значения V_2 и V_3 берутся достаточно большими; значения $V_2 \geq 30$ и $V_3 \geq 30$ полностью устраняет появление пар частиц на расстояниях $\mathbf{l}_2$ и $\mathbf{l}_3$ и соответствующие точечные дефекты. Точки $\mathbf{l}_2$ и $\mathbf{l}_3$ близки к минимумам $\rho(\mathbf{l})$. Заметим, что в отличие от максимумов, минимумы $\rho(\mathbf{r})$ не индексируются целыми индексами, поэтому векторы, направленные от начала координат к ближайшим глубоким минимумам равны $\mathbf{l}_2$ и $\mathbf{l}_3$ лишь приблизительно. Также заметим, что длины перпендикулярных проекций $l_2^\perp$ и $l_3^\perp$ равны соответственно расстояниям между противоположными сторонами и вершинами окна проектирования.

Таким образом мы показали, что критические волны плотности, фигурирующие в теории кристаллизации Л. Д. Ландау, можно использовать для построения парных потенциалов, пригодных для моделирования сборки квазикристаллических упаковок.

Литература

1. Landau, L. D. On the theory of phase transitions. I. Phys. Z. Sowjet. 11, 545 (1937).
2. Rochal, S. B., Roshal, A. S., Konevtsova O. V. & Podgornik, R. Proteinaceous Nanoshells with Quasicrystalline Local Order. Phys. Rev. X 14, 031019 (2024).

СТРУКТУРНЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ В ВИРУСНЫХ ОБОЛОЧКАХ

Рошаль Д. С.¹, Коневцова О. В.¹, Рошаль С. Б.¹,
Подгорник Р.²

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет,
г. Ростов-на-Дону

² Институт Йозефа Стефена, Любляна, Словения
E-mail: rochal.d@yandex.ru

Уровень pH окружающей вирус среды влияет на величины зарядов аминокислот в белках вируса. Поэтому изменения pH часто контролируют процессы, происходящие в течение жизненного цикла вирусов. Созревание, часто индуцируемое миграцией вируса через области клетки с разными уровнями pH, типично почти для всех хорошо изученных животных и бактериальных вирусов, проявляющих икосаэдрическую симметрию. Вирусы во время своего созревания могут изменять свою форму. Они могут менять степень выраженности икосаэдрической огранки, могут приобрести форму сферы, додекаэдра или даже ромбического триаконтаэдра. Интересно отметить, что даже когда морфологические изменения капсида вызваны упаковкой генома, аналогичные изменения могут быть вызваны и *in vitro* при изменении кислотности среды.

Цель данной работы – моделирование структурных превращений вирусных оболочек, происходящих при их созревании из-за электростатических взаимодействий.

Для анализа влияния электростатических взаимодействий на вирусные капсиды мы предлагаем модель двумерных изотропных эластичных оболочек со встроенными точечными зарядами, расположенными в центрах масс отдельных белков. В качестве основы модели мы взяли дискретную модель Нельсона [1]. В ней вирусная оболочка рассматривается как триангулированная сфера с икосаэдрической симметрией. По 5 или 6 соседних треугольников триангуляции объединяются в пятиугольники (лежащие в вершинах икосаэдра) и шестиугольники, так называемые, капсомеры, которые представляют собой группы из 5 или 6 белков. Дискретная мезоскопическая упругая свободная энергия триангулированной оболочки может быть записана как:

$$E_{el} = \sum_{i=1}^n \frac{\tilde{\kappa} \alpha_i^2}{2} + \frac{k(l_i - l_0)^2}{2}, \quad (1)$$

где сумма пробегает все n ребер триангуляции, вершинами которых являются капсомеры; k – жесткость связей капсомера, расположенных вдоль

ребер триангуляции, l_0 – равновесная длина этих связей, $\tilde{\kappa}$ – прогибная упругость, l_i – неравновесная длина i -ой связи, а α_i – угол между нормальными векторами двух треугольников, имеющих i -ое ребро в качестве общей стороны. Первый член в дискретной упругой энергии описывает вклад кривизны оболочки, тогда как второй член отражает упругость связей.

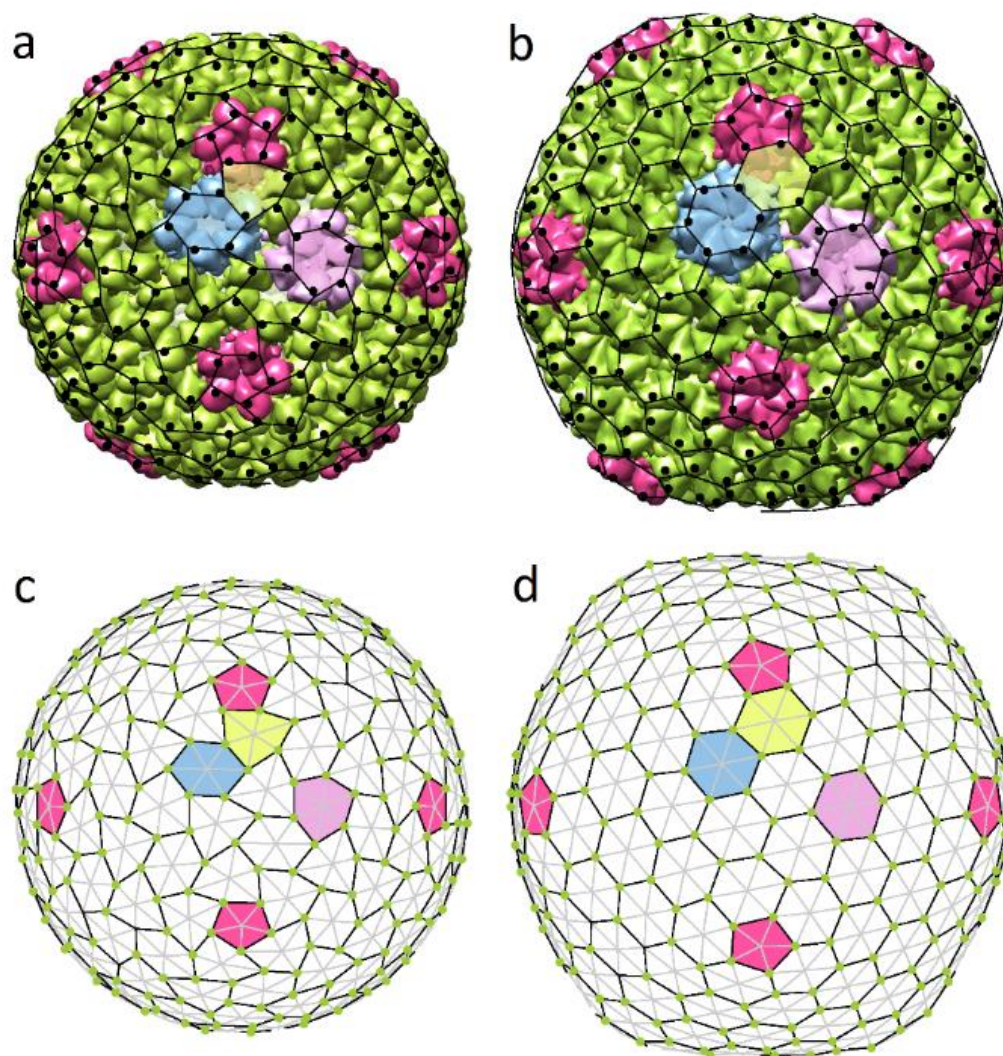


Рис. 1. Изменения морфологии белковой оболочки бактериофага P22 при созревании. (а) Прокапсид со средним радиусом 596 Å. (б) Капсид со средним радиусом 664 Å. Черные точки показывают центры масс белков. (с, d) Модельные оболочки, соответствующие прокапсиду и зрелому капсиду. Зеленые точки, занимающие узлы сферической сотовой решетки (4, 1), которая выделена черным цветом, показывают положения точечных электростатических зарядов. Сферическая тригональная решетка (3, 6) показана серыми и черными линиями. Деформированные и недеформированные сотовые решетки (панели с и d) также наложены на белковые оболочки (панели а и b) соответственно.

Мы модифицировали данную энергию взаимодействия таким образом [2, 3], чтобы в энергии появился второй независимый модуль упругости, и учли электростатические взаимодействия между белками в капсиде:

$$E = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\tilde{\kappa} \alpha_i^2}{2} + \frac{k(l_i - l_0)^2}{2} \right] + \sum_{j=1}^m \frac{K(S_j - S_0)^2}{2} + \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0 k_B T} \sum_{a>b} \frac{Q^2 e^{-\frac{r_{ab}}{\lambda}}}{r_{ab}}, \quad (2)$$

где во второй сумме суммирование ведется по всем $m = 2n/3$ треугольникам разбиения, S_j – площадь j -ого треугольника, S_0 – средняя площадь треугольника в недеформированной структуре, K – размерный коэффициент, Q – заряд каждого белка, r_{ab} – расстояние между центрами зарядов белков с индексами a и b , λ – длина экранирования.

Мы обнаружили, что данная модель позволяет описать не только размер и форму капсидов, но и существенные деформации гексамеров в вирусных оболочках. На примере бактериофага P22 (см. рис. 1) и омега-вируса *Nudarelia capensis*, мы анализируем огранки капсидов и предлагаем объяснение того, почему гексамеры в сферическом прокапсиде сплющены и перекошены, тогда как в ограненной созревшей оболочке они приобретают правильную форму.

Также мы рассмотрели электростатические и упругие эффекты, которые могут объяснить различные формы оболочек коронавирусов с выступающими шипами, которые часто локализуются в компактных областях на поверхности оболочки. Предложенный механизм генерации локальной кривизны подтверждается замечательным соответствием между формой оболочки и распределением шипов в модельных и наблюдаемых оболочках.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-12-00105, <https://rscf.ru/project/22-12-00105/>.

Литература

1. Lidmar, J., Mirny, L., & Nelson, D. R. Virus shapes and buckling transitions in spherical shells // *Physical Review E*, 68(5), 051910 (2003).
2. Golushko, I. Y., Roshal, D. S., Konevtsova, O. V., Rochal, S. B., & Podgornik, R. Electrostatic interactions and structural transformations in viral shells // *Nanoscale*, 16, 20182-20193 (2024).
3. Roshal D., Konevtsova O., Božič A.L., Podgornik R., Rochal S. pH-induced morphological changes of proteinaceous viral shells // *Scientific Reports*, 9(1), 5341 (2019).

ОБ ОЦЕНКАХ ФУНКЦИЙ В НОРМАХ ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТОЧЕК СИНГУЛЯРНОСТИ

Рукавишников В. А., Булгаков Д. С., Рукавишникова Е. И.
Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН,
г. Хабаровск
E-mail: vark0102@mail.ru

Сингулярность решения краевой задачи для дифференциальных уравнений в частных производных может быть вызвана особенностями исходных данных, наличием входящих углов на границе области, сменой типа граничных условий. В этом случае решение задачи для уравнений второго порядка не принадлежит пространству Соболева W_2^2 , а для уравнений четвертого порядка пространству W_2^3 . Отсутствие необходимой гладкости решения дифференциальной задачи приводит к потере точности нахождения приближенного решения с помощью классических разностных схем или схем метода конечных элементов.

Нами было предложено для краевых задач с сингулярностью определять R_ν — обобщенное решение в весовых пространствах Соболева. Это решение совпадает со слабым решением, если слабое решение существует. Весовой метод конечных элементов был создан для нахождения приближенного R_ν — обобщенного решения для задач теории упругости с угловой сингулярностью в [1, 2], задач гидродинамики и пластичности [3–6]. Предварительно для этих задач было исследовано существование, единственность, коэрцитивные и дифференциальные свойства R_ν — обобщенного решения [см., например, 7, 8].

Исследование дифференциальных свойств R_ν — обобщенного решения проводится в весовых пространствах Соболева. Особенность функций из этих пространств состоит в их поведении в окрестности точек сингулярности. В этой статье мы устанавливаем оценки функций в нормах весовых пространств в окрестностях точек сингулярности. В качестве первопричины сингулярности выступают как отдельные точки на границе, так и вся граница области [9, 10].

Будем использовать следующие обозначения: Ω — двумерная выпуклая ограниченная область с кусочно-гладкой границей $\partial\Omega$; $\bar{\Omega}$ — замыкание Ω , т. е. $\bar{\Omega} = \Omega \cup \partial\Omega$; $\partial\Omega^\circ$ — множество точек $\partial\Omega^{(i)} = (x_1^{(i)}, x_2^{(i)})$ ($i = 1, \dots, n$) границы, включающее точки пересечения ее гладких кусков, $\partial\Omega^\circ = \bigcup_{i=1}^n \partial\Omega^{(i)}$; Ω_i — окрестность точки $\partial\Omega^{(i)}$, $\Omega_i \cap \Omega_j = \emptyset$ ($i \neq j$); χ — радиус наибольшей из окрестностей Ω_i ; $\Omega_\chi = \bigcup_{i=1}^n \Omega_i$; l_Ω — диаметр

вписанной в Ω окружности; Ω_τ – приграничная полоса ширины τ ($\tau < \frac{l_\Omega}{2}$). (Приграничная полоса – это множество точек из Ω , находящихся на расстоянии от границы $\partial\Omega$ не более чем τ .)

Пусть $\rho(x)$ – весовая функция, бесконечно дифференцируемая и положительная всюду, кроме множества точек $\partial\Omega^\circ$, и совпадающая в некоторой окрестности каждой точки $\partial\Omega^{(i)}$ ($i = 1, \dots, n$) с расстоянием до нее, т. е.

$$\rho(x_1, x_2) = ((x_1 - x_1^{(i)})^2 + (x_2 - x_2^{(i)})^2)^\beta, \beta \geq \frac{1}{2}.$$

Предположим, что производные функции $\rho(x)$ удовлетворяют неравенству

$$\left| \frac{\partial \rho}{\partial x_s} \right| \leq \delta \quad (s = 1, 2).$$

Введем весовые пространства $H_{2,\alpha}^k(\Omega)$ и $W_{2,\alpha}^k(\Omega)$ с нормами

$$\|u\|_{H_{2,\alpha}^k(\Omega)} = \left(\sum_{|\lambda| \leq k} \int_\Omega \rho^{2(\alpha+|\lambda|-k)} |D^\lambda u|^2 dx \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

$$\|u\|_{W_{2,\alpha}^k(\Omega)} = \left(\sum_{|\lambda| \leq k} \int_\Omega \rho^{2\alpha} |D^\lambda u|^2 dx \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Здесь $D^\lambda = \frac{\partial^{|\lambda|}}{\partial x_1^{\lambda_1} \partial x_2^{\lambda_2}}$; $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2)$, $|\lambda| = \lambda_1 + \lambda_2$; λ_1, λ_2 – целые неотрицательные числа, α – некоторое действительное неотрицательное число, k – целое неотрицательное число; $dx = dx_1 dx_2$. Для $k = 0$ используем обозначение $H_{2,\alpha}^0(\Omega) = W_{2,\alpha}^0(\Omega) = L_{2,\alpha}(\Omega)$. При $\alpha = 0$ имеем

$$\|u\|_{W_{2,0}^k(\Omega)} = \|u\|_{W_2^k(\Omega)}.$$

Через $|u|_{H_{2,\alpha}^k(\Omega)}$ и $|u|_{W_{2,\alpha}^k(\Omega)}$ обозначим полунормы функции $u(x)$.

Далее будем полагать, что функция $u(x)$ имеет особенность в одной точке $\partial\Omega^{(1)}$ границы $\partial\Omega$. Зададим действительное число θ ($\theta \leq \chi$) и обозначим через Ω_θ θ -окрестность точки $\partial\Omega^{(1)}$.

Сформулируем основные результаты об оценке нормы функции в окрестности точки сингулярности.

Теорема 1. Пусть функция $u(x) \in W_{2,\alpha}^1(\Omega)$ и $\alpha > 1$, тогда для любого $\varepsilon \in (0, 1]$ справедливо неравенство

$$\|u\|_{L_{2,\alpha}(\Omega_\theta)} \leq \theta^\varepsilon \left(C_1 |u|_{W_{2,\alpha+1-\varepsilon}^1(\Omega_\theta)} + C_2 \|u\|_{W_{2,\alpha+\frac{1}{2}-\varepsilon}^1(\Omega \setminus \Omega_\theta)} \right),$$

где C_1, C_2 – положительные постоянные, не зависящие от $u(x)$ и $\text{mes } \Omega_\theta$.

Теорема 2. Пусть функция $u(x) \in H_{2,\alpha}^1(\Omega)$ и параметры α и α_1 удовлетворяют условиям $\alpha_1 \leq 1$ и $\alpha > \alpha_1 - \frac{1}{2}$, тогда

$$\|u\|_{L_{2,\alpha-\alpha_1}(\Omega_\theta)} \leq \theta^{1-\alpha_1} (C_3 |u|_{W_{2,\alpha}^1(\Omega_\theta)} + C_4 \|u\|_{W_{2,\alpha}^1(\Omega \setminus \Omega_\theta)}),$$

где C_3, C_4 – положительные постоянные, не зависящие от $u(x)$ и $\text{mes } \Omega_\theta$.

Следствие 2.1. Если $u(x) \in W_{2,\alpha}^1(\Omega)$ и $\alpha > -\frac{1}{2}$, то верна оценка

$$\|u\|_{L_{2,\alpha}(\Omega_\theta)} \leq C_5 \theta \|u\|_{W_{2,\alpha}^1(\Omega)},$$

где C_5 – положительная постоянная, не зависящая от $u(x)$ и $\text{mes } \Omega_\theta$.

Следствие 2.2. Если $u(x) \in W_{2,\alpha}^2(\Omega)$ и $\alpha > -\frac{1}{2}$, то верна оценка

$$\|u\|_{W_{2,\alpha}^1(\Omega_\theta)} \leq C_6 \theta \|u\|_{W_{2,\alpha}^2(\Omega)},$$

где C_6 – положительная постоянная, не зависящая от $u(x)$ и $\text{mes } \Omega_\theta$.

Доказательства этих утверждений следуют из теоремы 2.

Для краевых задач с несогласованным вырождением исходных данных с сингулярностью по всей границе области Ω необходима оценка функции в приграничной полосе (см., например, [9, 10]).

Полагая, что в нормах (1) для введенных пространств $H_{2,\alpha}^k(\Omega)$ и $W_{2,\alpha}^k(\Omega)$ весовая функция есть расстояние от любой точки $x \in \Omega_\tau$ до границы $\partial\Omega$, сформулируем утверждения об оценках норм функции в пространствах $L_{2,\alpha}(\Omega_\tau)$ и $H_{2,\alpha}^1(\Omega_\tau)$.

Теорема 3. Если функция $u(x)$ принадлежит пространству $H_{2,\alpha}^1(\Omega)$ и α – действительное неотрицательное число, то справедлива оценка

$$\|u\|_{L_{2,\alpha}(\Omega_\tau)} \leq C_7 \tau^{\frac{1}{2}} \|u\|_{H_{2,\alpha}^1(\Omega)},$$

где C_7 – положительная постоянная, не зависящая от $u(x)$ и τ .

Следствие 3.1. Если $u(x) \in H_{2,\alpha}^2(\Omega)$ и α – действительное неотрицательное число, то имеет место неравенство

$$\|u\|_{H_{2,\alpha}^1(\Omega_\tau)} \leq C_8 \tau^{\frac{1}{2}} \|u\|_{H_{2,\alpha}^2(\Omega)},$$

где C_8 – положительная постоянная, не зависящая от $u(x)$ и τ .

Литература

1. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Weighted finite element method and body of optimal parameters for elasticity problem with singularity. Computers & Mathematics with Applications. 2023. Т. 151. С. 408–417.

2. *Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I.* Weighted finite-element method for elasticity problems with singularity. В сборнике: Finite Element Method: Simulation, Numerical Analysis, and Solution Techniques. Сер. "Numerical Computing" London, 2018. С. 295–311.
3. *Rukavishnikov A. V., Rukavishnikov V. A.* New numerical approach for the steady-state Navier–Stokes equations with corner singularity. *Int. J. Comput. Methods.* 2022. Т. 19. № 9. С. 2250012.
4. *Rukavishnikov V. A., Rukavishnikov A. V.* Theoretical analysis and construction of numerical method for solving the Navier-Stokes equations in rotation form with corner singularity. *J. Comput. Appl. Math.* 2023. Т. 429. С. 115218.
5. *Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P.* Mathematical model of the pipeline with angular joint of elements. *Mathematical Methods in the Applied Sciences.* 2020. Т. 43. № 13. С. 7550–7568.
6. *Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P.* Approximate resolving equations of mathematical model of a curved thin-walled cylinder. *Applied Mathematics and Computation.* 2022. Т. 422. С. 126961.
7. *Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I.* On the Dirichlet problem with corner singularity. *Mathematics.* 2020. Т. 8. № 11. С. 1455.
8. *Rukavishnikov V. A., Rukavishnikov A. V.* On the existence and uniqueness of an R_ν -generalized solution to the Stokes problem with corner singularity. *Mathematics.* 2022. Т. 10. № 10. С. 1752.
9. *Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I.* Numerical method for Dirichlet problem with degeneration of the solution on the entire boundary. *Symmetry.* 2019. Т. 11. № 12. С. 1455.
10. *Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I.* Error estimate fem for the Nikol'skij–Lizorkin problem with degeneracy. *Journal of Computational and Applied Mathematics.* 2022. Т. 403. С. 113841.

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ КРИТИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В УГЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ТРУБОПРОВОДОВ

Рукавишников В. А., Ткаченко О. П., Цай В. С.

*Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН,
г. Хабаровск*

E-mail: vark0102@mail.ru

Современные трубопроводы представляют собой сложные конструкции, где ключевую роль играют соединенные металлические трубы, моделируемые как протяженные оболочки [1]. В работе исследуются два типа соединений: (А) гладко соединенные моментные оболочки с разрывом кривизны на стыке [2]; (В) трубы-оболочки, соединенные под углом, где на стыке отсутствует производная по нормали, а кривизна стремится к бесконечности [3].

Решение таких задач осложнено сингулярностями [4]. Для их преодоления развиваются методы конечных элементов [5, 6], а также численные методы для гидродинамики [7, 8] и теории упругости [9].

Цели работы:

1. Разработка алгоритма МКЭ для моделирования соединений двух и более труб.

2. Численное определение кривизны осевой линии трубы, при которой напряжения в задаче (А) сопоставимы с напряжениями в задаче (В).

Рассмотрим цилиндрическую оболочку, изогнутую под прямым углом (Рис. 1). Ее три сегмента соединены в плоскостях, проходящих через точки А и В и перпендикулярных оси трубы. Данная геометрия – частный случай геометрии [2]. Используя формулы (1) из [2] и определения кривизны из [10], найдем:

$$\kappa(s) = \frac{1}{\rho_0}, L_1 < s \leq L_1 + \frac{\pi}{2} \rho_0, L_1 = |OA|, \text{ иначе } \kappa = 0; \quad \lambda = R_0 \max |\kappa|;$$

$$A = 1 + R_0 \kappa \sin \theta, \quad B = R_0; \quad k_1 = \frac{\kappa \sin \theta}{1 + \kappa R_0 \sin \theta}, \quad k_2 = \frac{1}{R_0}.$$

Здесь A, B – коэффициенты первой квадратичной формы; k_1, k_2 – главные кривизны поверхности, κ – кривизна осевой линии, ρ_0 – радиус кривизны осевой линии, R_0 – радиус трубы, L – ее полная длина. Отсюда следует, что модель из [2] применима при $\lambda < 1$.

Данная геометрия интересна тем, что при стремлении ρ_0 к нулю получаются две пересекающиеся под прямым углом трубы, рассмотренные как моментные оболочки в [3]. При больших ρ_0 возникает случай, изученный в [1, 2]. Возникает вопрос: при каких значениях параметра λ , связанного с

κ и ρ_0 , наблюдается такой же рост напряжений, как в случае прямого стыка труб? При этом важно сохранить применимость системы координат [1, 2].

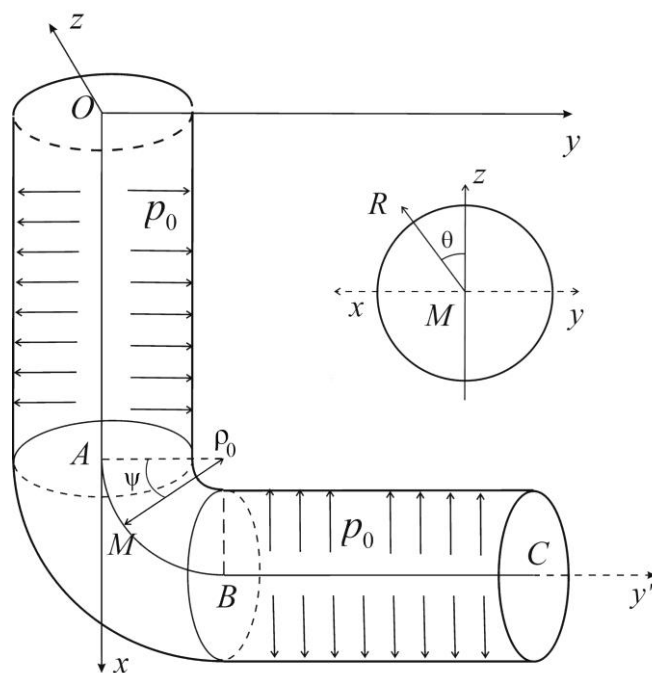


Рис. 1. Геометрическая структура трубы

Для решения задачи разработан алгоритм численного анализа методом конечных элементов в САЕ FreeCAD, распространяемой под лицензией GNU LGPL.

Рассмотрены два случая:

А) $0.95 > \lambda > 0.5$ (плавное соединение труб),

В) $\lambda \rightarrow \infty$ (соединение труб под углом).

Математическая модель для плавно соединенных труб приведена в [1, 2], а для труб под углом — в [3]. Системы уравнений здесь не приводятся.

Ранее в [3] было показано, что при соединении труб под углом наблюдается быстрый рост напряжений. В данной работе скорость роста напряжений исследована в пакете САЕ FreeCAD с использованием трехмерных тетраэдральных 10-узловых элементов C3D10.

Алгоритм решения задачи в FreeCAD:

1. Построение 3D-модели: Инструменты Scetcher и Part Design.
2. Создание конечно-элементной модели: Создание контейнера анализа (Analysis); Построение сетки МКЭ (Mesh).
3. Задание условий: Выбор материала (Material for Solid); Наложение граничных условий и нагрузок (Mechanical Constraints).
4. Решение задачи: Генерация исходных данных и запуск расчета (Solve, Solver job control).

5. Визуализация результатов: использование инструментов Results и Show Results.

Из ряда решенных задач выбраны два тестовых примера.

Задача 1. Труба с критическим изгибом профиля (Задача А).

Две трубы с внутренним радиусом $R_0 = 42.5$ мм и толщиной стенки $h = 5$ мм соединены коленом в виде сегмента тора с радиусом кольца $\rho_0 = 46$ мм. Осевые линии труб расположены под углом 90° и имеют длины $L_1 = L_2 = 250$ мм. Они шарнирно оперты на концах. На трубы действует внутреннее давление $p_0 = 10$ МПа. Материал – сталь S335JO с параметрами: модуль Юнга $E = 210$ ГПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0.3$, $\sigma_T = 343$ МПа, $\sigma_B = 490$ МПа.

Задача 2. Труба с изломом профиля (Задача В).

Две трубы с внутренним радиусом $R_0 = 42.5$ мм, толщиной стенки $h = 5$ мм и длинами $L_1 = L_2 = 250$ мм, жестко соединены под углом 90° . Материал, условия закрепления и нагрузка – как в задаче 1.

Методика расчетов. Сначала решалась Задача 2 для определения границ напряжений во входящем углу соединения труб. Затем строились 3D-модели для Задачи 1 с варьируемым параметром λ при постоянных L_i , R_0 и h , изменяя только радиус ρ_0 . Поскольку при $\lambda = 0.6$ напряжения были малы, исследовался интервал $0.65 \leq \lambda < 1$. Критические напряжения по Мизесу получены при $\lambda = 0.924$, что согласуется с Задачей 1.

Из того, что труба не должна испытывать самопересечений, следует ограничение на параметр $\lambda \leq \frac{R_0}{R_0 + h/2}$, что в нашей задаче соответствует

$\lambda \leq 0.944(4)$. Это – условие того, что система координат [2] применима.

Численные предельные значения напряжений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Напряжения по Мизесу в угловом соединении труб

Эквивалентное напряжение	В вершине угла стыка	Среднее
Задача 1	330 МПа	155 МПа
Задача 2	395.5 МПа	89.5 МПа

Таким образом, установлено, что существует критическая кривизна профиля, при которой напряжения в задачах со слабой и сильной сингулярностью становятся сравнимыми, при этом сохраняются геометрия профиля и применимость системы координат, предложенной в [2]. При достижении

предельного значения λ на поверхности трубы возникает особая точка, в которой пересекаются координатные линии, что приводит к образованию сингулярности. Данный подход позволяет исследовать задачу с сингулярностью без необходимости разбиения области решения на участки, как это требовалось в [3].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-11-00001, <https://rscf.ru/project/25-11-00001/>.

Литература

1. Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P. Dynamics of a fluid-filled curvilinear pipeline. *Appl. Math. Mech. (Engl. Ed.)*. 2018. V. 39, No. 6. P. 905–922. DOI: 10.1007/s10483-018-2338-9.
2. Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P. Approximate resolving equations of mathematical model of a curved thin-walled cylinder. *Appl. Math. Comput.* 2022. V. 422. P. 126961. DOI: 10.1016/j.amc.2022.126961.
3. Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P. Mathematical model of the pipeline with angular joint of elements. *Math. Methods Appl. Sci.* 2020. V. 43 (13). P. 7550–7568. DOI: 10.1002/mma.5751.
4. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. On the dirichlet problem with corner singularity. *Mathematics*. 2020. V. 8 (11). 1870, P. 1–7. DOI: 10.3390/math8111870.
5. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Error estimate fem for the Nikol'skij–Lizorkin problem with degeneracy. *J. Comput. Appl. Math.* 2022. V. 403. P. 113841. DOI: 10.1016/j.cam.2021.113841.
6. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Numerical method for Dirichlet problem with degeneration of the solution on the entire boundary. *Symmetry*. 2019. V. 11 (12). P. 1455. DOI: 10.3390/sym11121455.
7. Rukavishnikov A. V., Rukavishnikov V. A. New numerical approach for the steady-state Navier–Stokes equations with corner singularity. *Int. J. Comput. Methods*. 2022. V. 19 (9). P. 2250012. DOI: 10.1142/S0219876222500128
8. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikov A. V. Theoretical analysis and construction of numerical method for solving the Navier–Stokes equations in rotation form with corner singularity. *J. Comput. Appl. Math.* 2023. V. 429. P. 115218. DOI: 10.1016/j.cam.2023.115218.
9. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Weighted finite element method and body of optimal parameters for elasticity problem with singularity. *Computers & Mathematics with Applications*. 2023. V. 151. P. 408–417. DOI: 10.1016/j.camwa.2023.10.021.
10. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. М.: Наука, 1980. 976 с.

ПОСТРОЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА РЕШЕНИЯ БИГАРМОНИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ В НЕВЫПУКЛОЙ ОБЛАСТИ

Рукавишников В. А., Юров Я. В., Рукавишников А. В.
Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН,
г. Хабаровск
E-mail: vark0102@mail.ru

Широкий класс задач описывает естественные процессы, возникающие в областях с внутренним углом большим π на границе [1–3]. Построение и применение численных методов решения таких задач без потери в точности представляет интерес для инженеров и исследователей [4–8].

Пусть R^2 – евклидово пространство, $\mathbf{x} = (x_1, x_2)$ – его элемент, $d\mathbf{x} = dx_1 dx_2$ – его мера. Пусть $\Omega = (-a, a) \times (-a, a) \setminus [0, a] \times [-a, 0]$ – область с входящим углом $\frac{3\pi}{2}$ на границе Γ , $\bar{\Omega} = \Omega \cup \Gamma$ (Рис. 1). В Ω рассмотрим краевую задачу для бигармонического уравнения: для заданной f в Ω найти функцию u , удовлетворяющую уравнению и граничным условиям

$$\Delta^2 u = f \text{ в } \Omega, \quad u = \alpha, \quad \frac{\partial u}{\partial \mathbf{n}} = \beta \text{ на } \Gamma, \quad (1)$$

где $\Delta \equiv \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2}$ – оператор Лапласа, $\mathbf{n}$ – единичный вектор внешней нормали к Γ , α, β – известные функции на Γ . Введём билинейную и линейную формы: $a(u, v) = \int_{\Omega} \Delta u \Delta v d\mathbf{x}$, $l(v) = \int_{\Omega} f v d\mathbf{x}$.

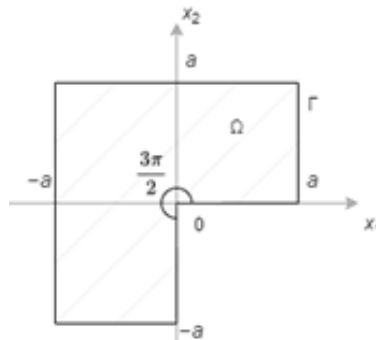


Рис. 1. Область Ω

Определение. Функция $u \in W_2^2(\Omega)$ называется обобщённым решением задачи (1), если выполняются условия $u = \alpha$, $\frac{\partial u}{\partial \mathbf{n}} = \beta$ почти всюду на Γ и справедливо интегральное тождество

$$a(u, v) = l(v), \quad \forall v \in W_2^2(\Omega). \quad (2)$$

Замечание. Билинейная форма $a(u, v)$ не содержит смешанных производных (см. [9]).

Приближённое решение задачи (2) находим с помощью метода Галёркина. Используемый метод конформный. Необходимо разложить решение u задачи (2) по базису, $\chi_i(x_1, x_2)$ – базисные функции (б.ф.), $i = 1, \dots, N$, (N – размерность пространства кусочно-квадратичных функций, построенного на элементах Сье-Клафа-Точера, см. [10], стр. 2):

$$u(x) = \sum_{i=1}^N d_i \cdot \chi_i(x). \quad (3)$$

В результате происходит переход к СЛАУ:

$$\sum_{i=1}^N a(\chi_i, \chi_j) \cdot d_i = l(\chi_j), j = 1, 2, \dots, N. \quad (4)$$

Область Ω разбиваем на треугольники (Рис. 2). Необходима аппроксимация производных (см. (2)), поэтому используем значения функции в вершинах макроэлементов, производные по координатным осям и по нормали в серединах сторон (см. Рис. 2). Описание уравнений будет проводиться с помощью структуры, показанной на Рис. 3.

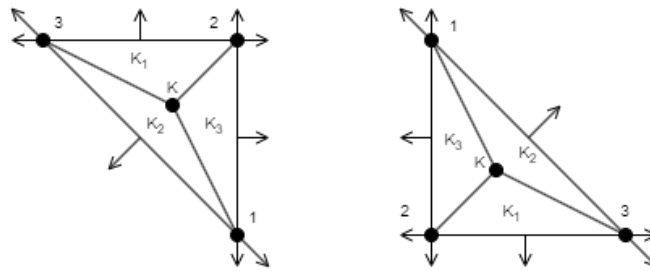


Рис. 2. Макроэлементы, на которые разбивается область Ω

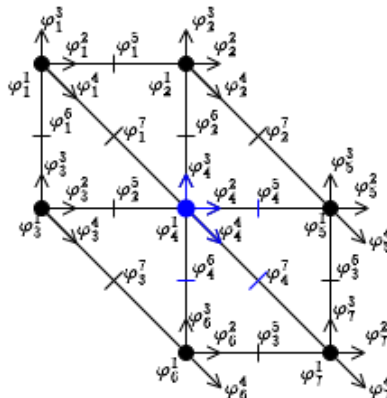


Рис. 3. Структура, использования б.ф. на элементах

Все б.ф. (см. Рис. 3) подписаны в виде φ_i^k , где i – (локальный) номер б.ф., а k – её тип, $k = 1$ соответствует значению u в узле; $k = 2$ – производной

u по оси x_1 , $\frac{\partial u}{\partial x_1}$; $k = 3$ – производной u по оси x_2 , $\frac{\partial u}{\partial x_2}$; $k = 4$ – производной u по диагонали: $\frac{\sqrt{2}}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial x_1} - \frac{\partial u}{\partial x_2} \right)$; $k = 5, 6, 7$ – производной u по $\mathbf{n}$, $\frac{\partial u}{\partial \mathbf{n}}$. СЛАУ для решения поставленной задачи формируется из семи видов уравнений, соответствующих носителю пробной функции, которая выделена синим, её носитель зелёным, а все б.ф. искомой функции на соответствующем носителе – красным (см. Рис. 4 и 5).

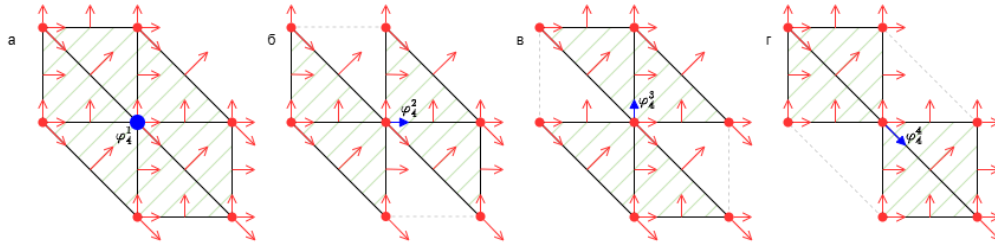


Рис. 4. Носители и б.ф. $k = 1$ (а), $k = 2$ (б), $k = 3$ (в), $k = 4$ (г)

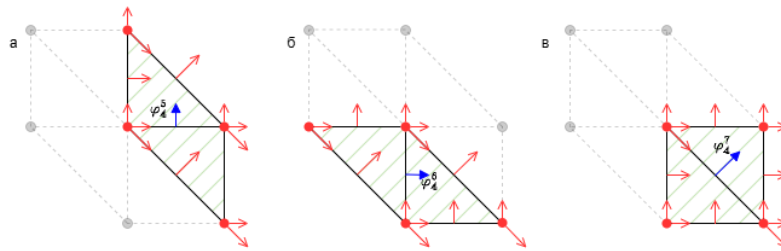


Рис. 5. Носители и б.ф. $k = 5$ (а), $k = 6$ (б), $k = 7$ (в)

Запишем решения u задачи (2), соответствующие пробным функциям φ_4^k , $k = 1, \dots, 7$, через б.ф. (см. Рис. 3–5). Суть коэффициентов c_i^k для различных k (см. [10]). Для $k = 1, \dots, 7$, количество неизвестных равно 40, 34, 34, 34, 19, 19, 19 соответственно:

$$u = \sum_{k=1}^4 \sum_{i=1}^7 c_i^k \varphi_i^k + \sum_{k=5}^7 \sum_{i=1}^4 c_i^k \varphi_i^k,$$

$$u = \sum_{i=1}^7 c_i^1 \varphi_i^1 + \sum_{i=3}^5 c_i^2 \varphi_i^2 + \sum_{k=3}^4 \sum_{i=1}^7 c_i^k \varphi_i^k + \sum_{i=1}^2 c_{2i}^5 \varphi_{2i}^5 + \sum_{k=6}^7 \sum_{i=1}^4 c_i^k \varphi_i^k,$$

$$u = \sum_{k=1}^2 \sum_{i=1}^7 c_i^k \varphi_i^k + \sum_{i=1}^3 c_{2i}^3 \varphi_{2i}^3 + \sum_{i=1}^7 c_i^4 \varphi_i^4 + \sum_{i=1}^4 (c_i^5 \varphi_i^5 + c_i^7 \varphi_i^7) + \sum_{i=1}^2 c_{2i}^6 \varphi_{2i}^6,$$

$$u = \sum_{k=1}^3 \sum_{i=1}^7 c_i^k \varphi_i^k + \sum_{i=0}^2 c_{1+3i}^4 \varphi_{1+3i}^4 + \sum_{k=5}^6 \sum_{i=1}^4 c_i^k \varphi_i^k + \sum_{i=1}^2 c_i^7 \varphi_i^7,$$

$$\begin{aligned}
u &= \sum_{k=1}^2 \left(c_3^{1+3k} \varphi_3^{1+3k} + c_4^{5+k} \varphi_4^{5+k} + \sum_{i=1}^2 c_{1+3i}^k \varphi_{1+3i}^k \right) + \sum_{k=1}^4 c_4^k \varphi_4^k + \sum_{k=1}^5 c_6^k \varphi_6^k \\
&\quad + c_7^4 \varphi_7^4, \\
u &= c_2^1 \varphi_2^1 + \sum_{k=3}^4 (c_2^k \varphi_2^k + c_7^k \varphi_7^k) + \sum_{k=6}^7 c_2^k \varphi_2^k + \sum_{k=1}^4 (c_4^k \varphi_4^k + c_5^k \varphi_5^k) + c_4^5 \varphi_4^5 \\
&\quad + c_4^7 \varphi_4^7 + c_5^6 \varphi_5^6 + c_7^1 \varphi_7^1, \\
u &= \sum_{k=1}^3 \sum_{i=4}^7 c_i^k \varphi_i^k + \sum_{k=4}^7 c_4^k \varphi_4^k + c_7^4 \varphi_7^4 + c_3^5 \varphi_3^5 + c_3^6 \varphi_3^6.
\end{aligned}$$

Планируется, введя понятие R_ν -обобщённого решения задачи в множествах весовых пространств, построить весовой МКЭ, основанный на элементах Съе-Клафа-Точера. Найти область подходящих параметров, в каждой точке которой не происходит потери в точности в отличие от классических методов.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 25-11-00001, <https://rscf.ru/project/25-11-00001/>.

Литература

1. Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P. Mathematical model of the pipeline with angular joint of elements. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*. 2020. V. 43 (13). P. 7550–7568.
2. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. On the Dirichlet problem with corner singularity. *Mathematics*. 2020. V. 8 (11). P. 1455.
3. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikov A. V. Theoretical analysis and construction of numerical method for solving the Navier–Stokes equations in rotation form with corner singularity. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 2023. V. 429. P. 115218.
4. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Error estimate fem for the Nikol'skij–Lizorkin problem with degeneracy. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 2022. V. 403. P. 113841.
5. Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I. Numerical method for Dirichlet problem with degeneration of the solution on the entire boundary. *Symmetry*. 2019. V. 11 (12). P. 1455.
6. Rukavishnikov A. V., Rukavishnikov V. A. New numerical approach for the steady-state Navier–Stokes equations with corner singularity. *International Journal of Computational Methods*. 2022. V. 19 (9). P. 2250012.

7. *Rukavishnikov V. A., Tkachenko O. P.* Approximate resolving equations of mathematical model of a curved thin-walled cylinder. *Journal of Applied Mathematics and Computing*. 2022. V. 422. P. 126961.
8. *Rukavishnikov V. A., Rukavishnikova E. I.* Weighted finite element method and body of optimal parameters for elasticity problem with singularity. *Computers & Mathematics with Applications*. 2023. V. 151. P. 408–417.
9. *Сьярле Ф.* Метод конечных элементов для эллиптических задач, Пер. с англ. – М.: Издательство Мир, 1980 – 512 с.
10. *Bernadou M., Hassan K.* Basis functions for general Hsieh-Clough-Tocher triangles, complete or reduced. *Rapport de recherche INRIA RR-0005*, 1980.

РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ДВИЖКА ДЛЯ ДВУХМЕРНЫХ ВИДЕОИГР

Рябцев М. С.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: mryabcev@sfedu.ru*

С постоянным ростом числа игр и увеличением их сложности, возрастает и потребность в эффективных инструментах для разработки игрового программного обеспечения. Игровые движки представляют собой неотъемлемую часть этого процесса, обеспечивая разработчиков всем необходимым для создания качественных игр.

Изучение способов разработки игровых движков имеет большое значение, так как позволяет разработчикам углубить свои знания в области программирования и создания игрового ПО. В некоторых случаях, особенно для опытных разработчиков, возникает желание создавать собственные игровые движки, чтобы иметь полный контроль над процессом разработки и адаптировать его под конкретные потребности проекта.

При этапе проектирования игрового движка важно выделить основные модули для реализации, на основании которых будет разработан базовый функционал. В рамках реализации данной работы были выделены следующие модули:

1. «Точка входа» в игровой движок

Данная часть является наиболее важной при создании игрового движка, т.к. она определяет, как именно будет работать игровой движок при его запуске и что будет при этом происходить.

2. Прикладной уровень движка

Данный уровень осуществляет управления жизненным циклом приложения и событиями.

3. Оконный уровень движка

Предполагается, что пользователь сможет напрямую взаимодействовать с игровым движком, поэтому необходим, так называемый, «оконный уровень», который будет обрабатывать пользовательский ввод и преобразовывать его в менеджере событий.

4. Система визуализации движка

Данная часть предполагает реализацию рендеринга графики на экране.

5. Система профилирования

Данная система необходима для теста производительности игрового движка и проектов на нём.

6. Система компонентов сущностей

Система предполагает представление объектов игрового мира в движке с возможностью добавления разнообразных компонентов этим сущностям.

Цель доклада – рассмотреть реализацию первых 4 модулей игрового движка и проанализировать инструменты. Для данного доклада был реализован прототип игрового движка «Chill Engine».

Основным языком программирования для создания «Chill Engine» стал C++. Для реализации API рендеринга движка была выбрана библиотека «OpenGL». Связано это с тем, что «OpenGL» может обеспечить более высокую производительность при правильной оптимизации и хорошо интегрируется с другими библиотеками и инструментами. При реализации оконного уровня движка, а также для обработки ввода с клавиатуры и мыши, была использована кроссплатформенная библиотека «GLFW». Для реализации пользовательского интерфейса предполагается использовать библиотеку «ImGui», которая позволяет упростить процесс создания интерфейсов, обеспечивая высокую производительность и удобство использования.

Литература

1. Джейсон Грегори: Игровой движок. Программирование и внутреннее устройство (Издательство: Питер, 2021 г., 3 издание).
2. Официальная Документация OpenGL – URL: <https://www.opengl.org/Documentation/Specs.html>.
3. Документация для библиотеки GLFW – URL: <https://www.glfw.org/documentation>.
4. «Tools & Libraries to Make Your Own C++ Game Engine» Gustavo Pezzi – URL: <https://pikuma.com/blog/how-to-make-your-own-cpp-game-engine>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ОКСИДА МЕДИ И ОКСИДА ЦИНКА

Саенко А. В., Фильжак В. Н., Шиховцов И. А., Смирнов В. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Таганрог

E-mail: avsaenko@sfnedu.ru

В настоящее время активно ведутся исследования в области полупроводниковых материалов для создания недорогих и эффективных фотоэлектрических структур. При этом большое внимание привлекают неорганические полупроводники на основе оксидов металлов, что объясняется их большим разнообразием, а также потенциально перспективными электрофизическими и оптическими свойствами. Оксидные полупроводники широко распространены и безопасны для окружающей среды, а также не требуют сложных технологических процессов, что делает их многообещающими материалами для снижения стоимости изготовления фотоэлектрических структур. В частности, оксид меди (Cu_2O) с шириной запрещенной зоны 1,9–2,1 эВ и коэффициентом поглощения (10^4 – 10^5 см^{-1}) является перспективным материалом для использования в качестве поглотителя солнечного излучения, тогда как ZnO может использоваться в качестве широкозонного окна ($> 3 \text{ эВ}$) для формирования р-п-гетероперехода структуры [1, 2].

В работе проведено моделирование фотоэлектрических структур на основе Cu_2O и ZnO в программе численного моделирования SCAPS. Исследовано влияние толщины и концентрации носителей заряда в оксидных пленках на эффективность преобразования солнечной энергии фотоэлектрической структурой.

Численное моделирование в SCAPS основано на решении нестационарной диффузионно-дрейфовой системы уравнений полупроводника, в которую входят уравнения непрерывности для электронов и дырок и уравнение Пуассона [2, 3]:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\mu_n \left(-n \frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{kT}{q} \frac{\partial n}{\partial x} \right) \right] + G - R = \frac{\partial n}{\partial t}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\mu_p \left(p \frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{kT}{q} \frac{\partial p}{\partial x} \right) \right] + G - R = \frac{\partial p}{\partial t}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} = -\frac{q}{\epsilon \epsilon_0} (p - n - N_A + N_D), \quad (3)$$

где n , p – концентрация свободных электронов и дырок; μ_n , μ_p – подвижности электронов и дырок; ϕ – электрический потенциал; k – постоянная Больцмана; T – температура; q – элементарный заряд; ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость; ϵ_0 – диэлектрическая постоянная; G – скорость оптической генерации электронно-дырочных пар; R – скорость рекомбинации

электронно-дырочных пар; N_D , N_A – концентрация донорной и акцепторной примеси или структурных дефектов (ловушек).

При моделировании фотоэлектрической структуры ZnO/Cu₂O в качестве фронтального и тыльного контактов использовались прозрачный проводящий оксидный слой (TCO) с работой выхода 4,2 эВ и золото (Au) с работой выхода 5,1 эВ, а также принималось, что основными дефектами в пленке ZnO являются вакансии кислорода, которые также являются донорами, а основными дефектами в пленке Cu₂O выступают вакансии меди, которые являются акцепторами.

Проведено моделирование влияния толщины от 0,1 до 8 мкм и концентрации носителей заряда (акцепторов) от 10^{13} до 10^{18} см⁻³ в пленке Cu₂O на эффективность преобразования энергии при толщине пленки ZnO 50 нм и концентрации носителей заряда (доноров) 10^{19} см⁻³, а также влияние толщины от 10 до 250 нм и концентрации носителей заряда от 10^{15} до 10^{19} см⁻³ в пленке ZnO при толщине пленки Cu₂O 5 мкм и концентрации носителей заряда 10^{15} см⁻³.

На рисунке 1 представлены полученные контурные графики зависимостей эффективности преобразования энергии структурой от толщины и концентрации носителей заряда в пленках Cu₂O и ZnO.

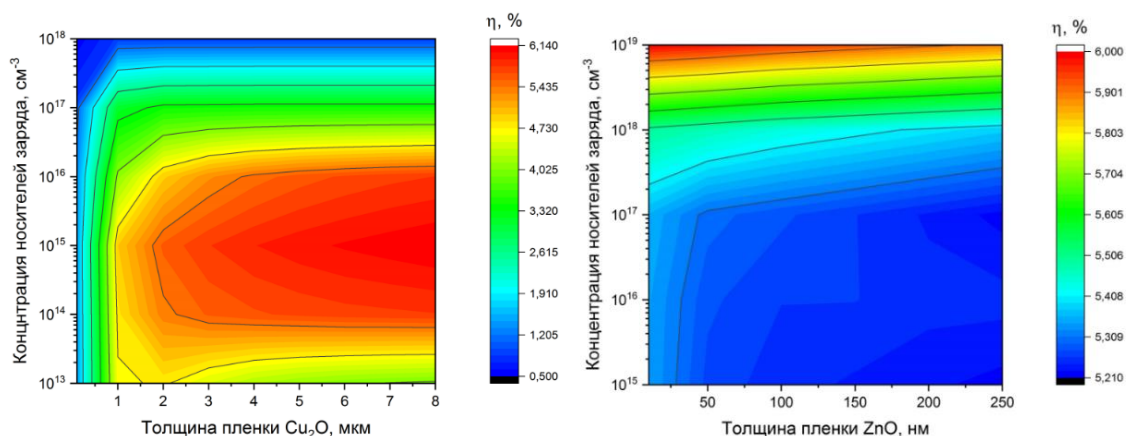


Рис. 1. Зависимости эффективности преобразования энергии от толщины и концентрации носителей заряда в пленках Cu₂O и ZnO

Таким образом, оптимальная концентрация носителей заряда в пленке Cu₂O составляет 10^{15} см⁻³, при этом в качестве оптимальной толщины выбрано значение 5 мкм, поскольку дальнейшее увеличение толщины на каждый 1 мкм приводит к возрастанию эффективности менее, чем на 0,1 %. В свою очередь, оптимальная концентрация носителей заряда в пленке ZnO составляет 10^{19} см⁻³, при этом толщина пленки ZnO должна быть минимальной и составлять до порядка 50 нм, поэтому в качестве оптимальной толщины выбрано значение 20 нм.

Для повышения эффективности преобразования энергии важным фактором также является величина смещения краев зон проводимости между ZnO и Cu₂O (рисунок 2).

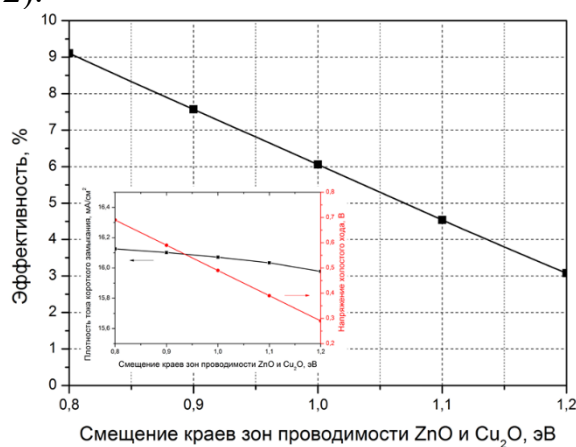


Рис. 2. Зависимость эффективности преобразования энергии от смещения краев зон проводимости Cu₂O и ZnO

Из рисунка 2 видно, что при возрастании величины смещения краев зон проводимости между ZnO и Cu₂O от 0,8 до 1,2 эВ (изменение электронного сродства ZnO от 4,0 до 4,4 эВ), эффективность преобразования энергии уменьшается за счет снижения контактной разности потенциалов (потенциального барьера для основных носителей заряда) на границе ZnO/Cu₂O и увеличения скорости рекомбинации [2].

В результате моделирования фотоэлектрической структуры ZnO/Cu₂O получена максимальная эффективность преобразования энергии 9,11 %, которая достигается при толщине и концентрации носителей заряда в пленке Cu₂O равной 5 мкм и 10¹⁵ см⁻³ и в пленке ZnO равной 20 нм и 10¹⁹ см⁻³ соответственно, а также величине смещения краев зон проводимости 0,8 эВ на границе ZnO/Cu₂O. Полученные результаты могут быть использованы при разработке и изготовлении недорогих и эффективных фотоэлектрических структур.

Литература

1. A. Lakshmanan, Zachariah C. Alex, S. R. Meher. Recent advances in cuprous oxide thin film based photovoltaics // *Materials Today Sustainability*, 20, 2022, 100244.
2. A. V. Saenko, G. E. Bilyk, V. A. Smirnov. Study of the Photovoltaic Parameters of Inorganic Solar Cells Based on Cu₂O and CuO // *Russian Microelectronics*, 2024, Vol. 53, No. 4, pp. 319–328.
3. A. V. Saenko, V. S. Klimin, A. A. Rozhko, S. P. Malyukov. Modeling the Structure of an Oxide Solar Cell // *Journal of Communications Technology and Electronics*, 67, 2022, S108–S114.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧИТЕЛЯ

Салмашова А. А., Кузнецова Е. М.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: salmashova@sfedu.ru

Искусственный интеллект (ИИ) становится неотъемлемой частью современного образовательного процесса, трансформируя традиционные методы преподавания и обучения.

Применение ИИ, позволяет повысить эффективность работы, индивидуализировать образовательный процесс и снизить рутинную нагрузку. Однако внедрение этих технологий требует не только технических навыков, но и понимания педагогических принципов их применения.

“В условиях стремительно развивающегося искусственного интеллекта школьникам и студентам становится настолько же важно знать принципы работы ИИ, как природу физических явлений или основы нашего государства”. [1] Значимость изучения принципов ИИ неоспорима. Многие аспекты, которые сегодня считаются обычными, еще десятилетие назад казались невозможными, включая автоматизированное создание статей, видеоматериалов и презентаций с использованием машинного обучения.

Рассмотрим основные возможности ИИ, которые помогут упростить работу учителя. Например, персонализация обучения, когда специализированные алгоритмы могут выявлять сильные и слабые стороны ученика и предлагать ему актуальные задания для устранения обнаруженных пробелов. Платформы онлайн образования, такие как Stepik и Яндекс Практикум, позволяют отслеживать задания, в которых учащиеся совершают ошибки и подготовить дополнительные задания для отработки и закрепления знаний. Такие рекомендации значительно облегчают процесс обучения и делают его более эффективным.

Следующей немаловажной возможностью для педагога будет автоматизация рутинных задач, ведь столько времени уходит на проверку тестов, составления отчетов по выполненным заданиям для анализа знаний учащихся. Так нейросеть Deepseek отлично справляется с данной функцией. При общении в чате с Deepseek можно загружать тесты и автоматически анализировать их, составлять конспекты занятий и проверочных работ. Это позволяет педагогам сосредоточиться на более важных аспектах учебного процесса.

ИИ также может способствовать созданию учебных материалов, таких как презентации к урокам и тестовые задания, а также планы занятий. В 2022 году был проведен опрос среди педагогов: “Сколько часов в день вы тратите на подготовку к уроку”. Опрос выявил, что 48% педагогов тратят от 2 часов в день на проверку домашнего задания, подготовку к уроку, поиску заданий для классной и внеклассной работы. Ещё 7 лет назад создавался проект “Цифровая школа”, который подразумевал разработку электронных платформ в помощь учителям. И вот сейчас существуют такие платформы, например, “Яндекс учебник”. В 2023 году в него был добавлен ИИ YandexGPT, который облегчает учителю не только подбор материала, но и его объяснение и подачу.

Федеральный закон “Об образовании в Российской Федерации” (№ 273-ФЗ от 29 декабря 2012 года) содержит несколько статей, которые подтверждают важность развития творческих способностей у учащихся. И именно ИИ может стать прекрасным компаньоном педагога для развития обучающихся. Огромное количество генераторов текста, презентаций, изображений и даже музыки. Смогут помочь ученикам создавать уникальные проекты и развивать творческое мышление.

Важной проблемой использования ИИ в образовании остается обучение педагогов данному ремеслу. Ведь прогресс не стоит на месте и учитель всё время находится в гонке. Именно поэтому сейчас создаются программы для обучения педагогов. Западно-Сибирский центр профессионального обучения создал курс: “Искусственный интеллект и нейросети в методической работе Педагога – 2025” [2].

Прекрасный курс, который включает основные аспекты для изучения. Однако цена обучения не очень демократична. А также в курсе скорее общие понятия для использования ИИ. Именно поэтому хотелось создать для педагогов такой курс, с помощью которого они смогут научиться создавать конкретные файлы для работы с детьми. Было важно научить не просто задавать промпт и смотреть на исход, а научить создавать планы, конспекты уроков. Показать, как те или иные средства, содержащие в себе ИИ могут быть полезны для конкретного педагога.

На начальных разработках в качестве целевой аудитории были рассмотрены именно педагоги информатики. По результатам опроса: “Используете ли вы ИИ для упрощения учебного процесса” учителей МБОУ Школы № 115, Гимназии № 117 и Школы № 60 было выяснено, что только 20% педагогов применяют в подготовке к уроку, проверке тестов и создании презентаций ИИ. В 2025 году это слишком маленький процент. Ведь педагог по информатике должен опережать учеников и доносить важность и опасность использования нейросетей, чатов GPT и прочих благ цифрового прогресса.

Актуальность исследования заключается методической проработке интеграций технологий ИИ в педагогическую практику, что позволит обеспечить баланс технологического прогресса и сохранением человекоцентрированного подхода в образовании.

В ходе анализа существующей литературы было выявлено, что курсы, по изучению искусственного интеллекта, в основном предлагаются высшими учебными заведениями или учреждениями дополнительного образования. При этом следует отметить, что специализированные образовательные программы, направленные на изучение нейронных сетей с целью оптимизации и автоматизации рутинных задач, выполняемых педагогами, в настоящее время отсутствуют. Это создает значительный пробел в образовательной практике, так как внедрение технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс может существенно повысить эффективность преподавания и снизить нагрузку на педагогов. Таким образом, необходимость разработки и внедрения подобных курсов представляется крайне актуальной.

В заключении хотелось бы ещё раз подчеркнуть важность овладения инструментами ИИ. Ведь автоматизация учебного процесса и некоторых рутинных задач приведет к облегчению жизни педагога, а также поможет сделать уроки более интересными.

Литература

1. Искусственный интеллект Российской Федерации : сайт. – URL: <https://ai.gov.ru/ai/education/> (дата обращения: 15.03.2025).
2. Западно-Сибирский центр профессионального обучения : сайт. – URL: <https://zscpo.ru/neiro#popup:infoblock> (дата обращения: 01.03.2025).

СРАВНЕНИЕ ТЕОРИИ И ЭКСПЕРИМЕНТА В АЭРОДИНАМИКЕ ТОНКОЙ ПЛАСТИНКИ С ВИНГЛЕТАМИ

Самсонов И. К.

АО «Роствертол»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: hazar7073@yandex.ru

Использование винглетов в конструкции летательных аппаратов самолётно́го типа давно распространено. Впервые концепт винглетов появился в [1]. Об эффективности винглетов можно узнать из [2, 3]. С 1979 по 1980 исследования Ричарда Уиткомба проверялись на военной версии реактивного самолёта Boeing 707, где результаты показали уменьшение потребления горючего на 6.5%. В наше время наиболее широко распространилась беспилотная авиация. Множество различных форм фюзеляжей, форм крыла и компоновок появилось благодаря доступности изготовления малогабаритных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В конструкции подобного рода БПЛА нашли своё применение и винглеты. Но не смотря на простоту изготовления опытных образцов БПЛА своевременно определение его характеристик позволяет повысить скорость внедрения наиболее удачного решения. На пути к этой цели была разработана математическая модель обтекания тонкой пластинки с винглетами [4]. Для данной модели на языке C++ была написана программа для расчёта подъёмной силы. Для проверки данной математической модели был проведён ряд натурных экспериментов в лаборатории кафедры «Теоретической и компьютерной гидроаэродинамики». Скорость набегающего потока составляла 11 м/с. Образцы для исследований представляют собой прямоугольные пластинки толщиной 2 мм, габаритами 16х5 см без винглетов и с винглетами высотой 2 см (см. рисунок 1).

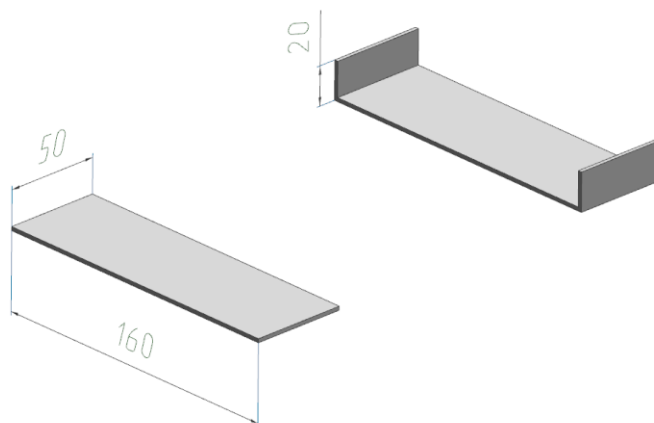


Рис. 1. Образцы пластинок с винглетами и без винглетов

Для наиболее точного сравнения, считаем, что обтекание пластинки внутри рабочей зоны аэродинамической трубы симметрично, тогда обтекание правого и левого винглета будет одинаковым. Тогда полная подъёмная сила вычисляется по формуле (1):

$$P = \iint_{S_w} \gamma_w(x, y) dx dy, \quad (1)$$

где γ_w – локальная подъёмная сила на поверхности пластинки.

Более подробная форма уравнения (1) в дискретном виде представлена в [5]. Для крыла, помимо подъёмной силы, является определяющим и лобовое сопротивление. Для простоты расчётов для определения ЛТХ крыла используют такие понятия как коэффициент подъёмной силы C_Y и коэффициент лобового сопротивления C_X . А отношение C_Y к C_X называют аэродинамическим качеством Q . Таким образом, гораздо проще подбирать оптимальные характеристики крыльев для тех или иных конструкций фюзеляжей.

В рамках данной работы на месте C_Y будет использоваться показатель подъёмной силы P напрямую. А взамен C_X – сумма индуктивного сопротивления D_{ind} и вязкого трения W . В итоге расчёт аэродинамического качества сводится к простой формуле:

В авиации наиболее распространено подъёмную силу рассматривать вместе с лобовым сопротивлением в рамках аэродинамического качества (2):

$$Q = \frac{P}{(D_{ind} + W)}, \quad (2)$$

где P – подъёмная сила, W – вязкое трение для ламинарного пограничного слоя в формуле Блазиуса [6] (3), D_{ind} – индуктивное сопротивление вычисляется как разность между проекцией подъёмной силы на направление потока и подсасывающей силой (4):

$$W = 1,328 \rho (2l) V_0^2 \sqrt{\frac{2 \alpha \nu_B}{V_0}} \quad (3)$$

$$D_{ind} = P \alpha_0, \quad (4)$$

где ν_B – кинематическая вязкость воздуха.

Сравнение между теоретическим аэродинамическим качеством и экспериментальными данными представлены в таблице 1. Графики полученных теоретических и экспериментальных данных представлены на рисунке 2.

Таблица 1

Данные по аэродинамическому качеству Q для пластинки
размером 16x5 см

α / град.	Эксперимент		Теория	
	без винглетов	с винглетами	без винглетов	с винглетами
2	3,44	3,75	6,34	5,94
4	5,57	6,04	7,62	7,32
6	5,88	6,26	6,87	6,7
8	5,43	5,59	5,87	5,78
10	4,63	4,81	5,02	4,97
12	3,76	4,02	4,35	4,32
14	3,13	3,45	3,82	3,8
16	2,8	3,05	3,39	3,38

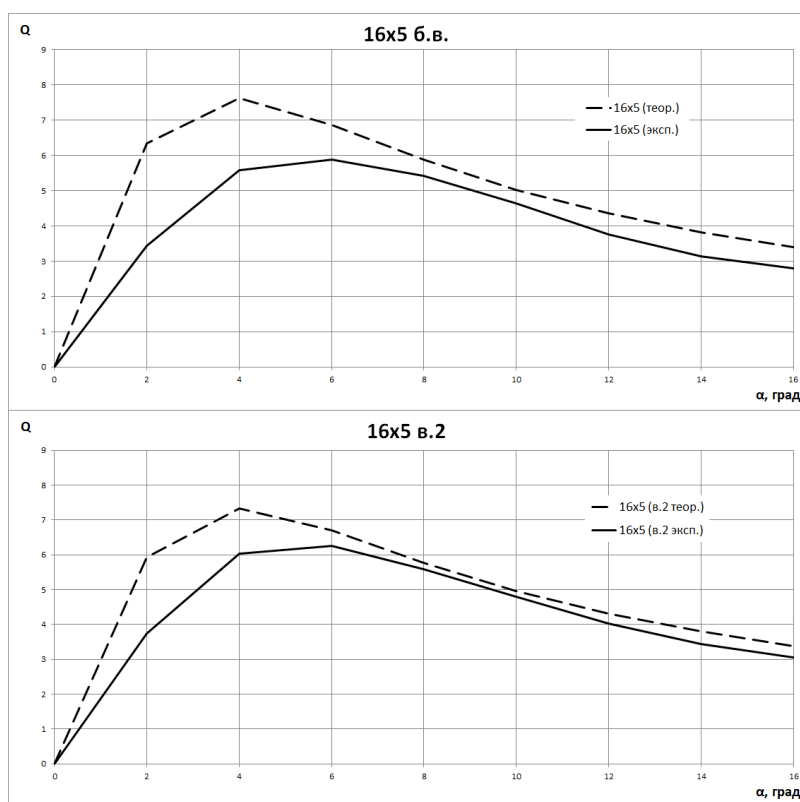


Рис. 2. График зависимости аэродинамического качества пластинок 16x5 см с винглетами и без винглетов, от угла атаки

Из вышеописанных данных видно, что экспериментальные данные довольно близко подходят к теоретическим. Особенно видно сближение на углах атаки от 8° и выше. Но при этом, экспериментальные графики, как в

случае с винглетами, так и без винглетов находятся ниже, чем теоретические. Связано это с тем, что в теории фигурирует абсолютно тонкая пластинка, в случае эксперимента использование абсолютно тонкой пластинки невозможно. Также стоит учесть, что в случае тонкой пластинки при обтекании присутствует подсасывающая сила, которая в случае пластинки ненулевой толщины, отсутствует. Плавный спад аэродинамического качества после угла атаки 4° говорит о том, что лобовое сопротивление с увеличением угла атаки растёт быстрее, чем подъёмная сила. Данное явление вполне соответствует реальности, поскольку даже для крыльев с аэродинамическим профилем аэродинамическое качество растёт до определённых углов атаки, а затем резко снижается. Также стоит отметить, что близость графиков теоретических и экспериментальных данных на углах атаки с 6° и выше говорит о том, что рассматриваемая математическая модель тонкого крыла с винглетами имеет хорошую точность относительно рассматриваемых экспериментальных данных. Поэтому применение данной математической модели позволит определить оптимальное соотношение размаха крыла к его хорде при использовании винглетов для малогабаритных БПЛА самолётного типа без использования натурных экспериментов (с использованием аэродинамической трубы) и полевых испытаний, что позволит уменьшить экономические затраты и ускорить внедрение новых компоновок БПЛА.

Автор признателен профессору Сумбатяну М. А. за внимание к работе.

Литература

1. *Joseph R. Chambers*. Concept to Reality // Contributions of the Langley Research Center to US Civil Aircraft of the 1990s. NASA Langley Research Center. p. 35. ISBN 1493656783.
2. *Alkhafaji A. J., Panatov G. S., Boldyrev A. S.* Numerical analysis and optimization of a winglet sweep angle and winglet tip chord for improvement of aircraft flight performance // *Diagnostyka*. 2022. Vol. 23, № 2. Article ID 2022210.
3. *Devenport W. J., Rife M. C., Liapis S. I., Gollin G. J.* The structure and development of a wing-tip vortex // *Journal of Fluid Mechanics*. 1996. Vol. 312. P. 67–106.
4. *Sumbatyan, M. A., Samsonov, I. K.* On the theory of thin lifting surface with winglets // *Mechanics Research Communications*. 2020. V. 109. Article ID 103519.
5. *Самсонов, И. К., Сумбатян, М. А.* О влиянии винглетов на аэродинамические свойства тонкого крыла. Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки, 2023, № 2, с. 38–47.
6. *Шлихтинг, Г.*, Теория пограничного слоя. Москва, Наука, 1974.

РЕАЛИЗАЦИЯ НАБОРА ШЕЙДЕРОВ ДЛЯ ИГРОВЫХ ПРОЕКТОВ ДЛЯ ДВИЖКА UNITY

Селина М. К., Демяненко Я. М.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: mselina@sfedu.ru, demyana@sfedu.ru

Шейдеры играют ключевую роль в разработке игр, обеспечивая создание реалистичных и стилизованных визуальных эффектов. Они представляют собой небольшие программы, выполняемые на графическом процессоре, которые определяют, как каждый пиксель или вершина будет отображаться на экране.

В рамках разрабатываемого набора шейдеров реализуются универсальные эффекты и материалы, подходящие для разных игровых проектов, которые используют встроенный конвейер рендеринга (BRP) в движке Unity [1]. При создании шейдеров используется технология ShaderLab и язык компьютерной графики HLSL, что дает полный контроль над процессом рендеринга [2].

Шейдер реализующий эффект стилизованной воды, с отображением разной глубины водоема через цвет, а также с кромкой в местах пересечения с другими объектами (рис. 1). Пользователь может настраивать цвет воды и кромки, количество пены, силу волн и их скорость. Главными особенностями шейдер является карта буфера глубины, она получается из камеры и позволяет рассчитать удалённость плоскости воды ото дна и других объектов [3]. Другая особенность – карта нормалей сцены, которая получается также из камеры для создания эффекта кромки.

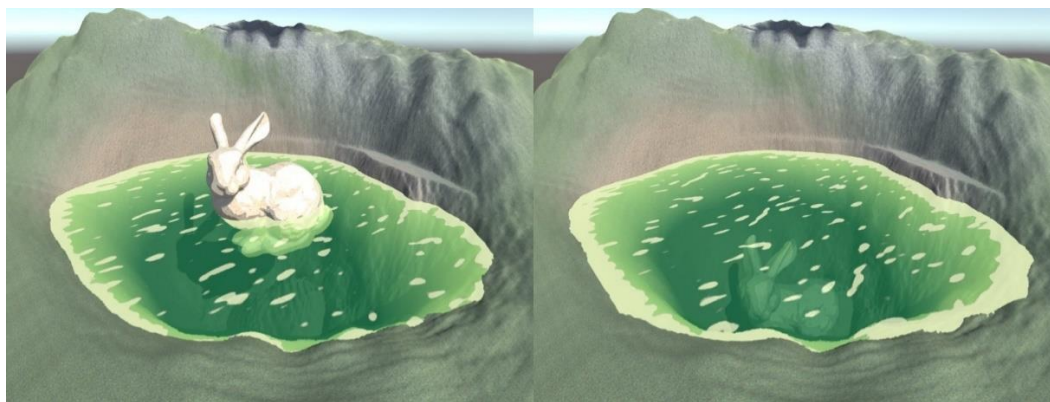


Рис. 1. Применение шейдера воды с демонстрацией движения волн и учетом удаленности объекта от поверхности

Шейдер, реализующий эффект текучей лавы, мерцающей с течением времени. Главные особенности – использование карты потока, которая в себе хранит направление, в котором будет смещен пиксель, что позволяет добиться плавной зацикленной анимации [4]. Другая особенность шейдера – карта свечения, которая определяет места, в которых материал будет светиться.

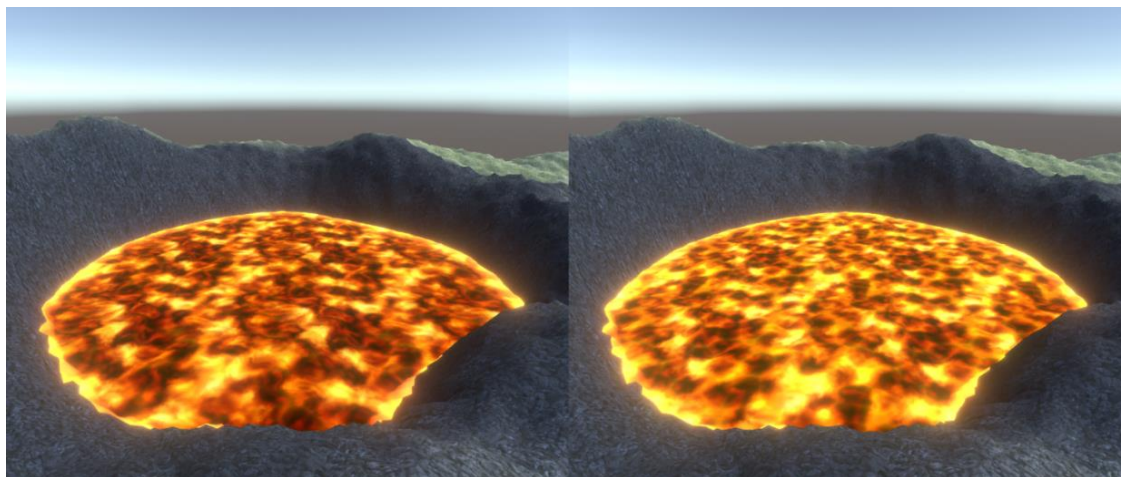


Рис. 2. Применение шейдера лавы с изменением интенсивности свечения

Для более реалистичного отображения лавы реализуется шейдер с эффектом раскаленного воздуха (рис. 3). Особенность данного шейдера – техника билборда, смысл которой заключается в том, что внутриигровые объекты представлены двумерными изображениями (спрайтами), нанесёнными на ограниченную плоскость [5]. В случае эффекта раскаленного воздуха в качестве спрайта будут выступать карта смещения, а также маска ограничивающая область искажения.

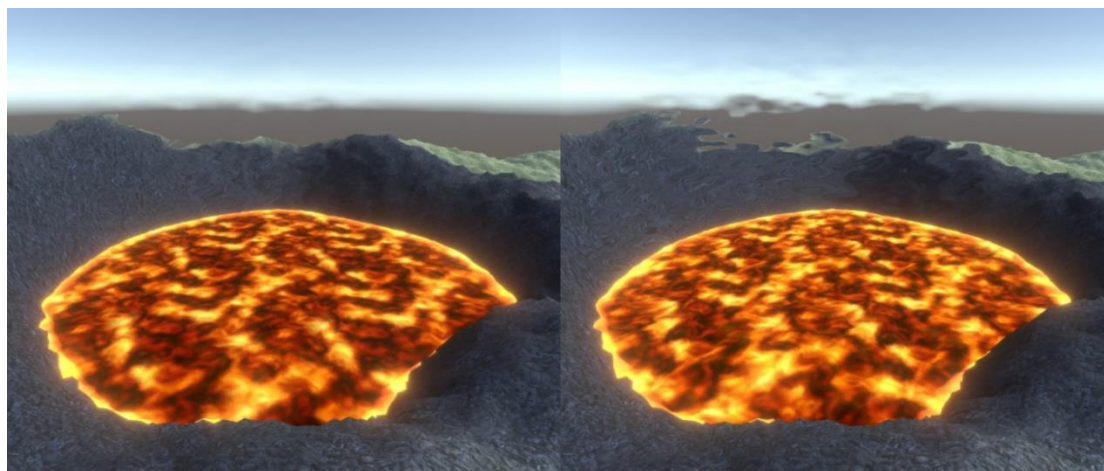


Рис. 3. Применение шейдера теплового искажения воздуха с демонстрацией изменения силы смещения

Шейдер реализующий материал льда, который обладает отражением, преломлением и способностью светиться изнутри, – и все это может настраивать пользователь (рис. 4). Главная особенность – задание касательного пространства, для работы с картой нормали, примененной к объекту, которая отвечает за направление преломления изображения за моделью.

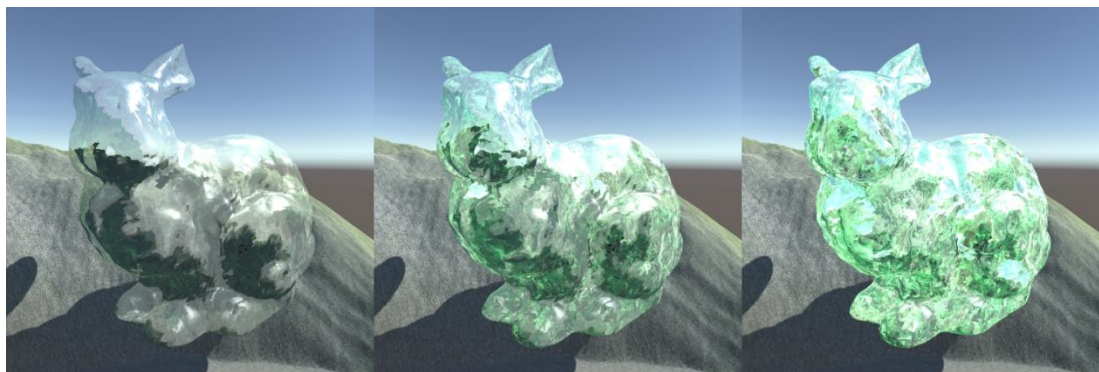


Рис. 4. Применение шейдера льда с демонстрацией изменения силы преломления и свечения

Следующий шейдер создает распространяющуюся по объектам сцены волну сканирования. Главная особенность – получение координат объектов сцены в мировом пространстве, так как экранные шейдеры не имеют доступа к позициям вершин объектов на сцене [6]. Для этого применяется обратное преобразования из пространства клипа в мировое пространство с использованием карты глубины.

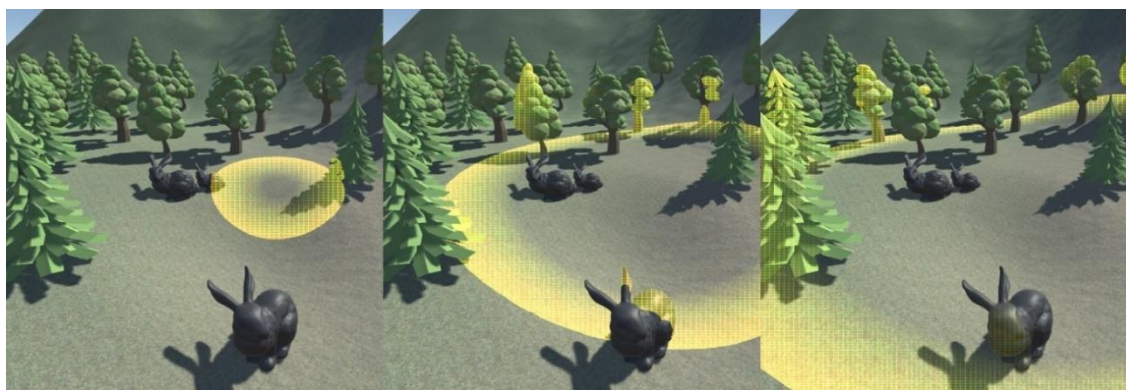


Рис. 5. Использование эффекта сканирование

В итоге, реализованные шейдеры создают набор универсальных эффектов и материалов, которые позволяют придать игровому проекту значительный визуальный интерес. Благодаря очень гибкой настройке каждого шейдера, разработчики и пользователи получают возможность изменять отображение в соответствии с собственным вкусом и предпочтениями. Это не

только делает игру более персонализированной, но и открывает широкие возможности для творческого выражения и экспериментов с разными стилями и эффектами.

Литература

1. Официальная документация Unity по встроенному конвейеру рендеринга URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/built-in-render-pipeline.html> (последнее обращение 14.03.2025).
2. Мануал по использованию ShaderLab URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/SL-Shader.html> (последнее обращение 14.03.2025).
3. Мануал по работе с камерой и текстурой буфера глубины URL: <https://docs.unity3d.com/2022.3/Documentation/Manual/SL-CameraDepthTexture.html> (последнее обращение 14.03.2025).
4. Статья про карты потоков, и особенности их реализации URL: <https://dtf.ru/gamedev/2299716-sheider-potochnogo-dvizheniya-ili-floumapping> (дата последнего обращения 14.03.2025).
5. Форум с обсуждением эффекта билборда URL: <https://gamedev.stackexchange.com/questions/194892/making-a-billboard-shader-in-unity> (дата последнего обращения 14.03.2025).
6. Форум с обсуждением получения координат вершин в мировом пространстве из пространства камеры URL: <https://forum.unity.com/threads/solved-clip-space-to-world-space-in-a-vertex-shader.531492/> (дата последнего обращения 14.03.2025).

ДИСКРЕТИЗАЦИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ КОНВЕКЦИИ НА ОСНОВЕ КОМПАКТНОЙ РАЗНОСТНОЙ СХЕМЫ

Селищев А. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: selishev@sfedu.ru

Для численного решения задач гидроаэродинамики эффективными являются компактные конечноразностные схемы, в которых повышение порядка точности достигается без введения дополнительных узлов, в разностных шаблонах [1]. В данной работе на примере одномерного уравнения Бюргерса демонстрируется один из вариантов вывода таких схем. Далее в работе исследуется фильтрационная конвекция Дарси, принадлежащая классу задач с косимметрией. Поэтому при численном исследовании важно сохранять дискретный аналог косимметрии.

Рассмотрим одномерное уравнение Бюргерса в общем виде

$$\dot{u} + uu_x = \varepsilon u_{xx}.$$

Запишем схему второго порядка точности

$$\dot{u}_j + u_j D_h u_j = \varepsilon \Lambda_h u_j,$$

$$D_h u_j = \frac{u_{j+1} - u_{j-1}}{2h}, \quad \Lambda_h u_j = \frac{u_{j+1} - 2u_j + u_{j-1}}{h^2}.$$

Раскладывая в ряд Тейлора, получим

$$\dot{u}_j + u_j D_h u_j - \varepsilon \Lambda_h u_j \approx (\dot{u} + uu_x - \varepsilon u_{xx})_j + \frac{h^2}{12} (2u_j (u_{xxx})_j - \varepsilon (u_{xxxx})_j).$$

Дифференцируя уравнение Бюргерса, получим

$$\varepsilon u_{xxx} = \dot{u}_x + u_x u_x + u u_{xx}, \quad \varepsilon u_{xxx} = \dot{u}_{xx} + 3u_x u_{xx} + u u_{xxx}.$$

Слагаемые в невязке можно заменить выражениями, содержащими только производные второго и первого порядка. Используя разностные аналоги, получим схему четвертого порядка вида

$$\frac{h^2}{12} M \dot{u}_j + \left(u_j D_h u_j + \frac{h^2}{12} N \right) = \varepsilon \Lambda_h u_j,$$

$$M = I + \frac{1}{\varepsilon} u_j D_h - \Lambda_h, \quad N = \frac{1}{\varepsilon} \left((D_h u_j)^2 + u_j^2 \Lambda_h u_j \right) - 3 D_h u_j \Lambda_h u_j.$$

Для интегрирования уравнения по времени используется метод Рунге-Кутты четвертого порядка. В качестве тестового примера решалась задача Коши с начальным условием $u(x, 0) = 2 \left(e^{\frac{x}{\varepsilon}} + 1 \right)^{-1}$. Эта задача имеет точное аналитическое решение вида

$$u(x, t) = \frac{2}{1 + e^{\frac{x-t}{\varepsilon}}}.$$

Расчет вёлся на интервале $[-20, 20]$, на границах которого задавались условия $u(-20, t) = 2$, $u(20, t) = 0$.

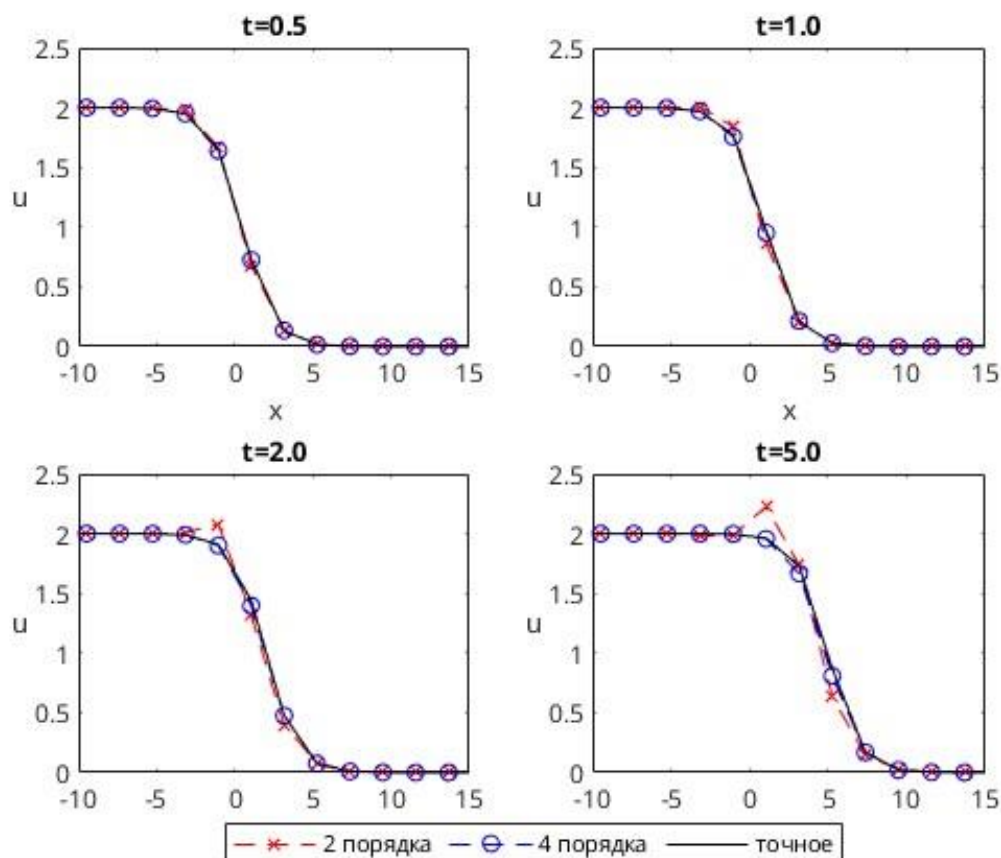


Рис. 1. Расчет схемой второго порядка точности и компактной схемой.
Количество разбиений 20, шаг по времени 0.01, $\varepsilon = 0.1$

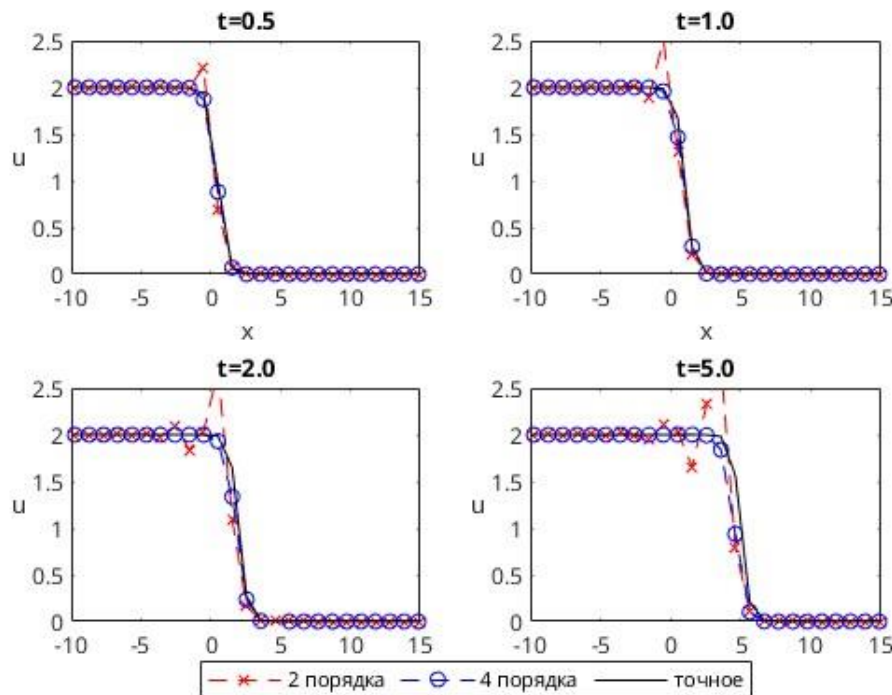


Рис. 2. Расчет схемой второго порядка точности и компактной схемой.
Количество разбиений 40, шаг по времени 0.01, $\varepsilon = 0.3$

Результаты расчета задачи компактной схемой и схемой второго порядка точности показаны на рис. 1–2. Графики наглядно демонстрируют превосходство компактной схемы в плане точности при длительном интегрировании по времени.

Рассмотрим прямоугольную пористую область $\Omega = [0, a] \times [0, b]$. Уравнения конвекции Дарси в переменных функции тока и отклонения температуры от поддерживаемого на границе линейного по высоте профиля имеют вид

$$\begin{aligned} 0 &= \Delta\psi - \theta_x, \\ \dot{\theta} &= \Delta\theta + \lambda\psi_x - J(\psi, \theta). \end{aligned}$$

Здесь λ – фильтрационное число Рэлея, $J(\psi, \theta) = \psi_x\theta_z - \psi_z\theta_x$ – якобиан. На границах области $\partial\Omega$ задается условие непротекания и линейный по высоте профиль температуры

$$\psi|_{\partial\Omega} = \theta|_{\partial\Omega} = 0.$$

Косимметрией задачи является вектор-функция $L = (\theta, -\psi)$. Исходная система уравнения ортогональна вектору L . В [2] доказано, что в силу этого свойства образуется однопараметрическое семейство стационарных состояний,

поэтому при численном исследовании важно сохранять косимметрию для дискретных аналогов.

При анализе возникновения конвекции решается спектральная задача для определения критических чисел Рэлея

$$\begin{aligned} 0 &= \Delta\psi - \theta_x, & \psi|_{\partial\Omega} &= 0, \\ 0 &= \Delta\theta + \lambda\psi_x, & \theta|_{\partial\Omega} &= 0. \end{aligned}$$

Компактная схема четвертого порядка точности, построенная способом аналогичным тому, который использовался при исследовании уравнения Бюргерса, имеет вид

$$\begin{aligned} 0 &= A\psi_i^j - B\theta_i^j - \lambda C\psi_i^j, \\ 0 &= A\theta_i^j + \lambda B\psi_i^j - \lambda C\theta_i^j, \end{aligned}$$

$$A = \Lambda_h + \Lambda_g + \frac{h^2 + g^2}{12} \Lambda_h \Lambda_g, \quad B = D_h + \frac{h^2 + g^2}{12} D_h \Lambda_g, \quad C = \frac{h^2}{12} \Lambda_h.$$

В [3] доказана лемма о том, что данная схема сохраняет косимметрию.

Сравнение результатов, получаемых при помощи компактной схемы и схемы второго порядка точности, представлено в таблице 1. Для оценивания точности использовалась формула расчета эффективного порядка точности при известном аналитическом решении

$$\eta_{eff} = \log_2 \frac{|\lambda_1^h - \lambda_1^{exact}|}{|\lambda_1^{h/2} - \lambda_1^{exact}|}.$$

Здесь $\lambda_1^h, \lambda_1^{h/2}$ – результаты расчетов на сетках с шагом h и $h/2$ соответственно. Вычисление эффективного порядка проводилась на сетках с одинаковым шагом по x и z .

Таблица 1

Погрешность и эффективный порядок первого критического числа Рэлея.

$$a = 1, b = 1.5, \lambda_1^{exact} = 57.0244.$$

Схема	Сетка	$\lambda_1 = \lambda_2$	$\frac{ \lambda_1^{calc} - \lambda_1^{exact} }{\lambda_1^{exact}}$	η_{eff}
2-го порядка	4×6	100.5951	0.7641	-
	8×12	64.7101	0.1348	2.503
	16×24	58.8078	0.0313	2.107
4-го порядка	4×6	57.3973	0.0065	-
	8×12	57.0474	0.0004	4.019
	16×24	57.0258	$2.455 \cdot 10^{-5}$	4.003

Расчет полной задачи также показал преимущества развитой компактной разностной схемы. В частности, при использовании схемы четвертого порядка, требовалось меньше времени для установления стационарного режима.

Литература

1. Толстых А. И. Компактные и мультиоператорные аппроксимации высокой точности для уравнений в частных производных. – М.: Наука, 2015. – 350 с.
2. Юдович В. И. Косимметрия, вырождение решений операторных уравнений, возникновение фильтрационной конвекции // Мат. Заметки. – 1991. – Т. 49, № 2. – С. 142–148.
3. Селищев А. А., Цибулин В. Г. Компактная разностная схема для анизотропной задачи конвекции Дарси // Компьютерные исследования и моделирование. – 2025. Т. 17, № 2 (в печати).

ПРОЦЕДУРНАЯ АНИМАЦИЯ В ИГРОВЫХ ДВИЖКАХ

Сеничев Л. М.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича

E-mail: senichevleonid@yandex.ru

Процедурная анимация – это метод создания динамических анимаций, при котором движения генерируются в реальном времени на основе заданных правил и параметров, в отличие от традиционного подхода с использованием заранее подготовленных ключевых кадров. Данная технология позволяет создавать движения персонажей, объектов и окружения, которые автоматически адаптируются к изменяющимся условиям игрового мира.

Одним из ключевых преимуществ процедурной анимации является её способность сокращать объём ручной работы аниматоров, автоматизируя процессы, такие как адаптация походки к рельефу, реакция на физические воздействия или создание сложных групповых анимаций. Современные игровые движки предоставляют инструменты для реализации подобных систем.

В данном докладе рассматривается процесс разработки процедурной анимации для игрового персонажа в Unreal Engine 5. Работа охватывает проектирование системы внутри среды игрового движка при помощи инструмента Control Rig и создание анимационной логики при помощи визуального языка программирования Blueprints. Доклад демонстрирует, как процедурные методы расширяют возможности техническим аниматорам, что особенно актуально в условиях растущих требований к интерактивности и реалистичности в проектах уровня AAA и в инди-сегменте игровой индустрии.

Практическая часть разработки включала следующие этапы:

- проектирование скелетной структуры персонажа и настройку Control Rig;
- создание процедурных анимаций для базовых движений (ходьба, бег);
- реализацию динамической адаптации походки к неровностям поверхности;

Результаты представлены в виде настраиваемых анимационных графов и компонентов, готовых для интеграции в игровые проекты.

Литература

1. Cooper, J. Video Game Animation Explained.
2. Lake, M. Technical Animation in Video Games.

МОДИФИКАЦИЯ БИБЛИОТЕКИ DAFNA ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ НУКЛЕОТИДНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ РЕАЛЬНЫХ ОЛИГОНУКЛЕОТИДОВ-ТРАНСФОРМЕРОВ

Слынько И. А., Юрушкин М. В., Бачурин С. С.
*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: islynko@sfedu.ru*

Неканонические структуры (НС) ДНК, такие как G-квадруплексы, i-мотивы, триплексы и шпильки, образуются в специфических физиологических условиях и отличаются от классической двойной спирали Уотсона-Крика. Эти структуры формируются за счет альтернативных типов водородных связей, включая связи Хугстина, и зависят от нуклеотидного состава, концентрации ионов и окружающей среды. Например, G-квадруплексы состоят из богатых гуанином последовательностей, формирующих стабильные четырехцепочечные структуры в присутствии ионов калия, тогда как i-мотивы стабилизируются в кислой среде за счет последовательностей, богатых цитозином. Образование таких структур играет важную роль в регуляции генома, репликации и транскрипции, влияя на процессы поддержания теломера и контроля экспрессии генов.

НС ДНК привлекли внимание исследователей благодаря их потенциалу в качестве терапевтических мишеней [1]. Стабилизация G-квадруплексов может ингибировать активность теломеразы в раковых клетках, что приводит к геномной нестабильности и их гибели. Структуры i-мотивы участвуют в регуляции онкогенов. Триплексы, как и шпильки, обладают дополнительным регуляторным потенциалом, функционируя как молекулярные переключатели в процессах метаболизма ДНК. Все неканонические структуры так или иначе позволяют тонко регулировать сложные молекулярно-биологические процессы в клетке. Исследование этих структур с помощью квантово-химических расчётов и молекулярно динамических симуляций позволяет понять их термодинамическую стабильность и взаимодействие с потенциальными лекарственными веществами. Эти знания способствуют разработке целенаправленной терапии онкологических и генетических заболеваний.

Многообещающей выглядит идея поиска последовательности нуклеотидов, которая могла бы собираться не в один вариант НС ДНК, а, в зависимости от условий внутри клетки, несколько. Получение такой последовательности, которую теоретики называли “Олигонуклеотидом-трансформером” [5], открыла бы широкое поле экспериментов в области тонких молекулярно-генетических процессов.

Пример строки ДНК, которая условно соответствует всем 4-м неканоническим основаниям приведена на рис. 1.

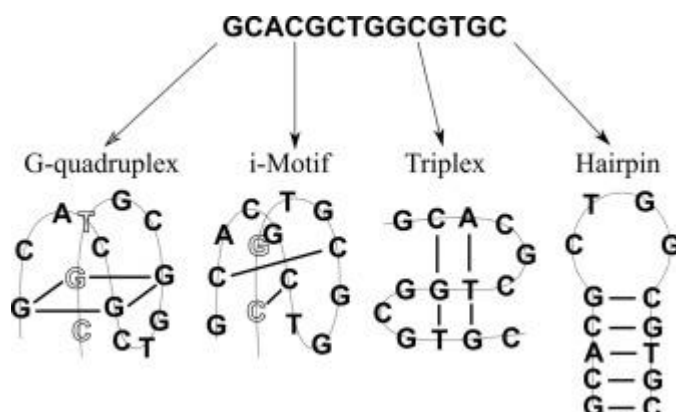


Рис. 1. Нуклеотидная последовательность ДНК (олигонуклеотид-трансформер), соответствующая всем 4-м неканоническим основаниям:
G-квадруплекс, i-мотив, триплекс и шпилька

В рамках работ [2, 3] мы разработали библиотеку DAFNA, предназначенную для анализа паттернов в нуклеотидных последовательностях и поиска соответствующих им строк минимальной длины. Для описания требований к последовательностям был создан специальный язык паттернов (Листинг. 1), являющийся обобщением регулярных выражений. Однако, в предыдущих версиях DAFNA были использованы паттерны без учета всех нюансов последовательностей нуклеотидов в НС ДНК. В настоящей работе был полностью пересмотрен формализм паттернов, а также изменена реализация поиска НС ДНК шпилька, что уменьшило время работы алгоритма и сделало возможным предсказание биологически корректных олигонуклеотидов-трансформеров. Теперь формализм паттернов позволяет точно формализовать ограничения исследователями и выражать их в виде удобном для последующих вычислений. С помощью разработанного языка стало возможно описывать минимальные строки, удовлетворяющие заданным условиям.

```
GQD = X* g{m} X{1}X* g{m} X{1}X* g{m} X{1}X* g{m} X*, m=[2:20]
IMT = X* c{a} X{1}X* c{b} X{2}X* c{a} X{1}X* c{b} X*, a=[2:20], b=[1:20]
HRP = X* a{a} X* t{t} X* c{c} X* g{g} X{3}X* c{g} X* g{c} X* a{t} X* t{a} X*, a=[1:], t=[1:], c=[1:], g=[1:]
TRP = X* (g{g} a{a}){m} X{3}X* (c{g} t{a}){m} X{3}X* (t{a} c{g}){m}, a=[1:20], g=[0:20], m=[1:20]
X = (a|c|g|t)
result = INTERSECT(GQD, IMT, HRP, TRP)
```

Листинг 1. Пример программы в языке DAFNA

Мы использовали методы теории конечных автоматов для поиска минимальной строки, удовлетворяющей нескольким формализованным паттернам одновременно. Сначала регулярные выражения преобразовывались в недетерминированные конечные автоматы, которые затем переводились в детерминированные конечные автоматы. Эти автоматы представляют собой графы состояний, позволяющие эффективно выполнять поиск минимальной строки. В библиотеке DAFNA на языке C++ реализованы высокопроизводительные алгоритмы пересечения и объединения конечных автоматов, а также их минимизации.

В рамках данной статьи были проведены эксперименты по поиску строк, удовлетворяющих заданным требованиям. В одном из экспериментов поиск минимальных строк, соответствующих заданным паттернам, занял 2.3 секунды. Всего было найдено 145 000 строк, из которых отобрано 200 кандидатов с максимальными значениями сил. Примеры полученных строк представлены на Рис. 2.

Строка	Сила G-квадруплеса	Сила i-мотива	Сила шпильки	Сила триплексов
tcaccggaccggccggccgg	2	1.5	2	4
tggaccaaccggccggccgg	2	2	2	3
tctccggaccggccggccgg	2	1.5	2	4
acaccggtccggccggccgg	2	1.5	2	4

Рис. 2. Примеры найденных строк с максимальными значениями сил

Особую сложность составляло не только выбор наиболее оптимального алгоритма, но и разработка правил кодификации паттернов последовательностей, однозначно отвечающих определенному пространственному строению. За последние несколько лет биологи получили больше информации о способности тех или иных НС ДНК образовываться из определенных нуклеотидных последовательностей, что позволило уточнить и расширить варианты паттернов для каждой НС ДНК. В результате был реализован такой алгоритм DAFNA, который учитывает структурные и биохимические особенности существования НС ДНК за счёт корректных паттернов. Приведенные примеры строк являются теми самыми олигонуклеотидами-трансформерами, которые были предсказаны в работе [5]. Результаты работы были применены для решения обратной задачи – поиска таких последовательностей в геноме человека, полная расшифровка которого закончилась в 2022 г.

Оказалось, что такие последовательности не встречаются в геноме человека, что вызвало еще больший интерес у исследователей, так как нет никаких явных противоречий на запрет существования каких-либо последовательностей нуклеотидов. Синтез *in vitro* и квантово-химические исследования обнаруженных структур возможно ответят на вопрос, почему такие последовательности за годы эволюции были нивелированы в геномах сложных организмов.

Литература

1. Bachurin S. S., Kletskii M. E., Burov O. N., Kurbatov S. V. Non-canonical DNA structures: Comparative quantum mechanical study // *Biophysical Chemistry*. – 2018. – Vol. 235. – P. 19–28. – ISSN 0301-4622. – DOI: 10.1016/j.bpc.2018.02.003.
2. Bachurin S. S., Yurushkin M. V., Slynko I. A., Kletskii M. E., Burov O. N., Berezovskiy D. P. Structural peculiarities of tandem repeats and their clinical significance // *Biochemical and Biophysical Research Communications*. – 2024. – Vol. 692. – Article ID 149349. – ISSN 0006-291X. – DOI: 10.1016/j.bbrc.2023.149349.
3. Yurushkin M. V., Gervich L. R., Bachurin S. S., Kletskii M. E. Detection of nucleotide sequences capable of forming non-canonical DNA structures: Application of automata theory // *Computational Biology and Chemistry*. – 2019. – Vol. 80. – P. 278–283. – ISSN 1476-9271. – DOI: 10.1016/j.compbiolchem.2019.04.009.
4. Сайт GitHub с исходными кодами DAFNA [Электронный ресурс] URL: <https://github.com/myurushkin/dfalib>.
5. Bachurin, S. S., Kletskii, M. E., Burov, O. N., Bibov, M. Yu., Dobaeva, N. M., & Berezovskiy, D. P. (2022). Oligonucleotides-transformers for molecular biology and nanoengineering. *Gene*, 820, 146277. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2022.146277>.

ПРОБЛЕМЫ СТРУКТУРИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАТОВ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Смагличенко А. В.¹, Смагличенко Т. А.²

¹ *Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского,
г. Симферополь*

² *ИПНГ РАН «Институт Проблем Нефти и Газа»,
г. Москва*

E-mail: losaeylin@gmail.com

Сейсмическая обработка и анализ являются важными компонентами исследования геофизических процессов, происходящих внутри Земли, таких как землетрясения, вулканическая активность и т.д. Обработка сейсмических данных позволяет визуализировать подземные процессы как для предотвращения риска различного рода разрушений, так и для обнаружения нефтегазоносных регионов. С 90-ых годов на функционирующих станциях России объем сейсмической информации увеличился за счет установки современного оборудования, привезенного зачастую с западных стран, а также разработанного отечественными производителями (например, известной компанией ZetLab). Управление и анализ такого обширного набора данных становятся сложной задачей для специалистов в области сейсмологии.

Один из основных подходов к хранению и обработке сейсмических данных на российских станциях заключается в использовании табличных форматов Excel (xlsx). Несмотря на то, что таблицы содержат необходимую информацию, полученную из временных рядов (записей сейсмограмм), а именно времена прибытия различных типов сейсмических волн для каждой станции, которая фиксирует событие, рассчитанные координаты сейсмических источников и т. д., использовать их трудно. Любой пользователь, включая занятого в учебном университетском процессе, не сможет реализовать операцию ввода данных в компьютерную программу, так как программа воспримет только текстовый формат. Поэтому перевод табличного формата в текстовый – первоочередная задача сейсмических центров по сбору информации. При переводе надо придерживаться формата общепринятого международного стандарта. Это означает, что сначала идет текстовая строка информации о событии (дата, координаты и т. д.) затем более детальная информация о наименовании сейсмических станциях и временах вступлений волн. В то же время важно отметить другую проблему: международные форматы не всегда совпадают, поэтому подстраиваться надо под формат страны, с которой возможно сотрудничество. Единый стандартизированный формат обсуждается в публикациях коллег (см, например, [1]).

Не стоит забывать, что объем сейсмических данных всё время продолжает расти, и хранение их может стать сложной задачей. С увеличением

объема данных в различных областях, отраслях промышленности и медицине [2], проблема их систематизации и организации хранения становится все более актуальной. Особенно это касается неструктурированных или условно структурированных данных, которые могут отличаться отсутствием определенного формата и содержать неизвестные элементы.

В данной работе рассмотрены проблемы обработки и анализа для обеспечения эффективного управления данными, на примере сейсмических данных Метеорологического Агентства Исландии и данных сейсмических станций Крыма, которые соответствуют формату Геофизической службы РАН. Такие алгоритмы могут быть применимы не только к сейсмическим данным, но и к информации из других областей науки.

В некоторых случаях, когда необходимы сложные запросы к данным, извлечение нужной информации из текстовых файлов или таблиц может быть затруднительно или требовать дополнительных усилий для настройки и выполнения запросов. Операции считывания данных зачастую могут превратиться в рутинный процесс, который в свою очередь не только отнимает большое количество времени, но и может закончиться неудачей, поскольку в неструктурированном формате хранения могут возникать различные баги и нестыковки формата, что приводит к ошибкам работы программы. Это происходит из-за того, что файлы такого типа более уязвимы для ошибок ввода-вывода и повреждения данных, чем некоторые другие типы баз данных. Например, при записи или чтении текстовых файлов возможны ошибки, которые могут привести к потере или перекрытию данных. Только в случае корректного форматирования и соответствующей структуры данные могут использоваться как входные данные для программ, осуществляющих решение многих геофизических и инженерных задач. Такие данные используются для определения структуры Земли, изучения глубинных образований, таких как залежи углеводородов или минералов, а также для прогнозирования геологических рисков, таких как землетрясения и оползни. Не менее важным является применение таких данных для анализа прочности и устойчивости строительных конструкций, мостов, туннелей и других инженерных сооружений. Это позволяет минимизировать риск разрушений в случае возникновения землетрясения или иной сейсмической активности.

Ключевым шагом при использовании данных сейсмических событий для решения подобных задач является объединение информации о каждом событии в одном файле. Часто системы хранения таких файлов создают подкаталоги, имена которых соответствуют дате каждого события (год, месяц, день). Это позволяет легко отслеживать информацию по времени происхождения сейсмических событий. При использовании такой системы хранения, в процессе обработки данных возникает потребность объединить информацию из сотен (тысяч) подкаталогов в один файл, сохраняя при этом хронологический порядок событий. Решение этой проблемы было найдено путем

разработки программного алгоритма, реализованного на языке C ++, с помощью которого были изменены имена всех файлов в соответствии с их датой. Затем с использованием библиотеки классов Boost эти файлы были интегрированы в единый файл данных, в котором сохранена правильная последовательность событий.

Следующим шагом в подготовке необходимого для дальнейшей обработки формата данных производится анализ полученного файла с целью идентификации содержимого для каждого сейсмического события (блока данных). При работе с большими наборами сейсмических данных, содержащих тысячи событий за длительные периоды времени, могут возникать проблемы с качеством данных. Системные ошибки (баги) или нераспознанные элементы в таких массивах негативно влияют на последующую обработку и анализ. Примером подобной ситуации может быть наличие некорректных или поврежденных записей в файле. Такие ошибки могут вызывать прерывание работы программы, предназначенной для обработки этих данных. Это происходит из-за того, что программа не способна правильно интерпретировать и обработать нераспознанные или поврежденные данные. На рисунке 1 представлен пример двух блоков сейсмических данных, зарегистрированных Метеорологическим Агентством Исландии. Из примера видно, что данные имеют условно структурированный вид, однако в едином файле данных не редко проявляются данные неизвестного характера (баги), отмеченные красным прямоугольником (рис. 1).

```

1027 0                                     ref. time: 220310 ref.group: 0
1028 origin time 95 01 09 22h 03m 6.4s +/- 0.07s ***
1029 latitude 63.984 +/- 0.007 deg. 0.km from n:o 1 ***
1030 longitude-20.735 +/- 0.009 ***
1031 focal depth 6.8 +/- 13.0 km ***
1032 Osta arr. time res. weight dist azi az. obs err
1033 sol s 22 03 10.65 -0.02 8.0 11.9 239.0 0.0 0.0 0.00
1034 sol p 22 03 8.79 0.02 81.6 11.9 239.0 0.0 0.0 0.00 p down
1035 sau s 22 03 11.90 0.15 7.3 15.7 87.5 0.0 0.0 0.00
1036 sau p 22 03 9.38 -0.01 76.7 15.7 87.5 0.0 0.0 0.00
1037 asm s 22 03 12.23 -0.09 6.9 17.8 160.4 0.0 0.0 0.00
1038 asm p 22 03 9.71 0.00 74.3 17.8 160.4 0.0 0.0 0.00 p up
1039 bja s 22 03 15.13 0.00 5.5 28.1 261.5 0.0 0.0 0.00
1040 Omodel: 1
1041 0.4357E-02 0.1185E-02 0.1982E-01 -0.3360E+00
1042 0.1185E-02 0.2052E+00 -0.2234E+00 -0.4336E+01
1043 0.1982E-01 -0.2234E+00 0.5728E+00 0.5466E+01
1044 -0.3360E+00 -0.4336E+01 0.5466E+01 0.1689E+03
1045
1046 0                                     ref. time: 074600 ref.group: 0
1047 origin time 95 01 10 07h 46m 10.1s +/- 0.40s ***
1048 latitude 63.921 +/- 0.026 deg. 0.km from n:o 1 ***
1049 longitude-20.349 +/- 0.033 ***
1050 focal depth 4.0 +/- 0.0 km ***
1051 Osta arr. time res. weight dist azi az. obs err
1052 sau p 07 46 11.96 -0.01 86.4 8.4 337.1 0.0 0.0 0.00 p up
1053 sau s 07 46 13.47 0.06 8.8 8.4 337.1 0.0 0.0 0.00
1054 hau s 07 46 16.64 -0.06 6.6 19.6 73.9 0.0 0.0 0.00
1055 hau p 07 46 13.84 0.01 72.3 19.6 73.9 0.0 0.0 0.00
1056 Omodel: 1

```

Рис. 1. Условно структурированный блок сейсмических данных события, зарегистрированного Метеорологическим Агентством Исландии

Критически важным процессом при работе с неструктурированными данными, является чтение, выборка и извлечение необходимой информации. Этот процесс, именуемый парсингом, представляет собой этап анализа и преобразования текстовой информации в структурированные данные, которые могут быть поняты и обработаны компьютерными программами. Следует заметить, что реализованный алгоритм парсинга состоит из множества различных функций, отвечающих за разные аспекты обработки данных, такие как чтение и запись, определение синтаксиса и структуры, извлечение информации и фильтрацию данных. Для последующей обработки также могут понадобиться различные замены текста, удаление лишних пробелов и знаков препинания. Также могут возникнуть ситуации, когда необходимо добавить ложные строки или элементы для корректного формата структуры данных.

Таким образом, после нескольких этапов обработки, были тщательно спроектированы и получены корректные структурированные данные, пригодные для последующего применения в решении конкретной задачи [3]. На рисунке 2 представлен пример уже корректных данных, включающих в себя информацию двух сейсмических событий.

```

0 ref. time: 035210 ref.group: 0 origin time 95 01 01 03h 52m 13.2s +/- 0.08s *** latitude 63.981 +/- 0.005 deg. 0.km from n:o 1 *** longitude -20.681
0sta arr. time res. weight dist azi az. obs err
sau p 03 52 15.82 -0.01 80.1 13.1 85.3 199.9 -65.7 0.00
sol p 03 52 16.01 0.01 78.7 14.1 246.1 38.7 -27.1 1.00
asm p 03 52 16.44 0.02 75.6 16.7 168.7 0.0 0.0 0.00 p up
bja p 99 99 99.99 9.99 99.9 99.9 999.9 9.9 9.9 9.99
hau p 99 99 99.99 9.99 99.9 99.9 999.9 9.9 9.9 9.99
hei p 03 52 19.48 0.01 56.7 36.5 312.3 0.0 0.0 0.00
model: 1
0 ref. time: 141850 ref.group: 0 origin time 95 01 01 14h 18m 44.1s +/- 0.15s *** latitude 63.923 +/- 0.015 deg. 0.km from n:o 1 *** longitude -21.244
0sta arr. time res. weight dist azi az. obs err
bja p 14 18 45.11 -0.01 93.4 3.9 312.4 0.0 0.0 0.00 p up
sol p 14 18 47.44 0.09 77.9 14.8 87.0 0.0 0.0 0.00
asm p 14 18 50.28 0.01 59.9 32.5 107.5 0.0 0.0 0.00 p up
sau p 14 18 51.48 -0.15 53.1 41.4 79.1 0.0 0.0 0.00
sau s 03 52 17.89 0.02 7.8 13.1 85.3 0.0 0.0 0.00
sol s 03 52 18.12 -0.06 7.6 14.1 246.1 0.0 0.0 0.00
asm s 03 52 18.83 -0.08 7.1 16.7 168.7 0.0 0.0 0.00
bja s 03 52 22.73 -0.05 5.2 30.8 263.1 0.0 0.0 0.00
hau s 03 52 23.99 0.02 4.8 35.1 91.9 0.0 0.0 0.00
hei s 03 52 24.32 -0.03 4.6 36.5 312.3 0.0 0.0 0.00
bja s 14 18 46.06 0.12 9.9 3.9 312.4 0.0 0.0 0.00
sol s 14 18 50.09 0.19 7.4 14.8 87.0 0.0 0.0 0.00
asm s 14 18 55.17 0.07 5.0 32.5 107.5 0.0 0.0 0.00
sau s 14 18 57.22 -0.30 4.2 41.4 79.1 0.0 0.0 0.00
model: 1

```

Рис. 2. Пример структурированных блоков сейсмических данных, зарегистрированных Метеорологическим Агентством Исландии

В качестве другого примера блока сейсмических данных, можно взять бюллетень сейсмического события, зарегистрированного на сейсмостанциях Крыма, которое имеет табличный формат. В данном случае уже отсутствует проблема объединения множества событий в единый файл данных, поскольку набор данных производится по декадам (4 месяца). Таким образом, сбор статистики за длительный период времени уже не является рутинной задачей. Однако при переводе табличных данных в текстовый вид уже можно увидеть отсутствие структурированного формата (рис. 3), что в свою очередь существенно усложняет процесс обработки.

Безусловно, часть данных, такие как координаты и время с высокой вероятностью можно корректно считать программами обработки, однако ясно прослеживается, что основные, критически важные параметры часто отображаются со сдвигом, что, несомненно, приведет к ошибкам программы.

Землетрясение № 94									
j= 43,97°N ± 0,01; l=33,34°E ± 0,02; h = 36 ± 1 км		j= 43,96°N; l=33,36°E; hf = 36 км		M = 02 58 47,0 (1); K _h = 5,7 ± 0,4 (3); K _d = 7,1 (1);		M = 02 58 47,6 ± 0,2; "			
2023	6	22	02	58	47,6	43,97	33,34	36	5,7 0,4 3
2023	6	22	02	58	47,6	43,97	33,34	36	5,7 0,4 3
2023	6	22	02	58	47,6	43,97	33,34	36	5,7 0,4 3
2023	6	22	02	58	47,6	43,97	33,34	36	5,7 0,4 3
2023	6	22	02	58	47,6	43,97	33,34	36	5,7 0,4 3
2023	6	22	02	58	47,6	43,97	33,34	36	5,7 0,4 3
2023	6	22	02	58	47,6	43,97	33,34	36	5,7 0,4 3
2023	6	22	02	58	47,6	43,97	33,34	36	5,7 0,4 3
2023	6	22	02	58	47,6	43,97	33,34	36	5,7 0,4 3
2023	6	22	02	58	47,6	43,97	33,34	36	5,7 0,4 3
Землетрясение № 95									
j= 44,01°N ± 0,03; l=33,38°E ± 0,02; h = 36 ± 2 км		j= 44,02°N; l=33,42°E; hf = 36 км		M = 02 59 39,4 ± 0,4 (3); K _h = 6,8 ± 0,4 (5); K _d = 7,9 (3);		M = 02 59 39,2 ± 0,3; Vp/Vs=1,70"			
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5
2023	6	22	02	59	39,2	44,01	33,38	36	6,8 0,4 5

Рис. 3. Пример неструктурированных табличных данных сейсмических событий, зарегистрированных на сейсмостанциях Крыма

Для преодоления подобных проблем необходимо провести предварительную подготовку данных. В таких вопросах могут помочь уже существующие стандартные решения, реализованные в виде надстроек для Microsoft Excel. Таким решением может быть инструмент Power Query [4], предназначенный для обработки больших объёмов данных и преобразования их в удобный вид для дальнейшей работы, а также инструмент Power Pivot предназначенный для систематизации и анализа различных данных. Во время последующего использования и обработки уже упорядоченных данных, их анализ и управление будут осуществляться с помощью индивидуального программного обеспечения, специально разработанного для выполнения алгоритмов парсинга, адаптированных под особенности структуры этих данных.

Теперь, когда данные имеют строгий формат и корректную структуру, значительно упрощается процесс заключительной обработки. В этом контексте выборка пригодных для дальнейших исследований сейсмических событий становится более эффективной и менее подверженной ошибкам. В зависимости от интереса исследователя, можно задать диапазон координат, охватывающий нужную территорию или регион. Также весомую роль играет выбор временного диапазона, который позволяет анализировать сейсмические данные, например, в определенный период сейсмической активности или когда произошло конкретное событие. При выборке сейсмических событий можно указать критерии качества данных, такие как максимально допустимая погрешность измерений. Это поможет избежать использования неточных и низкокачественных данных. Возможна также выборка по типам сейсмических событий (например, землетрясения, взрывы и т. д.), если это имеет значение для исследования.

С использованием корректных структурированных данных и специфических критериев фильтрации, процесс выборки и подготовки сейсмических событий к исследованию становится более точным, эффективным и адаптивным к конкретным задачам. Это позволяет глубже понять природу сейсмической активности и применить полученные знания для изучения структуры Земли и прогнозирования геологических рисков.

Работа выполнена в рамках государственного задания (тема № FZEG-2024-0016 и в рамках темы «Фундаментальный базис инновационных, цифровых технологий прогноза, поиска, разведки и освоения нефтегазовых ресурсов (фундаментальные, поисковые, прикладные, экономические и междисциплинарные исследования до 2030 года)» № 125021302095-2).

Литература

1. Dost B., Zednik J., Havskov J., Willemann R. J., Bormann P. Seismic Data Formats, Archival and Exchange // In: Bormann, P. (Ed.) / New Manual of Seismological Observatory Practice 2 (NMSOP-2). Potsdam: Deutsches Geo Forschungs Zentrum GFZ, 2012. P. 1–19.
2. Bao X. Y., Huang W. J., Zhang K., Jin M., Li Y., Niu C. Z. A customized method for information extraction from unstructured text data in the electronic medical records // Journal of Peking University. Health sciences. 2018. Vol. 50(2). P. 256–263.
3. Smaglichenko T. A., Bjarnason I. Th., Smaglichenko A. V., Jacoby W. R. Method to find the minimum 1-D linear gradient model for seismic tomography // Fundamenta Informaticae. 2016. Vol. 146(2). P. 211–217.
4. Сергиенко Н. С., Ткаченко А. Л., Хакки А. Интеллектуальный анализ данных с помощью системы Power Query при работе с SAP ERP // Аудит и финансовый анализ. 2022. № 6. С. 4–9.

ДВУХ ГРАДИЕНТНАЯ МИНИМАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ КАК ПРОДВИЖЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Смагличенко Т. А.¹, Смагличенко А. В.², Саянкина М. К.¹

¹ ИПНГ РАН «Институт Проблем Нефти и Газа»,

г. Москва

² Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского,

г. Симферополь

E-mail: tasmaglichr@gmail.com

В промышленности, экономике самым простыми инструментами для приближения облака экспериментальных точек являются линейные соотношения в виде уравнений, которые связывают данные эксперимента и соответствующие теоретические параметры. Однако рассчитанная разница между наблюдаемыми и теоретическими значениями часто смещена от нулевой линии, что говорит о недостатках предлагаемой линейной модели. Поэтому существует необходимость в разработке решений, которые способны построить минимальные модели, обеспечивающие лучшие несмещенные оценки.

Важно отметить востребованность подобных моделей в нефтегазовой отрасли. Так, например, самый сложный производственный процесс – инъеция воды в скважину для вытеснения нефти под давлением на поверхность требует учета количественных показателей объема выкачанной нефти при различных значениях параметра инъеции. Такой контроль необходим для снижения затрат, например, на Ростовском месторождении, на многих шельфовых месторождениях Западной Сибири, включая «Приобское», «Северное Короткое» и др. Модель представлена уравнением, связывающим измеренный объем выкачанной нефти с соответствующей теоретической частью, состоящей из некоторой постоянной величины плюс коэффициент линейного градиента, умноженный на объем закаченной воды. Это типичная одно градиентная модель, когда коэффициент линейного градиента – это теоретический параметр, который регулирует соответствие экспериментального замера вычисленной части. Случается, что статистический разброс разницы наблюдаемой и теоретической части достаточно большой, и тогда знание одного значения градиента недостаточно для надёжной несмещенной оценки, которая обеспечивается найденной моделью. Поэтому необходим поиск значения второго градиента для суммарного вклада в теоретическую часть уравнения.

Достаточно универсальный метод нахождения минимальной линейной одно градиентной модели разработан авторами данной статьи [1]. Метод был применен к сейсмическим данным времен вступлений продольных

волн от локальных событий, зарегистрированных в регионе, имеющих малые магнитуды [2, 3, 4, 5]. Одно градиентная модель записывается в следующем виде:

$$V(z) = V_0 + V_1 * z, \quad (1)$$

где $V(z)$ – скорость прохождения сейсмической волны, зависящая от глубины z , V_1 – коэффициент линейного градиента, V_0 – скорость на поверхности Земли.

Теоретическое время пробега волны рассчитывается по формуле [6]:

$$t_{\text{теор}} = \frac{1}{V_1} \ln \frac{(V_0 + V_1 z^{\text{источник}})(1 + \cos \theta)}{(V_0 + V_1 z^{\text{приемник}})(1 + \cos \theta_1)}, \quad (2)$$

где θ_1 и θ – углы выхода сейсмического луча к источнику и приемнику, соответственно; $z^{\text{источник}}$ и $z^{\text{приемник}}$ – глубины, на которых расположены источник и приемник сейсмического события.

Если множество точек разницы между наблюдаемыми временами пробега волн и рассчитанными по формуле (2) теоретическими значениями размещено вокруг нулевой оси, то модель минимальна. Однако на практике такого не бывает. Только благодаря применению разработанного метода, описанного в [1], построение оптимальной модели возможно. Рисунок 1 иллюстрирует найденную минимальную одно градиентную модель для района северо-востока Исландии, где в окрестностях реки Тьерза произошло землетрясение магнитудой 6.5 (эпицентр обозначен красным кругом). События с малой магнитудой последовали после него и были использованы в расчетах. Эпицентры обозначены белыми точками. Распределение точек разницы между теоретическими и наблюдаемыми численными значениями показаны в левой части рисунка. Найденная модель скорректировала распределение исходного облака точек вокруг нулевой оси с приемлемыми статистическими показателями mean (среднее арифметическое значение) и std (среднеквадратичное значение).

Однако на практике часто случается, что существует разрыв скорости на определенной глубине $z_{\text{граничное}}$ в связи с изменением неоднородного строения, и тогда возникает необходимость в построении двухмерной минимальной модели.

Тогда модель характеризуется параметрами первого градиента V_0 и V_1 до глубины разрыва и параметрами второго градиента $\widetilde{V}_0$ и $\widetilde{V}_1$ после этой глубины и глубже.

Район реки Тьёрза (северо-восток Исландии)

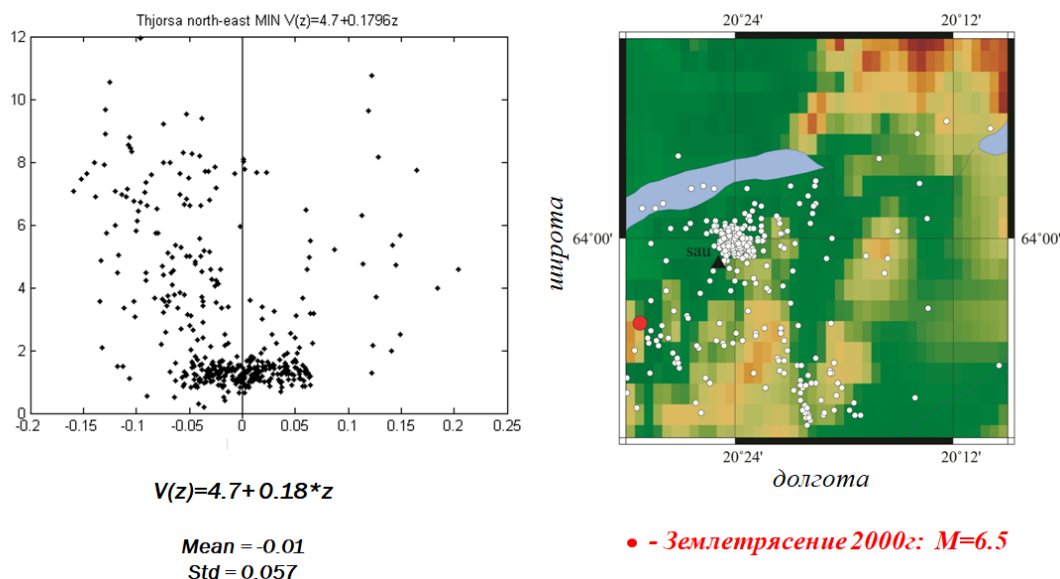


Рис. 1. Вычисленная минимальная одно градиентная модель $V(z)=4.7+0.18*z$ для района землетрясения 2000 г. на северо-востоке Исландии. Иллюстрация конечного результата слева. Данные эпицентров сейсмических событий изображены на карте рельефа белыми точками справа

В настоящей работе мы впервые определяем двух градиентную скоростную модель, формулируем постановку задачи для ее минимизации. Двух градиентная модель включает следующие слагаемые:

$$V(z) = V_0 + V_1 * z + \widetilde{V}_0 + \widetilde{V}_1 * z \quad (3)$$

где $V(z)$ – скорость прохождения сейсмической волны, зависящая от глубины z , V_1 – коэффициент первого градиента, V_0 – скорость на поверхности Земли, $\widetilde{V}_0$ – скорость в слое второго градиента на глубине разрыва, $\widetilde{V}_1$ – коэффициент второго градиента модели. Теоретическое время прохождения волны складывается из суммы теоретического времени в слое первого градиента и теоретического времени глубже в слое второго градиента. Задача формулируется следующим образом: найти параметры V_0 , V_1 , $\widetilde{V}_0$, $\widetilde{V}_1$, обеспечивающие лучшую несмещенную оценку разницы между наблюдаемыми и теоретическими значениями.

Работа выполнена в рамках государственного задания (тема «Фундаментальный базис инновационных, цифровых технологий прогноза, поиска, разведки и освоения нефтегазовых ресурсов (фундаментальные, поисковые, прикладные, экономические и междисциплинарные исследования до 2030 года)» № 125021302095-2, и в рамках темы № FZEG-2024-0016).

Литература

1. Smaglichenko T. A., Bjarnason I. Th., Smaglichenko A. V., Jacoby W. R. Method to find the minimum 1-D linear gradient model for seismic tomography // *Fundamenta Informaticae*. 2016. Vol. 146(2). P. 211–217.
2. Smaglichenko T. A., Smaglichenko A. V., Zelinka I., Chigarev B. Seismic attractor can assist in finding of geothermal area? // *International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems*. 2018. Vol. 33(5). P. 503–512.
3. Смагличенко Т. А., Смагличенко А. В., Саянкина М. К., Чигарев Б. Н. Одномерные скоростные модели по данным локальных землетрясений при равных условиях эксперимента [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа. 2018. Вып. 1(20). Режим доступа: http://oil-gasjournal.ru/issue_20/smaglichenko.html. свободный. Загл. с экрана. DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2018-20.art35.
4. Smaglichenko T. A., Sokolova N. V., Smaglichenko A. V., Genkin A. L., Sayankina M. K. Gradient Models of Geological Medium to Safety of Large-Scale Fuel-Energy Systems // *Proceedings of 2019 Eleventh International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD)*. Moscow (October 2019 г.). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2019. Id. 8911061. DOI:10.1109/MLSD.2019.8911061.
5. Смагличенко Т. А., Смагличенко А. В., Саянкина М. К. Вычисления по Тейлору: одномерная сейсмическая модель ледникового района выброса метана // *Информационные технологии и вычислительные системы*. 2023. Вып. 3. С.62–69. DOI:10.14357/20718632230307.
6. Antonova L., Matveeva N. Wave Kinematics in Three Dimensional Block Gradient Medium // *Questions of Dynamic Theory of Seismic Wave Propagation*. Leningrad: Nauka, 1975. P. 78–88.

ВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ ТЕКСТА ДАТЫ ИСПОЛНЕНИЯ ДОКУМЕНТА МЕТОДАМИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Сударкина Д. А.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: dsudarkina@sfedu.ru*

Искусственные нейронные сети (ИНС) стали мощными инструментами для извлечения ценной информации из неструктурированных текстовых данных. Подражая способностям человеческого мозга к обучению и адаптации, нейросети способны обрабатывать большие объемы текстовых данных и выявлять закономерности, которые могут быть нелегко обнаружить традиционными методами. В области анализа документов ИНС предлагают многообещающий подход к автоматическому извлечению важной информации, например, даты выполнения документов, фамилий, имен.

Объектом исследования являются методы на основе нейронных сетей для анализа текста и выделения даты в документах. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Изучить теоретический материал про обучение глубинных нейронных сетей и их особенности в обработке естественного языка;
- Изучить документацию выбранных библиотек;
- Разработать реализацию линейных и нелинейных методов;
- Сравнить точность и другие показатели качества реализованных нейронных моделей.

Обработка текста и распознавание дат являются важнейшими компонентами при извлечении информации из документов с помощью искусственных нейронных сетей. Также она включает в себя разбиение входного текста на более мелкие и управляемые блоки для анализа. Это может включать в себя токенизацию, выделение корней и удаление стоп-слов для повышения точности алгоритмов распознавания дат.

Сочетая эффективные методы обработки текста с надежными алгоритмами распознавания дат, нейронные сети могут извлекать даты выполнения документов из различных текстовых источников различных форматов.

МЕТОД ГРАНИЧНЫХ УРАВНЕНИЙ В ПРОБЛЕМЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ ДЛЯ МНОГОУГОЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Сумбатян М. А., Титаренко Е. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: masumbatyan@sfedu.ru, evtitarenko@sfedu.ru

Хорошее звучание в малых и средних студиях может быть достигнуто путем обеспечения достаточно равномерного распределения собственных частот в низкочастотном диапазоне. Начиная с пятидесятих годов прошлого века было признано, что этого можно достичь путем определенного наклона некоторых граничных плоскостей [1, 2], поскольку это гарантирует отсутствие осевых и касательных мод [3].

Наиболее негативное влияние на восприятие звука в случае небольших помещений связано с осевыми модами, которые в больших помещениях слышны как «порхающее эхо» – явление периодически повторяющегося отражения звука между двумя параллельными стенами, воспринимаемого слушателем в определенном фиксированном положении [1]. В ряде классических руководств и монографий, а также во многих работах, опубликованных в журналах, подчеркивается, что раздвигание стен может уменьшить явление «порхающего эха». Подробное исследование этого явления было проведено Бонелло [4], который установил два критерия на основе информации о собственных частотах для хорошего звучания в малых и средних помещениях.

В данной работе рассматривается метод нахождения собственных частот в двумерной области на основе анализа обусловленности матрицы системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), полученной в процессе дискретизации граничного интегрального уравнения (ГИУ) для стационарного волнового уравнения.

Рассмотрим уравнение Гельмгольца с однородным граничным условием Неймана в случае жестких границ [5]:

$$\Delta p + k^2 p = 0, \quad \Delta = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2}, \quad \frac{\partial p}{\partial n} \Big|_l = 0, \quad p = p_0 + p^{sc} \quad (1)$$

где p – давление, $k = \omega/c$ – волновое число, c – скорость распространения волны, ω – угловая частота, l – замкнутый контур, p^{sc} – рассеянное волновое поле, $p_0 = H_0^{(1)}(kr_0)$ – волновое поле точечного источника x_0 , $r_0 = |x - x_0| = \sqrt{(x_1 - x_1^0)^2 + (x_2 - x_2^0)^2}$.

В случае частот, отличных от собственных, задача (1) эквивалентна следующему ГИУ [6]:

$$\begin{aligned} \frac{p(x)}{2} - \int_l \frac{\partial G(y, x)}{\partial n_y} p(y) dl_y &= p_0(x), \quad x \in l, \\ G(y, x) &= \frac{i}{4} H_0^{(1)}(kr), \\ r &= |y - x| = \sqrt{(y_1 - x_1)^2 + (y_2 - x_2)^2} \end{aligned} \quad (2)$$

в том смысле, что существует единственное решение ГИУ (2), которое дает решение (1) в форме

$$p^{sc}(x) = \int_l \frac{\partial G(y, x)}{\partial n_y} p(y) dl_y, \quad x \in l \quad (3)$$

В (2) и (3) n_y – нормаль, направленная внутрь области, ограниченной контуром l , dl_y – элементарная длина в окрестности граничной точки $y \in l$.

Стоит отметить, что коэффициент у свободного члена в (2) равен $1/2$ только в случае, когда точка x находится на гладкой части контура l . В случае, когда точка x совпадает с одним из углов на контуре l коэффициент при свободном члене зависит от величины соответствующего угла [7, 8].

Перепишем (2) с учетом

$$\frac{\partial G}{\partial n_y} = \frac{\partial G}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial n_y}, \quad \frac{\partial G}{\partial r} = -\frac{ik}{4} H_1^{(1)}(kr), \quad \frac{\partial r}{\partial n_y} = \frac{(\bar{r} \cdot \bar{n}_y)}{r} \quad (4)$$

в следующую форму

$$\begin{aligned} \frac{p(x)}{2} - \int_l K(y, x) p(y) dl_y &= F(x), \quad x \in l, \\ K(y, x) &= \frac{ik}{4} H_1^{(1)}(kr) \frac{(\bar{r} \cdot \bar{n}_y)}{r}, \quad F(x) = p_0(x), \\ \bar{r} &= y - x \end{aligned} \quad (5)$$

Воспользуемся методом коллокации [9]. Для этого разобьем каждую сторону области на N отрезков одинаковой длины h . Разместим N узлов y_j , $j = 1, \dots, N$ в середине данных отрезков, это гарантирует нам, что узлы не попадут в углы рассматриваемой области. В данном случае в уравнениях (2) и (5) коэффициент при свободном члене остается равным $1/2$ для любого рассматриваемого узла.

Введем в (5) $x = y_m \in l$, ($m = 1, \dots, N$) и представим интеграл по контуру l как сумму интегралов на интервалах длины h :

$$\int_l K(y, y_m) p(y) dl_y = \sum_{j=1}^N \int_{a_j}^{b_j} K(y, y_m) p(y) dl_y \approx \sum_{j=1}^N b_{mj} p(y_j), \quad (6)$$

$$b_{mj} \approx \frac{h}{6} [K(a_j, y_m) + 4K(y_j, y_m) + K(b_j, y_m)].$$

В (6) для численного интегрирования была использована формула Симпсона. Подставив (6) в (5), получаем СЛАУ.

Решение получившейся СЛАУ существует и единственно тогда, когда существует ГИУ (2), т. е. в случае несобственных частот. Таким образом, собственные частоты относятся к тем случаям, когда матрица СЛАУ вырождена, например, когда число обусловленности бесконечно (на практике – достаточно большое). Поэтому, для нахождения собственных частот достаточно пройти по частотам с некоторым шагом, например, 0.1, вычисляя каждый раз число обусловленности получившейся матрицы, и учитывать только те интервалы, где число обусловленности имеет выраженный максимум.

Для приблизительной оценки можно использовать малое количество разбиений рассматриваемого контура, что позволяет ускорить вычисления. Для более точных вычислений необходимо увеличивать количество разбиений контура и шага по рассматриваемому интервалу частот. В авторской программе на языке C++, результаты которой приведены ниже, для вычисления числа обусловленности используется метод Гаусса. Для визуализации результатов используется библиотека matplotlib для языка программирования Python.

В качестве тестового примера рассмотрим прямоугольную комнату со сторонами $a \times b$ ($a = 8\text{м}$, $b = 5\text{м}$). В данном случае собственные частоты можно найти явно [5]:

$$f_{\alpha\beta} = \frac{ck_{\alpha\beta}}{2\pi}, \quad k_{\alpha\beta} = \pi \sqrt{\left(\frac{\alpha}{a}\right)^2 + \left(\frac{\beta}{b}\right)^2}, \quad (\alpha, \beta = 0, 1, 2, \dots) \quad (7)$$

Авторская реализация метода производила расчеты в случае $N = 260$, и в диапазоне частот от 20 Гц до 202 Гц с шагом 0.001. Визуализацию результата работы программы можно увидеть на рисунке 1, где изображена зависимость числа обусловленности в логарифмическом масштабе. Острые пики, соответствующие большим собственным числам, совпадают с собственными числами, найденными по формуле (7) и отображенными на графике вертикальными пунктирными линиями.

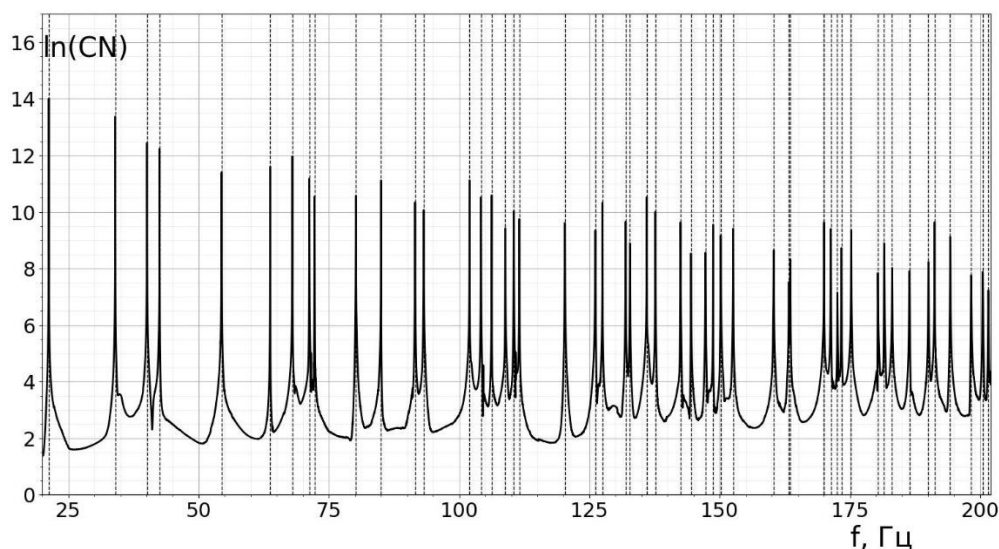


Рис. 1. Визуализация результата работы метода

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что предложенный метод позволяет с высокой точностью найти собственные частоты внутри двумерной трапециевидной области.

Данное исследование поддержано Российским научным фондом (РНФ), проект № 25-21-00139, выполняется в Южном федеральном университете.

Литература

1. Sumbatyan M. A., Lannie M. Y., Zampoli V. A fast Galerkin-based method for eigenfrequencies in acoustics of small rooms with slanted boundary planes // *Journal of Sound and Vibration*. – 2016. – Т. 367. – С. 101–113.
2. Everest F. A. *Master handbook of acoustics*. – 2022.
3. Newell P. *Recording studio design*. – Routledge, 2017.
4. Bonello O. J. A new criterion for the distribution of normal room modes // *Journal of the Audio Engineering Society*. – 1981. – Т. 29. – №. 9. – С. 597–606.
5. Pierce A. D. *Acoustics: an introduction to its physical principles and applications*. – Springer, 2019.
6. Colton D., Kress R. *Integral equation methods in scattering theory*. – Society for Industrial and Applied Mathematics, 2013.
7. Brebbia C. A., Telles J. C. F., Wrobel L. C. *Boundary element techniques: theory and applications in engineering*. – Springer Science & Business Media, 2012.
8. Banerjee P. K., Butterfield R. *Boundary element methods in engineering science*. – 1981.
9. Sumbatyan M. A., Scalia A. *Equations of mathematical diffraction theory*. – CRC Press, 2004.

О ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ МНОГОСЛОЙНЫМИ УПРУГО-АКУСТИЧЕСКИМИ СТРУКТУРАМИ, ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Сумбатян М. А., Черникова М. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: masumbatyan@sfnedu.ru, machernikova@sfnedu.ru

Целью данной работы является построение явных аналитических решений для коэффициента прохождения (коэффициент прозрачности [1–3]) волны через среду с произвольным числом акустических слоев в задаче звукоизоляции на сверхнизких частотах. При этом рассматривается случай прохождения плоской волны с направлением распространения, ортогональным к границам слоев.

На рис. 1 изображена конструкция, состоящая из параллельных друг другу вертикальных акустических слоев, соединенных между собой по вертикальным граничным линиям.

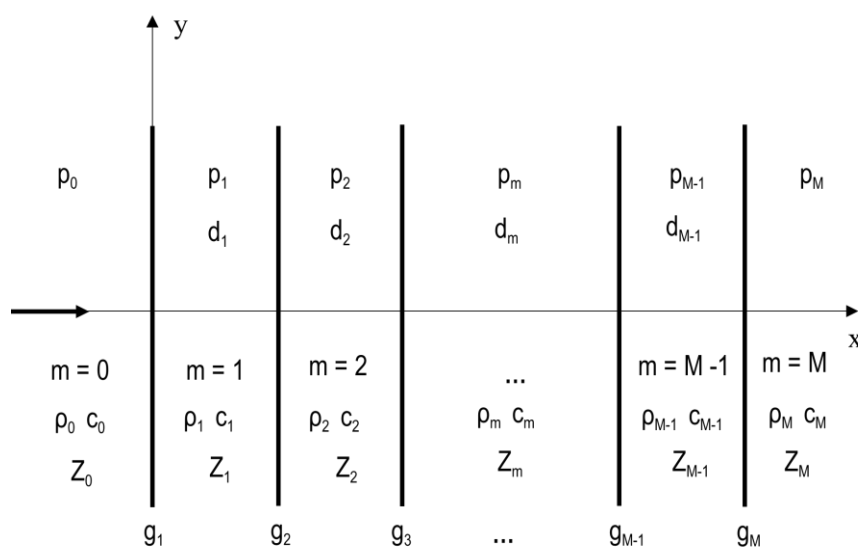


Рис. 1. Прохождение плоской акустической волны через многослойную среду

Всего различных слоев $N = M - 1$ при $m = 1, \dots, N$. Будем считать волновой процесс гармоническим во времени. В принятой здесь системе обозначений общее число геометрических областей, содержащих однородные акустические материалы, равно $N + 2 = M + 1$ (с номерами $m = 0, \dots, M$). Параметры задачи: массовые плотности всех сред ρ_m , $m = 0, \dots, M$; скорости

распространения звука в этих средах c_m , $m=0, \dots, M$; толщина каждого слоя d_m , $m=1, \dots, N$. Через массовую плотность и скорость определяются акустические импедансы всех сред: $Z_m = \rho_m c_m$, $m=0, \dots, M$. Через скорость звука определяются волновые числа: $k_m = \omega / c_m$, $m=0, \dots, M$. При этом $\rho_M = \rho_0$, $c_M = c_0$, $Z_M = Z_0$, $k_M = k_0$.

Волновое уравнение в любой из областей для гармонического по времени процесса является уравнением Гельмгольца [1], которое в данной одномерной задаче сводится к обыкновенному дифференциальному уравнению для акустического давления. Амплитуда давления в падающей волне принимается равной единице, а коэффициенты отражения R и прохождения T – некоторые неизвестные постоянные.

Пусть левая и правая границы m -го слоя имеют координаты соответственно $x = x_{m-1}$ и $x = x_m$, ($m=1, \dots, N$). При этом, очевидно, что $x_0 = 0$ и $x_N = H$. Тогда структура решения внутри m -го слоя может быть представлена в виде

$$p_m(x) = A_m \cos[k_m(x - x_{m-1})] + B_m \cos[k_m(x - x_m)], \quad (x_{m-1} \leq x \leq x_m) \quad (1)$$

где A_m и B_m – неизвестные постоянные.

Неизвестные константы должны быть найдены из граничных условий. Используя связь между вектором скорости и градиентом давления, приходим к следующим соотношениям:

$$\begin{aligned} x=0: p_0 &= p_1, \quad \sim \quad 1+R = A_1 + B_1 \cos(k_1 d_1), \\ x=0: \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_0}{\partial x} &= \frac{1}{\rho_1} \frac{\partial p_1}{\partial x} = g_1, \quad \sim \quad \frac{i(1-R)}{Z_0} = \frac{B_1}{Z_1} \sin(k_1 d_1) = g_1 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} x=x_{m-1}: p_{m-1} &= p_m, \quad \sim \\ \sim A_{m-1} \cos(k_{m-1} d_{m-1}) + B_{m-1} &= A_m + B_m \cos(k_m d_m), \quad (m=2, \dots, M-1) \\ x=x_{m-1}: \frac{1}{\rho_{m-1}} \frac{\partial p_{m-1}}{\partial x} &= \frac{1}{\rho_m} \frac{\partial p_m}{\partial x} = g_m, \quad \sim \\ \sim -\frac{A_{m-1}}{Z_{m-1}} \sin(k_{m-1} d_{m-1}) &= \frac{B_m}{Z_m} \sin(k_m d_m) = g_m, \quad (m=2, \dots, M-1) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} x=x_{M-1}: p_{M-1} &= p_M, \quad \sim \quad T = A_{M-1} \cos(k_{M-1} d_{M-1}) + B_{M-1} \\ x=x_{M-1}: \frac{1}{\rho_{M-1}} \frac{\partial p_{M-1}}{\partial x} &= \frac{1}{\rho_M} \frac{\partial p_M}{\partial x} = g_M, \quad \sim \\ \sim -\frac{A_{M-1}}{Z_{M-1}} \sin(k_{M-1} d_{M-1}) &= \frac{iT}{Z_M} = g_M, \end{aligned} \quad (4)$$

где введены неизвестные величины $g_m, (m=1, \dots, M)$, определенные на границах слоев. При этом коэффициент отражения R и коэффициент прохождения T выражаются из соотношений (2) и (4) в виде:

$$R = 1 + i Z_0 g_1, \quad T = -i Z_M g_M \quad (5)$$

Выражая все неизвестные коэффициенты $A_m, B_m, (m=1, \dots, M-1)$ в соотношениях (2) – (4) через коэффициенты $g_m, (m=1, \dots, M)$ и вводя вместо последних новые неизвестные величины $G_m = Z_m g_m, (m=1, \dots, M)$, приходим к СЛАУ трехдиагонального вида (6):

$$\begin{aligned} & \left(C_1 - i \frac{Z_0}{Z_1} \right) G_1 - \frac{Z_1}{Z_2} \frac{G_2}{S_1} = 2 \\ & -\frac{G_{m-1}}{S_{m-1}} + \left(\frac{Z_{m-1}}{Z_m} C_{m-1} + C_m \right) G_m - \frac{Z_m}{Z_{m+1}} \frac{G_{m+1}}{S_m} = 0, \quad (m=2, \dots, M-1) \\ & -\frac{G_{M-1}}{S_{M-1}} + \left(\frac{Z_{M-1}}{Z_0} C_{M-1} - i \right) G_M = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

размерности $M \times M$. При этом коэффициент отражения R и коэффициент прохождения T принимают вид:

$$R = 1 + i \frac{Z_0}{Z_1} G_1, \quad T = -i G_M \quad (7)$$

Явное выражение для коэффициента прохождения получим, используя правило Крамера [4], $G_M = \Delta_M / \Delta$, где Δ – главный определитель СЛАУ, а Δ_M – определитель, который получается из главного, если в нем последний столбец заменить на вектор свободных членов.

Путем преобразований получено значение главного детерминанта СЛАУ для произвольного нечетного числа слоев N в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta}{\Pi_C} = & o \sum_{\ell=1}^N (-1)^{(\ell+1)/2} \sum_{j_1=1}^N \sum_{j_2=j_1+1}^N \dots \sum_{j_{\ell-1}=j_{\ell-2}+1}^N \sum_{j_{\ell}=j_{\ell-1}+1}^N \frac{D_o^{\ell} + 1/D_o^{\ell}}{\prod_{m=1}^{\ell} C_{j_m}} - \\ & - i \cdot e \sum_{\ell=2}^{N-1} (-1)^{\ell/2} \sum_{j_1=1}^N \sum_{j_2=j_1+1}^N \dots \sum_{j_{\ell-1}=j_{\ell-2}+1}^N \sum_{j_{\ell}=j_{\ell-1}+1}^N \frac{D_e^{\ell} + 1/D_e^{\ell}}{\prod_{m=1}^{\ell} C_{j_m}} - 2i \end{aligned} \quad (8)$$

где

$$D_o^{\ell} = \frac{Z_0 \left(e \prod_{q=2}^{\ell-1} Z_{j_q} \right)}{o \prod_{q=1}^{\ell} Z_{j_q}}, \quad D_e^{\ell} = \frac{o \prod_{q=1}^{\ell-1} Z_{j_q}}{e \prod_{q=2}^{\ell} Z_{j_q}}, \quad \Pi_C = \prod_{m=1}^N C_m$$

После нахождения величины G_M , которая находится как отношение частного определителя Δ_M к главному определителю Δ , коэффициент прохождения T может быть найден по формуле (7).

Для звукоизоляции на сверхнизких частотах рассмотрен пример построения стены толщиной в 1,5 стандартных кирпича ($N = 1, M = 2$), то есть $H = 1,5 \times 24 \text{ см} = 36 \text{ см}$. При этом акустические параметры задачи таковы:
 воздух – $\rho_M = \rho_0 = 1.2 \text{ кг/м}^3$, $c_M = c_0 = 340 \text{ м/с}$, $Z_0 = \rho_0 c_0$, $k_0 = \omega / c_0 = 2\pi f / c_0$,
 кирпич – $\rho_1 = 1800 \text{ кг/м}^3$, $c_1 = 4000 \text{ м/с}$, $Z_1 = \rho_1 c_1$, $k_1 = \omega / c_1 = 2\pi f / c_1$.

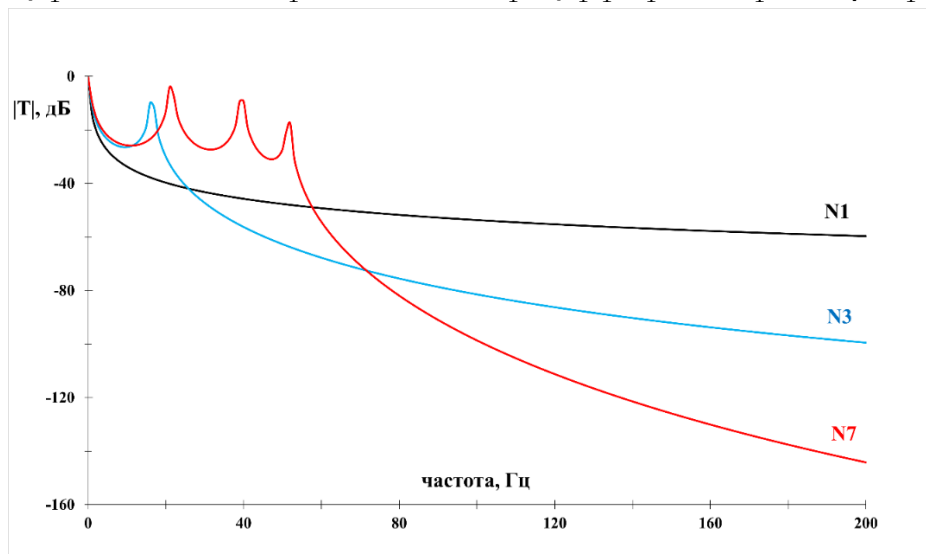


Рис. 2. Зависимость модуля коэффициента прохождения от частоты

Из рисунка 2 видно, что выбор оптимального числа слоев зависит от того, в каком частотном диапазоне требуется максимальное звукопоглощение. Если, например, «рабочим интервалом» является частотный диапазон 100 – 200 Гц, то лучшим выбором будет 7 слоев. А, например, на интервале 30 – 80 Гц наилучший выбор – $N = 3$ слоя.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (РНФ), проект № 25-21-00139, выполняется в Южном федеральном университете.

Литература

1. Бреховских Л. М. Волны в слоистых средах. М.: Наука, 1973. 344 с.
2. Beranek L. L. Acoustical properties of homogeneous, isotropic rigid tiles and flexible blankets // J. of the Acoustical Society of America. 1947. Vol. 19. P. 556–568.
3. Beranek L. L. Work G. A. Sound transmission through multiple structures containing flexible blankets. J. of the Acoustical Society of America. 1949; 21:419–428.
4. Курош А. Г. Курс высшей алгебры. М.: Наука, 1968. 432 с.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИГРЫ С ПРОЦЕДУРНО-ГЕНЕРИРУЕМЫМ МИРОМ

Таилова Н. Г.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: tailova@sfedu.ru*

На фоне активного развития экономики экономические симуляторы приобретают все большую популярность. Подобные игры создают чувство контроля над ресурсами, бюджетами и логистическими цепочками, что позволяет игрокам тренировать аналитическое и стратегическое мышление, которое помогает грамотно распределять свои ресурсы уже в реальной жизни [1]. В контексте данной работы в качестве основной технологической платформы выбран движок DragonRuby [2], поскольку он предоставляет широкие возможности для быстрого построения интерактивных систем с поддержкой сложной логики и удобного цикла обновления (*tick-based*), что важно при симуляции экономических механизмов и поведения торговых агентов.

На текущем этапе разработки программного решения реализована базовая инфраструктура, состоящая из карты, которая формируется графом узлов, каждый из которых символизирует точку входа в торгово-экономические отношения. Узлы обладают собственными начальными ценами на различные категории товаров. Изначальная ценовая политика определяется случайным образом с помощью встроенных возможностей языка Ruby.

При дальнейшем развитии сценария в расчет принимается динамическая модель изменения спроса и предложения: если продукт не пользуется спросом и перестает покупаться в узле, его цена постепенно снижается, а при резком всплеске интереса – возрастает. Эта логика базируется на идее имитации рынков, позволяющей воспроизвести естественное поведение экономических систем. Важными элементами этой системы являются автономные агенты-торговцы, осуществляющие перемещения между узлами. Их цель – максимизация своей выгоды, с помощью следующей стратегии: покупка товаров по более низким ценам и их реализация в узлах с более высокими ценами. Оба агента управляются игроком, позволяя ему быть непосредственным участником рынка. Каждый агент сохраняет информацию о последней известной ему цене на товар в конкретном узле. Данные о ценах в узлах обновляются ежедневно, где день – переход из одного узла в другой, что позволяет создавать более реалистичную модель экономического процесса.

Формальная постановка

Экономическая часть игры использует представление игрового мира в виде графа G :

$$G = (V, E, c), \text{ где:} \quad (1)$$

V – множество узлов (торговых точек)

$E \subseteq V \times V$ – ребра перемещений

$c : E \rightarrow \mathbb{R}^+$ – функция стоимости переходов

Для каждого товара i в узле v в момент симуляции $t + 1$ динамически формируются цена покупки $b_{v,i}^{(t+1)}$ и цена продажи $s_{v,i}^{(t+1)}$:

$$b_{v,i}^{(t+1)} = \max(b_{\min}, b_{v,i}^{(t)} + \alpha_{\text{buy}} \cdot q_{\text{buy},i}^{(t)}) \quad (2)$$

$$s_{v,i}^{(t+1)} = \max(s_{\min}, s_{v,i}^{(t)} - \alpha_{\text{sell}} \cdot q_{\text{sell},i}^{(t)}) \quad (3)$$

где $\alpha_{\text{buy}}, \alpha_{\text{sell}} \geq 0$ – коэффициенты реакции цен, $b_{\min}, s_{\min}$ – минимальные значения цен

Состояние участника (NPC или игрока) в момент t представлено в виде

$$S_t = (v_t, M_t, I_t, K_t), \text{ где} \quad (4)$$

$v_t \in V$ – текущий узел, $M_t \geq 0$ – капитал, $I_t : \tau \rightarrow \mathbb{N}$ – инвентарь (товар $\rightarrow$ количество), $K_t \subseteq V$ – посещенные узлы с известными ценами.

На каждом шаге симуляции участникам доступны следующие действия:

- Перемещение: Выбор v_{t+1} из соседей v_t
- Торговля: Выбор $q_{\text{buy},i}, q_{\text{sell},i}$

Ограничения:

$$M_t \geq c(v_t, v_{t+1}) \text{ (стоимость перехода)} \quad (5)$$

$$\sum_i q_{\text{buy},i} \cdot b_{v,i}^{(t)} \leq M_t - c(v_t, v_{t+1}) \text{ (бюджет)} \quad (6)$$

После выполнения участником действий его состояние обновляется следующим образом:

$$M_{t+1} = M_t - c(v_t, v_{t+1}) + \sum_i q_{\text{sell},i} \cdot s_{v,i}^{(t)} - \sum_i q_{\text{buy},i} \cdot b_{v,i}^{(t)} \quad (7)$$

$$I_{t+1}(i) = I_t(i) + q_{\text{buy},i} - q_{\text{sell},i} \quad (8)$$

$$K_{t+1} = \begin{cases} K_t \cup \{v_{t+1}\}, & \text{если новое посещение} \\ K_t, & \text{иначе} \end{cases} \quad (9)$$

Цель участника можно представить в виде задачи максимизации прибыли за время T :

$$Profit = \sum_{t=1}^T \left(\underbrace{\sum_i q_{\text{sell},i}^{(t)} \cdot s_{v,i}^{(t)}}_{\text{доход}} - \underbrace{\sum_i q_{\text{buy},i}^{(t)} \cdot b_{v,i}^{(t)}}_{\text{расход}} - \underbrace{c(v_t, v_{t+1})}_{\text{транспорт}} \right) \quad (10)$$

Участник решает задачу:

$$\max_{\{a_t\}_{t=0}^{T-1}} \mathbb{E} [Profit | S_0] \quad (11)$$

Где действие

$$a_t = (v_{t+1}, \{q_{\text{buy},i}\}, \{q_{\text{sell},i}\}) \quad (12)$$

- Учитывать зависимость цен
- Балансировать между исследованием и использованием имеющейся информации
- Минимизировать суммарные транспортные издержки

Техническая реализация

Интерфейсное решение реализовано на базе встроенных графических возможностей игрового движка DragonRuby, обеспечивающих быструю отрисовку объектов на экране и интуитивно понятное представление данных о состоянии узлов и агентов в виде хронологии. Система инициализации, состоящая из методов `init`, `handle_input` и `render`, позволяет задать все основные параметры (координаты узлов, связи между ними, сведения о товарах и начальных бюджетах агентов), а также регламентировать порядок обработки данных на каждом такте. В результате эта модульная архитектура оставляет пространство для дальнейшего расширения функционала: например, в будущем планируется более тонкое регулирование цен, приближенное к реальному, более сложная конструкция взаимосвязи узлов, а также интеллектуальное поведение агентов, основанное на анализе движения рынка.

По мере добавления новых данных и усложнения механизмов спроса и предложения система будет приобретать все большее сходство с реальной экономической моделью.

Литература

1. Построение экономических моделей в видеоиграх с точки зрения потребителя // Бизнес-образование в экономике знаний [Электронный ресурс] URL: https://bibs-science.ru/archive/sbornik_21/2/bibs_science_2021_2_19.pdf (дата обращения: 06.03.2025).
2. Документация DragonRuby [Электронный ресурс] URL: <https://docs.dragonruby.org/#/> (дата обращения: 10.01.2025).

ВЕБ-СЕРВИС ДЛЯ НАВИГАЦИИ ПО КОРПУСАМ ЮФУ

Тараненко А. М.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича*

E-mail: atarane@sfnedu.ru

Новые абитуриенты, особенно иногородние и тем более иностранные, при поступлении в ВУЗ могут столкнуться с проблемой ориентации в расположении корпусов ЮФУ, общежитий и аудиторий. Помимо этого, значительная часть важной информации разрознена: например, контактные данные факультетов находятся на их сайтах, а расписание занятий для конкретной аудитории на мехмате нужно искать в его интерактивном расписании.

Для решения этих проблем было принято решение создать веб-сервис, который агрегирует основную информацию, связанную с корпусами ЮФУ.

Ключевые возможности веб-сервиса включают:

- Интерактивную карту с отмеченными корпусами ЮФУ.
- Карточка, содержащая информацию о выбранном корпусе ЮФУ.
- Возможность просмотра плана этажей выбранного корпуса ЮФУ.
- Возможность выбрать аудиторию и посмотреть информацию о ее расписании, при его наличии.

Для реализации интерактивной карты используется API сервиса «Яндекс.Карты», которое предоставляет базовые функции и подложку с возможностью выбора цветовой схемы и поддержки нескольких языков для топонимов. Чтобы избежать возможных проблем, если в будущем будет необходимо сменить картографический сервис, этот модуль разработан так, чтобы его можно было легко заменить без переработки всего веб-сервиса.

Веб-сервис учитывает потребности иностранных студентов Южного федерального университета, поэтому реализуется модуль локализации. Он позволяет отображать интерфейс на нескольких языках и расширять их список в будущем.

Кроме того, сервис ориентирован на пользователей с особыми потребностями. Для студентов с нарушением зрения и ограниченной моторикой предусмотрены:

- Темная и светлая темы интерфейса.
- Полная навигация с клавиатуры.
- Совместимость с экранными дикторами.

Так как большинство пользователей взаимодействует с веб-ресурсами через смартфоны, при разработке интерфейса он в первую очередь адаптируется под мобильные устройства.

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ КРАФТА В ВИДЕОИГРУ НА ПЛАТФОРМЕ UNITY

Тарасов С. С.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: tarasov@sfedu.ru*

Современные видеоигры всё чаще используют системы крафта как ключевой элемент игрового процесса, обеспечивая игрокам свободу творчества, стратегическое планирование и долгосрочную вовлеченность [1]. Однако проектирование таких систем сопряжено с техническими и дизайнерскими вызовами, включая оптимизацию производительности, балансировку ресурсов, создание интуитивного интерфейса и интеграцию с другими игровыми механиками.

В данной работе рассматривается процесс разработки и внедрении системы крафта для видеоигры на платформе Unity, предлагаются архитектурные и алгоритмические решения, позволяющие создать гибкую систему, адаптированную для проектов различной сложности.

Архитектура игры построена вокруг центрального компонента GameManager, наследующего MonoBehaviour, который инициализирует базы данных при запуске игры. Все данные (тайлы, предметы, рецепты) хранятся в едином JSON-файле внутри папки Resources, что позволяет модифицировать контент без перекомпиляции кода. В методе Awake GameManager десериализует три базы данных: тайлов, предметов и рецептов. Базы данных реализованы на основе Dictionary<string, T>, где ключом выступает строковый идентификатор. Для тайлов и предметов используются собственные обёртки, обеспечивающие безопасный доступ к данным, тогда как рецепты хранятся напрямую в словаре. Эти данные используются для генерации внутриигровых объектов (например, астероидов как источников ресурсов), отображения информации в интерфейсе и управления логикой крафта.

Взаимодействие игрока с системой крафта начинается с приближения к станции крафта и нажатия клавиши, что активирует метод OpenCraftingCanvas компонента EventsScript. В качестве аргумента передаётся containerId станции, по которому из базы данных извлекаются соответствующие рецепты. Интерфейс крафта разделён на четыре зоны: инвентарь игрока, инвентарь станции, список рецептов и панель управления. Процесс крафта включает три этапа: выбор рецепта, перенос предметов между инвентарями через клик по иконкам и нажатие кнопки Craft. При создании

предмета система проверяет соответствие ингредиентов требованиям рецепта. Рецепты состоят из списка ингредиентов и списка выходных предметов. Каждый ингредиент должен удовлетворять списку требований. В качестве требований может указываться: соответствие id предмета, наличие определённого тега у предмета, общее количество входных предметов. Например, для крафта медного слитка необходимо две единицы медной руды (проверка по Id и количеству) и один предмет с тегом топливо (проверка по тегу и количеству). В случае успеха ингредиенты удаляются из инвентаря станции, а результат передаётся игроку.

Технической особенностью системы является минимизация использования MonoBehaviour: он применяется только для инициализации данных и обработки пользовательского ввода. Основная логика (сериализация, валидация рецептов, управление инвентарём) реализована в классах, совместимых со средами исполнения .NET Standard 2.0, что обеспечивает переносимость кода. Архитектура позволяет выполнять большинство операций без блокировки основного потока, сохраняя плавность игрового процесса (большинство функций Unity API не являются потокобезопасными [2]). Предложенная архитектура демонстрирует эффективный баланс между гибкостью данных, производительностью и удобством интеграции с игровым миром.

Литература

1. Crafting in games. When did it all start and why? // Medium URL: <https://project-hive.medium.com/crafting-in-games-when-did-it-all-start-and-why-cb62447f4ab6> (дата обращения: 05.03.2025).
2. Awaitable completion and continuation // Unity Documentation URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/async-awaitable-continuations.html> (дата обращения: 05.03.2025).

ЧАТ-БОТ КАК ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРЕПОДАВАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

**Тимофеев Ю. В., Тихонов А. В., Романчук Р. В.,
Синявская В. С., Климович К. Г.**

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: ymal@sfedu.ru, avtikhonov@sfedu.ru, romanchuk@sfedu.ru,
kilyakova@sfedu.ru, kklimovich@sfedu.ru

ИИ-технологии все чаще внедряются в образовательную сферу, предоставляя новые возможности для преподавателей и студентов. В связи с этим выходит ряд работ, изучающий вопрос включения ИИ в различных дисциплинах. Подробно раскрываются обширные возможности применения ИИ в образовании, а также возникшие в связи с этим новые этические последствия и риски (Zawacki-Richter et al., 2019). Рассматриваются различные роли и функционал применения ИИ чат-ботов (Goel, A. «The Return of Jill Watson»; Румянцева, 2022; Суздалева 2024) в обучении.

В связи с такими вызовами, как рост числа студентов, дефицит преподавателей, сложность учебного материала, необходимость постоянной обратной связи и развитие дистанционного обучения, сотрудники кафедры зоологии разрабатывают чат-бота, который призван облегчить процесс изучения дисциплины, повысить вовлеченность студентов и предоставить им дополнительные образовательные инструменты.

На текущем этапе создана демо-версия чат-бота, которая тестируется на практике. Основной целью эксперимента является анализ пользы чат-бота в образовательном процессе и оценка его эффективности для поддержки студентов в изучении зоологии.

Чат-бот выполняет роль интерактивного цифрового ассистента, и является удобным и доступным инструментом для более эффективного изучения зоологии, улучшения усвоения материалов, а также оказания поддержки в процессе подготовки к экзаменам, тестам и контрольным работам. Бот должен стать дополнительным источником знаний, обеспечивая студентов необходимыми материалами, вопросами для самопроверки и пояснениями по основным темам курса.

Выделены следующие задачи чат-бота:

- Упростить доступ к учебным материалам.
- Повысить мотивацию студентов через интерактивный формат обучения.
- Поддерживать регулярное повторение и закрепление знаний.

- Содействовать подготовке к экзаменам и зачетам.
- Обеспечить оперативной обратной связью.

Одним из важнейших аспектов внедрения чат-бота в образовательный процесс является качество и достоверность предоставляемой информации. В отличие от открытых интернет-ресурсов, содержащих непроверенные или устаревшие сведения, чат-бот кафедры зоологии Академии биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского ЮФУ использует исключительно академические источники, а также банк заданий, разработанный преподавателями кафедры. Так, по курсу зоологии беспозвоночных используются материалы И. М. Языковой, двухтомный учебник под ред. В. Вестхайде и Р. Ригера, сборники И. А. Тихомирова и другие. По курсу зоологии позвоночных в основу информации загружены учебные пособия Ф. Я. Держинского, учебные материалы С. В. Титова и др., А. Ромера, Т. Парсонса, и др.

У бота-ассистента выделены несколько основных функций:

1. Предоставление теоретических материалов. Бот предоставляет краткие конспекты и пояснения по ключевым темам курса зоологии. Дает ответы на заданные вопросы студентов по темам.

2. Организация самопроверки и тестирования. Бот генерирует вопросы для самопроверки студентов, включая как тесты с вариантами ответа, так и открытые вопросы. Автоматическая проверка тестов с обратной связью: бот показывает правильные ответы и объясняет ошибки.

3. Глоссарий. Бот включает базу данных с терминами. Студенты быстро получают определения к терминам или примеры по запросу.

4. Перевод на иностранный язык. Бот переводит определения, термины, конспекты лекций и тестовые задания на иностранные языки. Чат-бот может стать удобным инструментом для студентов из других стран, обучающихся в АБиБ, обеспечивая им доступ к учебным материалам на родном языке.

Согласно, аналогичным работам (Румянцева, 2022) выделяется еще одна проблема, которую бот помогает решить. Это преодоление тревоги и неуверенности, которые могут возникнуть у обучающихся из-за страха собственных ошибок и возможной негативной реакции преподавателя. Общение с ботом, напротив, создает комфортную психологическую атмосферу, способствующую повышению эффективности обучения. Кроме того, чат-бот может стать важным элементом образовательного процесса, обеспечивая доступ к знаниям 24/7.

В условиях цифровой трансформации образования и необходимости оптимизации учебного процесса внедрение чат-ботов становится не только актуальной, но и стратегически важной задачей. Современные технологии позволяют сделать обучение более интерактивным, доступным и эффективным, что особенно важно для фундаментальных дисциплин, требующих глубокого понимания и регулярного повторения материала.

Литература

1. *Goel, A.* The Return of Jill Watson / A. Goel. – Текст : электронный // AI-ALOE : [сайт]. – URL: <https://aialoe.org/the-return-of-jill-watson/> (дата обращения: 14.03.2025).
2. *Zawacki-Richter, e. a.* Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? / e. a. Zawacki-Richter. – Текст : электронный // International Journal of Educational Technology in Higher Education : [сайт]. – URL: <https://educational-technologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-019-0171-0> (дата обращения: 14.03.2025).
3. *Румянцева, О. А.* Применение чат-ботов в образовательном процессе / О. А. Румянцева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 47 (442). – С. 424–427. – URL: <https://moluch.ru/archive/442/96759/> (дата обращения: 15.03.2025).
4. *Суздалева, Г. Р.* Чат-бот как инструмент цифровизации в высшем образовании / Г. Р. Суздалева, П. О. Соснина // Вестник Академии знаний. – 2024. – № 5(64). – С. 689–694.

РАЗРАБОТКА И ТЕСТИРОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ, МОДЕЛИРУЮЩЕЙ МИГРАЦИЮ ТРЕХМЕРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ

Тонконогов Н. И., Гармашов С. И.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

физический факультет,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: tonkonogov@sfedu.ru

Как известно [1, 2], двумерные модели проще использовать для интерпретации экспериментальных данных по термомиграции [1–5], но они могут недостаточно корректно описывать реальную форму трёхмерных включений в кристаллах и массоперенос в них. Трёхмерное представление позволяет учитывать сложные геометрические особенности включений, такие как криволинейность некоторых участков границы и анизотропию свойств материала, что делает модели более реалистичными и пригодными для практического применения. В то же время разработка трехмерной модели включения в кристалле заметно сложнее, чем двумерной. В настоящем докладе сообщается об одном из подходов для трехмерного моделирования включения и о полученных результатах.

Реальное включение в кристалле, как правило, ограничено плоскими (сингулярными) участками межфазной границы, которые соединяются не-сингулярными (криволинейными, атомно-шероховатыми) участками. В предлагаемой модели предполагалось, что включение имеет форму прямоугольного параллелепипеда, но с округлыми ребрами, то есть ограничено шестью сингулярными гранями, которые соединены криволинейными участками. Для аппроксимации криволинейных границ использовался метод граней [1].

Граничные условия в рассматриваемой задаче определяются не только температурой, но и межфазным давлением, которое зависит от размеров аппроксимирующих граней. Кроме этого, надо учесть, что потоки на шести сингулярных гранях определяются механизмом межфазных процессов, то есть зависимостью (как правило, нелинейной) скорости кристаллизации (растворения) на этих гранях от пересыщения (недосыщения). На несингулярных гранях (в нашем случае – наклонных гранях, аппроксимирующих реальные криволинейные участки границы включения) можно считать пересыщения крайне малыми, так что фактическая концентрация раствора на них равна равновесной.

Для описания массопереноса в модельном включении требовалось решение трехмерного нестационарного уравнения диффузии. Для данной задачи решить уравнение диффузии аналитически не представляется возможным, поскольку граничные условия, в общем случае, нелинейны. Поэтому

возникала необходимость в использовании численного метода – метода сеток [6]. С этой целью уравнение диффузии переписывалось в конечно-разностном виде для последующей алгоритмизации и компьютерного моделирования.

Построенная трехмерная сетка имела переменный шаг и, вообще говоря, разное количество узлов в разных плоскостях. Кроме того, из-за деформации включения при миграции под действием градиента температуры приходилось использовать две трехмерных сетки в разных частях включения. Несоответствие положений узлов в этих сетках потребовало применения билинейной интерполяции для расчетов диффузионных потоков на стыке сеток.

Многократное решение уравнения диффузии для каждой новой формы включения позволяло моделировать её эволюцию в разных условиях. Визуализация формы трехмерного включения осуществлялась с помощью отдельного программного кода через проекцию на плоскость под разными задаваемыми углами, что упрощает анализ результатов.

Компьютерная моделирующая программа была написана на языке программирования C++ CLI/Forms. Интерфейс разработанной программы представлен на рис. 1.

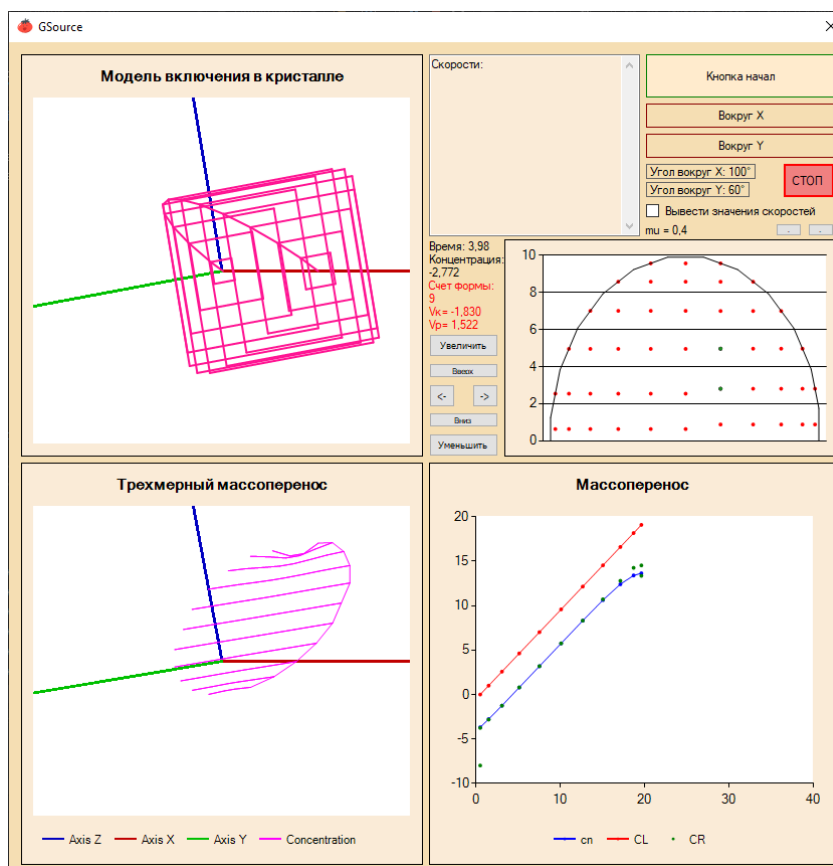


Рис. 1. Интерфейс разработанной программы

При изучении термомиграции включений в кристалле одним из важных вопросов является выяснение степени влияния кинетики межфазных процессов на скорость и форму мигрирующего включения. Поэтому в настоящем докладе в качестве демонстрации корректного функционирования разработанной программы мы приводим некоторые результаты моделирования, полученные при разной степени затрудненности межфазных процессов на сингулярных гранях.

На рис. 2 показано, как искажается установившаяся форма трехмерного включения с увеличением межфазных ограничений на передней и тыльной грани.

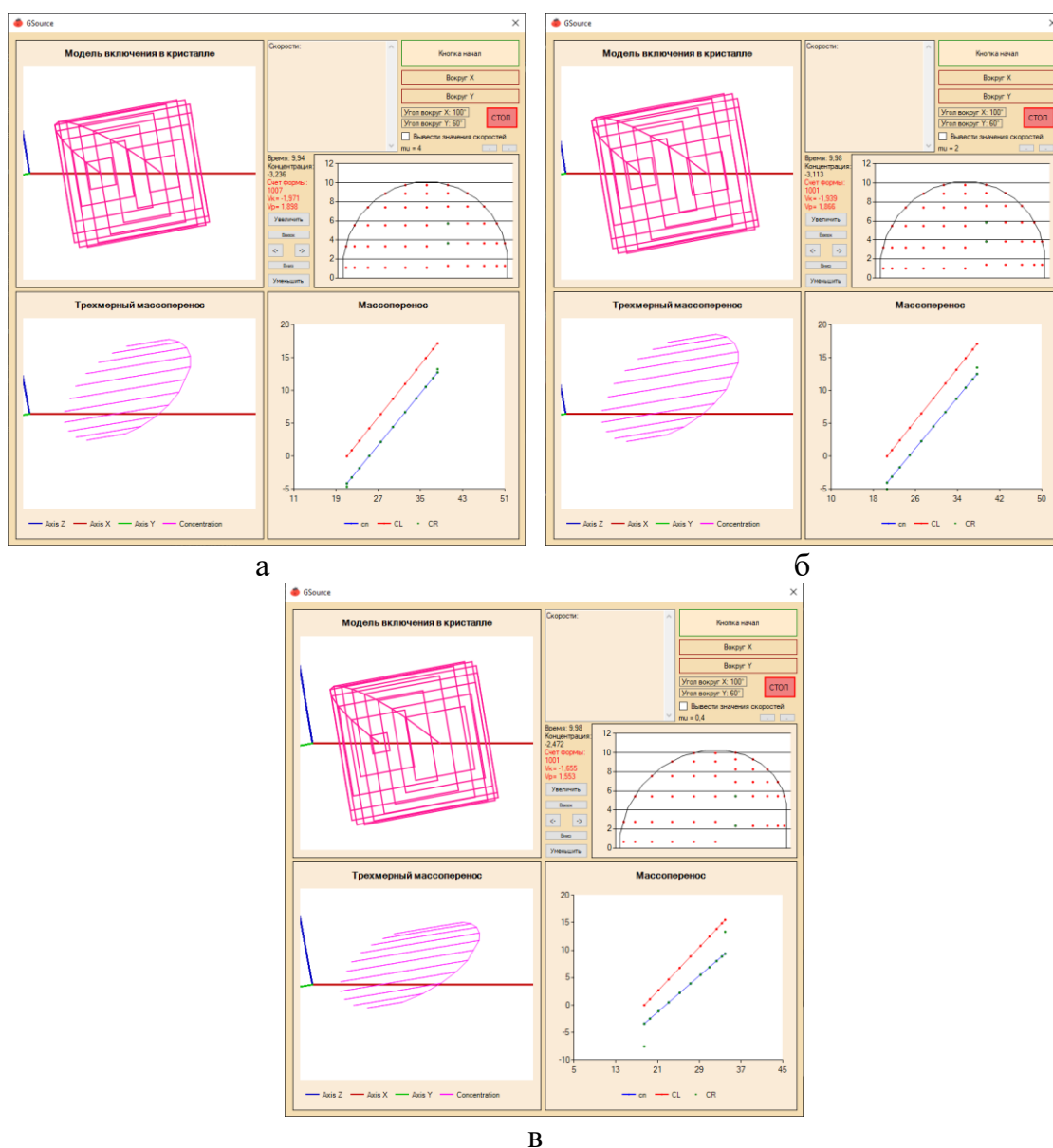


Рис. 2. Возрастание степени деформации (от (а) к (в)) мигрирующего трехмерного включения с увеличением межфазных ограничений на передней и тыльной грани (результаты настоящего моделирования)

Следует отметить, что продолжительность моделирования эволюции формы включения от равновесной (рис. 1) до установившейся неравновесной (рис. 2) составляет около 5 минут при количестве узлов 1000.

Таким образом, созданная модель позволяет визуализировать эволюцию формы трёхмерного включения в кристалле и представляет интерес для анализа влияния различных параметров на форму включения, проверки теоретических моделей и прогнозирования поведения включений в кристаллах при различных условиях.

Литература

1. Cline, H. E. Nonequilibrium morphology of liquid inclusions migrating in solids / H. E. Cline, T. R. Anthony // J. Appl. Phys. – 1977. – Vol. 48. – P. 5096–5104.
2. Гармашов, С. И. Модель термомиграции жидких цилиндрических включений в кристалле и ее применение : монография / С. И. Гармашов ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. – 99 с.
3. Леммлейн, Г. Г. Перемещение жидкого включения в кристалле по направлению к источнику тепла / Г. Г. Леммлейн // Докл. АН СССР. – 1952. – Т. 85, № 2. – С. 325–328.
4. Tiller, W. A. Migration of a liquid zone through a solid: Part I / W. A. Tiller // J. Appl. Phys. – 1963. – Vol. 34, N. 9. – P. 2757–2762.
5. Лозовский, В. Н. Зонная перекристаллизация градиентом температуры полупроводниковых материалов / В. Н. Лозовский, Л. С. Лунин, В. П. Попов. – М.: Металлургия, 1987. – 232 с.
6. Калиткин, Н. Н. Численные методы: учеб. пособие. – 2-е изд., исправленное. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 592 с.: ил. – (Учебная литература для вузов)

МЕТОДИЧЕСКИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ОНЛАЙН-КУРСА «ФИЗИКА СЕГНЕТО- И ПЬЕЗОЭЛЕКТРИКОВ» ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Тополов В. Ю.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет*

E-mail: vutopolov@sfedu.ru

При формировании новой (унифицированной) программы фундаментальной дисциплины “Физика” для инженерных направлений обучения в ЮФУ возникла идея введения элективных онлайн-курсов, позволяющих студентам овладеть углубленными знаниями в определенных областях физической науки и лучше адаптироваться перед изучением спецкурсов. Для студентов, которые обучаются по направлениям, ориентированным на приборостроение, акустические системы или материалы электронной техники, полезной может стать дисциплина «Физика сегнето- и пьезоэлектриков». В настоящем сообщении рассматриваются проблемы, связанные с формированием соответствующего онлайн-курса, а также с его методической и информационной составляющими.

Ранее проводилась работа по формированию и реализации подобной дисциплины для студентов магистратуры Института высоких технологий и пьезотехники ЮФУ (направление 12.04.01 – Приборостроение) [1]. В настоящее время темы, относящиеся к физике сегнето- и пьезоэлектрических материалов и их применениям, будущие магистры изучают в рамках дисциплины «Элементная база пьезоэлектрического приборостроения». Элементы физики активных диэлектриков, к которым относятся сегнето- и пьезоэлектрики, присутствуют в программах дисциплин «Физическое материаловедение. Физика конденсированного состояния» и «Физика диэлектриков. Гетерогенные активные материалы» [2–4] для студентов Физического факультета ЮФУ (направление 16.03.01 – Техническая физика). Формируемая дисциплина «Физика сегнето- и пьезоэлектриков» (объем 1 ЗЕТ) в хронологическом плане следует непосредственно за изучением электромагнитных явлений в рамках дисциплины «Физика», и временной интервал сводится к минимуму.

Задачи освоения дисциплины «Физика сегнето- и пьезоэлектриков» направлены на

1) приобретение студентами знаний по физическим свойствам пьезоэлектрических и родственных материалов, востребованных в различных областях современной пьезотехники;

2) формирование у студентов навыков решения задач по определению характеристик сегнето- и пьезоэлектрических материалов, представляющих практический интерес;

3) изучение областей применения сегнето- и пьезоактивных материалов в связи с их конкретными физическими свойствами.

При реализации дисциплины предполагается использование дистанционных образовательных технологий. В частности, лекционные и практические занятия целесообразно проводить с использованием Microsoft Teams. На лекциях предполагается использовать собственные презентации по темам модуля. На практических занятиях запланированы решение задач, опросы студентов и контрольная работа. Планируется подготовка учебного пособия с учетом опыта преподавания и имеющихся учебных пособий и учебно-методических публикаций [1, 4, 5].

Предполагается задействовать ресурсы Интернета, где имеются справочные данные и другие информационные материалы, полезные при изучении данной дисциплины. Наибольший интерес представляют

а) электронная версия «Физической энциклопедии» [6], которая содержит статьи «Сегнетоэлектрики», «Пьезоэлектрики», «Пьезоэлектрические материалы» и др.;

б) сайт НИИ «Элпа» (Россия), где представлены сегнетопьезокерамики, получаемые в институте и находящие применения благодаря значительному пьезоэффекту, сильным электромеханическим связям, высокой пьезочувствительности, большой пьезоэлектрической анизотропии и другим параметрам [7];

в) информация о сегнетопьезокерамиках, пьезоэлементах, пьезоэлектрических преобразователях и пьезотехнических применениях на веб-странице НКТБ «Пьезоприбор» ИВТиПТ ЮФУ [8].

Литература

1. *Тополов, В. Ю.* Физика сегнето- и пьезоэлектриков (учебное пособие) / В. Ю. Тополов, А. Е. Панич. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2009. – 71 с. – URL: <https://ivtipt.ru/storage/app/media/uploaded-files/Topolov-Panich-FE-PIEZO-2009.pdf> (дата обращения: 14.03.2025).
2. *Поплавко, Ю. М.* Физика активных диэлектриков: учеб. пособие / Ю. М. Поплавко, Л. П. Переверзева, И. П. Раевский. – Ростов-на-Дону : Изд-во ЮФУ, 2009. – 480 с.
3. *Борисова, М. Э.* Активные диэлектрики: учеб. пособие. – СПб. : СПбГУ, 2012. – 82 с.
4. *Тополов, В. Ю.* Методические указания «Физические свойства функциональных материалов» для студентов физического факультета, химического факультета и факультета высоких технологий. Часть 1. Активные диэлектрики / В. Ю. Тополов, А. В. Криворучко. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2012. – 25 с. – URL: <https://ivtipt.ru/>

- storage/app/media/uploaded-files/Topolov-Kr-Fizfak-method.pdf (дата обращения: 14.03.2025).
5. Тополов, В. Ю. Пьезокомпозиты: получение, свойства, применение (учебное пособие) / В. Ю. Тополов. А. Е. Панич. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2009. – 51 с. – URL: <https://ivtipt.ru/storage/app/media/uploaded-files/Topolov-Panich-COMP-2009.pdf> (дата обращения: 14.03.2025).
 6. Физическая энциклопедия. В 5 т. / Гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Сов. энцикл., 1988. – URL : <http://es.niv.ru/doc/encyclopedia/physics/index.htm> (дата обращения: 14.03.2025).
 7. Научно-исследовательский институт “Элпа”. – URL: <https://www.elpariezo.ru/> (дата обращения: 14.03.2025).
 8. Институт высоких технологий и пьезотехники ЮФУ, НКТБ «Пьезоприбор». – URL: <https://ivtipt.ru/pm> (дата обращения: 14.03.2025).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕССВИНЦОВЫХ СЕГНЕТО- И ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Тополов В. Ю.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет*

E-mail: vutopolov@sfnedu.ru

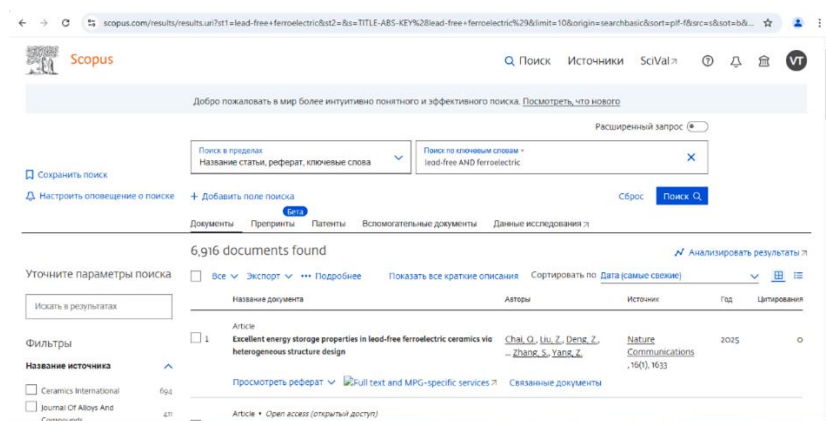
Бессвинцовые сегнето- и пьезоэлектрики [1–3] стали многочисленной группой активных диэлектриков, физические свойства и параметры которых находят различные применения в твердотельной электронике, пьезотехнике, сенсорике и других областях. В последнее десятилетие исследования в данной области показали, что благодаря пьезо-, диэлектрическим и другим физическим свойствам, бессвинцовые материалы (в основном это поляризованные сегнетокерамики, т.е. сегнетопьезокерамики) [2, 4–6] могут конкурировать с известными с 1950-х годов свинецсодержащими материалами на основе $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$. К таким свинецсодержащим материалам относятся традиционные сегнетопьезокерамики групп ЦТС, PZT, APC, ПКР и др. В меньшей мере до настоящего времени исследованы бессвинцовые кристаллы сегнетоэлектрических твердых растворов и пьезоактивные композиты на основе бессвинцовых компонентов – керамик или кристаллов. Прогресс в областях получения и исследования новых высокоэффективных бессвинцовых материалов, а также улучшение их физических свойств для различных применений являются важным фактором развития пьезоэлектрического материаловедения на современном этапе.

Сравнение физических свойств современных бессвинцовых материалов и анализ их преимуществ или недостатков немыслимы без знания научных результатов, полученных в ведущих научных лабораториях мира и доступных благодаря ресурсам Интернета. При изучении дисциплин «Физика диэлектриков. Гетерогенные активные материалы» (Физический факультет ЮФУ, направление 16.03.01 – Техническая физика) и «Элементная база пьезоэлектрического приборостроения» (Институт высоких технологий и пьезотехники ЮФУ, направление 12.04.01 – Приборостроение), а также при выполнении студентами и аспирантами научно-исследовательской работы целесообразно задействовать определенные информационные ресурсы Интернета. Ниже укажем следующие направления использования информационных ресурсов.

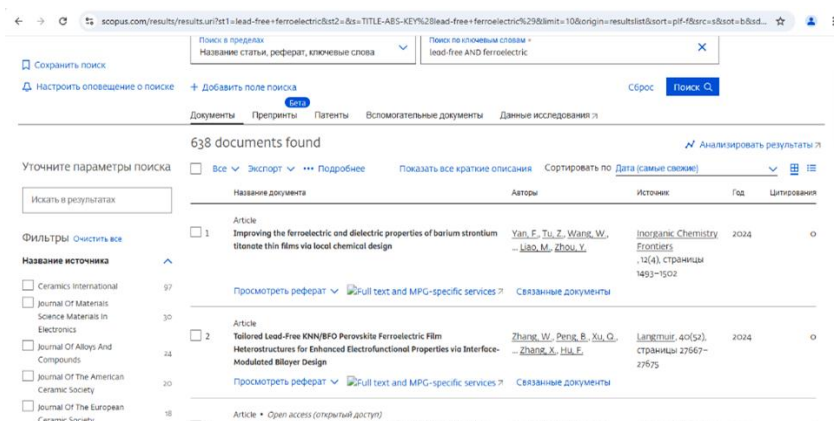
1. Реферативные базы данных, данные по научным публикациям за определенный период, поиск по заданным ключевым словам, авторам, рубрикам и т. д. К соответствующим ресурсам относятся, например, база данных Скопус, база данных РИНЦ, а также базы данных издательств, выпускающих научную периодику по физике, химии, материаловедению и

техническим наукам. Среди научных издательств мирового уровня выделим “Elsevier”, “Springer”, “IOP Publishing”, “Wiley”, “APS Publishing”, “AIP Publishing”, “MDPI” и “World Scientific”.

В качестве примера отметим, что согласно данным Скопуса [7], общее число публикаций, найденных по ключевым словам “lead-free piezoelectric” и “lead-free ferroelectric”, составляет соответственно около 3400 и 7000 (рисунок 1, а). Число проиндексированных в Скопусе публикаций из группы “lead-free ferroelectric” 2024 г. равно 638 (рисунок 1, б). Из них наибольшее число публикаций приходится на журналы “Ceramics International” (Elsevier), “Journal of Materials Science: Materials in Electronics” (Springer Nature) и “Journal of Alloys and Compounds” (Elsevier), см. список источников в левой части рисунка 1, б. Всего на страницах трех упомянутых выше журналов в 2024 г. более 150 работ, т. е. около четверти всех работ за год.



а



б

Рис. 1. Результаты поиска в Скопусе публикаций по ключевым словам “lead-free ferroelectric”: а – за весь период; б – за 2024 г. (показаны фрагменты веб-стр. <https://www.scopus.com/results/results.uri?st1=lead-free+ferroelectric&st2=&s=TITLE-ABS-KEY%28lead-free+ferroelectric%29&limit=10&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sot=b&sdt=cl&sessionSearchId=3de3dacb60fae8f2326ee95c74753378&yearFrom=2024&yearTo=2024>)

2. Научные обзоры по бессвинцовым пьезоэлектрическим материалам, опубликованные в последние годы (см., например, работы [4–6]), в том числе в журналах с открытым доступом в сети Интернета.

3. Патентная информация и соответствующие базы данных мирового уровня. На сайте FPO [8] по ключевым словам “lead-free piezoelectric” найдены примерно 200 патентов, зарегистрированных за последние пять лет. По ключевым словам или другим признакам можно провести поиск патентов также на сайте Espacenet [9].

4. Экспериментальные (табличные) данные по физическим свойствам бессвинцовых сегнето- и пьезоэлектрических материалов представлены в Springer Materials [10]. Справочная информация может быть получена при задании химической формулы или названия того или иного соединения.

5. На сайте НИИ “Элпа” (Россия) имеются экспериментальные данные по производимым в институте сегнетопьезокерамикам, включая бессвинцовые, а также справочник пьезокерамических материалов, произведенных в различных странах мира [11]. Данные по этим материалам представлены во множестве таблиц, что позволяет эффективно проводить сравнение отдельных свойств или параметров традиционных свинецосодержащих и новых бессвинцовых сегнетопьезокерамик.

Литература

1. Lead-free piezoelectrics / Eds. S. Priya, S. Nahm. – New York, Dordrecht, Heidelberg, London : Springer, 2012. – 528 p.
2. Wu, J. Advances in lead-free piezoelectric materials. – Singapore : Springer Nature, 2018. – 522 p.
3. Topolov, V. Yu. Heterogeneous ferroelectric solid solutions. Phases and domain states. – 2nd ed. – Cham : Springer International Publ., 2018. – 192 p.
4. Lee, G.-S. Recent developments in (K, Na)NbO₃-based lead-free piezoceramics / G.-S. Lee, J.-S. Kim, S.-H. Kim et al. // Micromachines. – 2024. – Vol. 15, N 3. – Art. No. 325.
5. State-of-art review on smart perovskites materials: properties and applications / P. Thakur, N. Sharma, D. Pathak et al. // Emerging Materials. – 2024. – Vol. 7, N 3. – P. 667–694.
6. Textured lead-free piezoelectric ceramics: A review of template effects / T. T. Zate, C. Abdurrahmanoglu, V. Esposito, A. B. Haugen // Materials. – 2025. – Vol. 18, N 3. – Art. No. 477.
7. Scopus Database. – URL : <https://www.scopus.com> (дата обращения: 14.03.2025).

8. FPO – Free Patents Online. – URL : https://www.freepatentsonline.com/result.html?sort=relevance&srch=top&query_txt=lead-free+piezoelectric&submit=&patents_us=on (дата обращения: 14.03.2025).
9. Espacenet – Patent Search. – URL : <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/085960657/publication/CN115974529A?q=lead-free%20piezoelectric> (дата обращения: 14.03.2025).
10. Springer Materials: The research solution for identifying material properties. Fast and reliable insights accelerating materials science research. – URL : <https://materials.springer.com> (дата обращения: 14.03.2025).
11. Научно-исследовательский институт “Элпа”. Справочник пьезокерамических материалов различных фирм. – URL : https://www.elpapiezo.ru/Catalogs/catalog_materials_company_countries.pdf (дата обращения: 14.03.2025).

РАЗВИТИЕ ГЕНЕТИКИ И БИОТЕХНОЛОГИИ В ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Усатов А. В., Бутенко Е. В., Деревянчук Е. Г.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: usatova@sfedu.ru

В течение тысячелетий изучение живой природы носило описательный характер. Формирование клеточной теории и развитие генетики создало предпосылки для формирования экспериментальной биологии. Последующий прогресс в понимании процессов, определяющих сущность живых систем, дал возможность целенаправленно формировать технологии на основе биологических знаний.

В XXI веке генетика и биотехнология стремительно выдвинулась на передние позиции научно-технического прогресса. В связи с этим разработка и реализация биотехнологии, подготовка специалистов для этой отрасли приобрели чрезвычайную актуальность и стали одной из центральных задач в экономической политике развитых стран.

Современные технологии сельского хозяйства, пищевой, микробиологической и фармакологической промышленности могут развиваться только на передовой научной основе. Кроме крупномасштабного производства, биотехнология открывает большие и практически неосвоенные возможности для малого бизнеса, связанного с производством лечебных и этнических продуктов питания, гибкой переработкой сельскохозяйственной продукции и отходов, разработкой медицинских тест-систем. Развитие этих направлений особенно страдает из-за отсутствия у экономически активного населения базовой научной подготовки.

Учитывая высокую актуальность рассматриваемой темы, на базе кафедры генетики и ряда учебно-научных лабораторий Академии биологии и биотехнологии Южного федерального университета получил развитие ряд фундаментальных и прикладных исследований в области новых методов генетики и биотехнологии, внедрение результатов разработок в производство и образовательные программы ЮФУ, подготовка на этой базе высококвалифицированных кадров высшей квалификации для наукоемких отраслей экономики, в первую очередь Ростовской области.

Следует отметить, что с возникновением и бурным развитием биотехнологии и ее основных ветвей – клеточной и геномной инженерии, коренным образом изменились возможности и перспективы работы с сельскохозяйственными видами. В мировой практике ДНК-технологии стали заметным фактором повышения эффективности традиционной селекции. Молекулярно-генетические маркеры (МГМ) полиморфизма различных участков

ДНК представляют собой единственные маркеры, позволяющие контролировать поток генетической информации в условиях искусственного и естественного отбора. МГМ используют для решения трех основных задач – выявления специфических характеристик популяционно-генетических структур, выяснения механизмов их формирования и разработки методов применения МГМ для сдвига характеристик генофонда в желательном направлении, создания генетически обоснованных программ сохранения генофондов и их использования в сельскохозяйственных целях.

На базе кафедры генетики ЮФУ в области сельскохозяйственной биотехнологии с применением ДНК-диагностики мы приступили к реализации следующих задач: генетическое маркирование с/х микроорганизмов, растений, животных для идентификации штаммов, сортов и пород с целью оценки чистоты материала и повышения эффективности (ускорение) селекции и семеноводства; ДНК-диагностика заболеваний вирусной, бактериальной, паразитарной этиологии у с/х растений и животных; качественное и количественное определение генетически модифицированных ингредиентов (ГМИ) в кормах, продовольственном сырье и пищевых продуктах.

Несомненно, эффективная реализация биотехнологических проектов в области сельского хозяйства может быть достигнута только при тесной кооперации ЮФУ с аграрными учебными и научными институтами и компаниями. Синергия от совместной работы ученых ЮФУ, современной приборной базы, которой мы располагаем, с профессорами, специалистами-профессионалами и богатейшими коллекциями с/х культур и пород животных научно-исследовательских институтов агропромышленного комплекса будет способствовать повышению конкурентоспособности студентов и их научно-исследовательских проектов. Следует акцентировать внимание на «молекулярной генетике» и «молекулярной биотехнологии», а также расширить образовательные программы студентов соответствующими новыми дисциплинами, так как прикладная генноинженерная компонента сегодня становится основой при организации эффективных биотехнологических производств. Выпускники-магистры должны легко, по нашему мнению, получить рабочие места не только в прикладных НИИ агропромышленного комплекса, но и в с/х производстве. Такой подход станет основой подготовки качественно новых кадров мирового уровня в области генетики, биотехнологии, биоинформатики, биоинженерии – крайне необходимых в настоящий момент для стабильного развития аграрного сектора экономики Ростовской области и страны в целом.

МУЛЬТИМЕДИА ПРЕЗЕНТАЦИЯ КАК МЕТОД ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Файн М. Б.¹, Файн Е. Я.¹, Мухаммедов В.¹, Файн Е. Е.²

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет,
г. Ростов-на-Дону,

² Филиал МГУ, г.Саров

E-mail: mbfain@sfnedu.ru, fain@sfnedu.ru, fayneugen@yandex.ru

«Качество образования».

Нет ни одной статьи или выступления, посвящённых модернизации отечественного образования, в которых бы не присутствовало это словосочетание. Однако, создаётся впечатление, что отсутствие конкретизации этого понятия не случайно.

В парадигме «продуктоориентированного» образования придётся подробно описывать качества, которыми должен обладать образовательный продукт – выпускник, абитуриент или дипломник, для его успешной реализации в данной технологической или экономической структуре. Естественно, возникает вопрос о количественных показателях: какой процент и каких уровней профессиональных компетенций, например, инженеров, требуется.

Обладающих компетенциями:

- творцов;
- квалифицированных пользователей-рационализаторов;
- просто грамотных пользователей программного и технического оборудования.

В этом смысле, попытка «рынка труда» играть главенствующую роль в регулировании образования не выглядит состоятельной – у Минтруда или РСПП нет единой методики прогноза кадровой потребности, у них и университетов разная глубина планирования (ВУЗы ориентируются на шесть–пять лет, а они реально видят не дальше двух–трёх лет).

Качественное образование, на наш взгляд, должно удовлетворять следующим критериям:

- комфортная эмоциональная и интеллектуальная атмосфера при обучении;
- конкурентоспособность полученного образования в широком спектре имеющихся и будущих профессий.

Первое подразумевает не только узкопрофессиональную направленность естественно-научного образования, но и его существенную гуманистическую составляющую, что, естественно, не тождественно гуманитаризации.

Второе выдвигает большие требования к профессионализму обучающихся, адекватным образовательным технологиям, технической оснащённости образовательного процесса.

В ситуации, когда общая технологическая грамотность поставлена обязательным элементом образования, решение проблемы качественного результата изучения физики, обеспечивающей научный и технологический прогресс, является первостепенной задачей. Несомненна и актуальность разработки методических пособий, реально способствующих достижению поставленных целей, в том числе и образовательных.

К сожалению, все издаваемые пособия, по умолчанию предполагают, что ученики:

- проявляют интерес к предмету «физика»;
- владеют физической терминологией и математическим аппаратом;
- изучили и усвоили все предшествующие разделы физики;
- нацелены на подробное изучение школьного курса физики на уровне «знать и уметь»;
- собираются проходить государственную аттестацию в виде ЕГЭ;
- сам процесс учения школьника обладает высокой эффективностью.

Недостаток использования «видеоряда» в учебниках предполагается компенсировать электронными средствами поддержки, а электронные учебники и учебные пособия и хорошие и очень хорошие, например «Открытая физика», нацелены на углубление изучения дисциплины.

И, возможно самое главное, предполагается, что ресурс времени школьника на занятия предметом «физика» ничем не ограничен, а это совсем не стыкуется с необходимостью участия школьника в многочисленных обязательных «проектах». Кстати, именно эта необходимость огромных затрат времени и труда для освоения предмета «физика» отталкивают слабо мотивированного школьника от выбора в качестве будущей профессии специальности естественнонаучного или технического направлений.

Действительность совсем не так "радужна", школьники, зачастую, не владеют основными математическими навыками, и, следовательно, сложные математические выкладки им недоступны.

И, не в малой степени, это является следствием:

- отсутствия синхронизации изложения предмета «физика» и математического аппарата;
- воспринимают курс физики именно как механическое сложение "Разделов", не видят взаимосвязи между ними;
- «гуманитариям» не нужен уровень «знать и уметь», а на научно-популярную литературу по физике у них нет времени;
- школьную физику восьмого класса «прошли» и забыли как «гуманитарии», так и «естественники», а на актуализацию знаний фактически не выделен временной ресурс.

Мы основывались на работах Ричарда Фейнмана и Пола Хьюитта, выдающихся популяризаторов наук, методистов преподавания общей физики.

Работы П. Хьюитта посвящены поискам форм изложения материала, как в бумажном, так и в электронном формате, отвечающим задачам получения для самых разных категорий учеников одного из результатов:

- иметь представления;
- понимать;
- знать и уметь.

Актуальность нашего выбора объекта и объясняется тем, что отечественная школа предполагает, что знания должны быть доступны всем категориям учеников, как «гуманитариям», так и «естественникам».

Разработано методическое пособие по теме «Электричество и магнетизм».

Полный набор слайдов составляет 90 страниц.

Текст максимально структурирован:

- не используются математические выражения;
- изложение максимально кратко, смысл каждого слайда можно понять за 2–3 секунды;
- массово используется видеоряд (простые рисунки не перезагружены деталями);
- активно используются элементы смыслодидактики и цветодидактики (слова, несущие основной смысл предложения или раздела выделяются жирным курсивом или цветом).

Основными *рекомендациями пользователям – преподавателям* считаем:

- по возможности *сопровождать* изложение простыми *натурными опытами*;
- обязательно обращать *внимание* школьников *на детали рисунков и опытов*;
- обращать внимание школьников, что *выделены слова, несущие основные смыслы*;
- обращать *внимание* школьников *на физические результаты*;
- составить достаточную *большую базу простых вопросов*, правильные ответы на которые подтверждают понимание темы.

Краткие *рекомендации обучающемуся*:

- вдумчиво и *не торопясь читать* каждый слайд;
- слова, несущие *основной смысл предложения*, выделены *жирным шрифтом*, иногда курсивом;
- слова, которыми изложены *основные идеи раздела* выделены *красным шрифтом*;
- рисунки приборов просты и стилизованы, но обратите *внимание на показание приборов*;

– каждый вопрос повторяется на следующем слайде, но **на втором** вы найдёте **правильный ответ**, поэтому, **не спешите листать**, подумайте;

– если вы хотите научиться решать расчётные задачи, то сравнивайте изложенное с учебником, где больше подробностей и имеется описание не только качественное, но и с помощью математических формул;

– **помните, что после изучения нашего пособия вы сможете ответить только на некоторые качественные вопросы.**

Итак, разработано учебно-методическое пособие в максимальной, а главное, эффективной мере, учитывающее особенности психоэмоционального и когнитивного развития обучающегося.

Можем сказать, что нами впервые в отечественной практике, был создан такого рода обширный презентационный материал из семи разделов курса «Электричество и магнетизм», обеспечивающий усвоение всей темы на уровнях «иметь представление», «понимать». Простота и наглядность данного пособия, однозначно, делает его незаменимым для преподавания физики в непрофильных классах.

Данная разработка может использоваться и как вспомогательный элемент введения в тему в профильных физико-математических и инженерно-технологических классах. Этот тезис получил подтверждение при преподавании физики абитуриентам на «Нулевом курсе» физического факультета.

Форма подачи материала, возможность его самостоятельной проработки может быть предложена и для других разделов курса физики, других естественно-научных дисциплин, в тех классах, где эти дисциплины не являются профильными.

Литература

1. *Е. Я. Файн, М. Б. Файн* «Роль УМО в обеспечении качества образования» Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Качество образования глазами студентов», Ростов-на-Дону – Таганрог, С. 132–137, 2024 г.
2. *И. А. Орлова, Г. Н. Качалин, Е. Е. Файн* «МГУ Саров-образовательное ядро Национального центра физики и математики», Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Качество образования глазами студентов», Ростов-на-Дону – Таганрог, С. 115–119, 2024 г.
3. *И. В. Абакумова*, «Смыслообразование в учебном процессе», диссертация на соискание учёной степени доктора психологических наук. Ростов-на-Дону, 2003 г.

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ ЮФУ

Файн М. Б.¹, Файн Е. Я.¹, Файн Е. Е.²

¹ *ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет,
г. Ростов-на-Дону,*

² *Филиал МГУ, г. Саров*

E-mail: mbfain@sfedu.ru, fain@sfedu.ru, fayneugen@yandex.ru

В последние годы, с переходом на компетентностный подход в образовании, чётко прослеживается тенденция увеличения доли самостоятельной работы студентов. При этом возникает необходимость в смещении акцентов с процесса преподавания в сторону процесса учения. Но для эффективности данной формы работы требуется серьёзная подготовка по формированию навыков и умений самостоятельной и познавательной деятельности студентов, контроля и планирования ими учебного времени, а также методического обеспечения и оборудования.

Методика организации самостоятельной работы студентов при изучении фундаментальных дисциплин в вузе зависит от структуры, направленности, трудоёмкости изучаемой дисциплины. При организации такого вида деятельности необходимо учитывать количество часов самостоятельной работы по учебному плану, вида заданий, уровня подготовки студентов и условий учебной деятельности.

Практика показывает, что единую и универсальную методику организации самостоятельной работы при обучении фундаментальным дисциплинам разработать и применить можно, но результаты могут различны.

В первую очередь, на это влияет разный уровень готовности студентов к реализации требований к самостоятельной работе. Особенно это наблюдается на первом курсе, когда студенты поступают в вуз, имея не только разный знаниевый уровень по дисциплине, но и разный опыт самостоятельности работы и навыков её организации. Условно студентов можно разделить на две категории. К первой символично отнести студентов, которые обладают универсальными учебными компетенциями (самостоятельный поиск информации, логическое мышление, проведение вычислений и измерений, проектирование). Во вторую группу можно выделить студентов с недостаточно сформированными универсальными учебными компетенциями и навыками самоорганизации и самоконтроля.

Согласно действующему в ЮФУ положению о контактной работе, доля самостоятельной должна составлять не менее 50% от аудиторной. Таким об-

разом, из 54 часовой недельной трудоёмкости студентов, 18 часов приходится на самостоятельную работу, а 36 часов на контактную работу с преподавателем. Таким образом, возникает необходимость в создании интегрированной системы организации самостоятельной работы, которая бы учитывала различные формы и современные подходы к обучению. А основными направлениями которой бы являлись активное вовлечение студентов в образовательный процесс и повышение качества образования. обеспечивающую повышение качества образования.

Рассмотрим методику организации самостоятельной работы студентов физического факультета при изучении фундаментальных дисциплин на примере изучения разделов физики.

Подготовительный этап заключается в определении целей и задач изучаемой дисциплины, составление программы самостоятельной работы и её методического обеспечения. Отдельным вопросом является и организация рабочего места студента, необходимого для конкретной формы работы. На данном этапе лектор определяет какие из форм самостоятельной работы предусматривает изучение дисциплины. Это могут быть: подготовка к лекциям, семинарским или лабораторным занятиям по физике, выполнение индивидуальных домашних контрольных работ, подготовка к коллоквиуму, написание курсовых работ, подготовка тезисов и участие в конференции по тематике дисциплины. Важным аспектом является подготовка к экзаменам, которые предусмотрены по всем разделам физики. Такие современные методы, как проектная деятельность, кейс-методы, использование информационных технологий тоже могут быть применены при освоении разделов физики. Эти методы не только способствуют более глубокому усвоению материала, но и помогают студентам развивать навыки работы в команде, критического мышления и креативности. Но при внедрении таких методов организации самостоятельной работы мы учитываем индивидуальные особенности студентов в каждой группе, т.к. они по-разному воспринимают и усваивают информацию. Поэтому мы сочетаем разные формы и методы организации самостоятельной работы и это сказывается на итоговых результатах освоения физики. А формирование индивидуальных заданий, персонализированных под каждого студента, улучшает мотивацию и вовлеченность студентов в образовательный процесс.

При этом мы используем не только индивидуальную работу, но и групповую форму самостоятельной работы, которая позволяет развивать навыки взаимодействия, коллективной работы и критического мышления. Поэтому мы комбинируем оба подхода, достигая баланса между индивидуальной и коллективной ответственностью при достижении результата.

Одним из успешных примеров может служить выполнение курсовой работы по разделу физика. Так студенты получают возможность самим

сформировать группы по 2–3 человека и сформулировать тему курсовой работы. Нужно отметить, что начиная с первого курса, характер работ является прикладным. Что позволяет студентам на практике применить теоретические знания. В рамках выполнения работы студенты создают прототип физической установки, создают демонстрации физических законов и явлений. Некоторые установки дополнили как фонд демонстрационного кабинета кафедры общей физики и используются лекторами на занятиях, так и копилку демонстрационных установок студенческого научного общества физического факультета.

Ещё одной эффективной формой организации самостоятельной работы является индивидуальная домашняя контрольная работа. Студенты не просто представляют решение физических задач по теме с подробным объяснением хода решения, но и «защищают» свою работу перед преподавателем. Давая объяснения и аргументируя правильность применения используемых физических формул и законов. Такая детальная проработка контрольной работы требует от студентов знания теоретического материала, что является хорошим фундаментом, в качестве подготовки к предстоящему экзамену.

Одной из инновационных методик, которая применяется последнее время, особенно на первом курсе, это система наставничества студентами старших курсов. Старшекурсники помогают осваивать сложные темы по физике и математического анализа параллельно с преподавателями, реализующими дополнительные «выравнивающие» курсы. Студенты-наставники также помогают развивать навыки самоорганизации, планирования организации учебной деятельности и личной ответственности за результативность.

Если рассматривать в целом, то именно комбинирование различных подходов к организации самостоятельной работы, может способствовать большей вовлеченности всех участников образовательного процесса и учитывать индивидуальные возможности и образовательные запросы каждого студента. При этом, необходимо учитывать, что методика не может быть жёстко зафиксированной, а должна быть гибкой и адаптивной, чтобы отвечать запросам студентов и соответствовать тенденциям современного образования. В связи с этим, необходимо выявлять лучшие практики и делиться ими на методических семинарах, курсах повышения квалификации.

Отдельный вопрос при организации самостоятельной работы – это получение обратной связи, как от преподавателя студенту, так и от студента к преподавателю. Наличие такой системы обратной связи на физическом факультете способствует как корректировке при составлении рабочей программы дисциплины преподавателем и разработке эффективных методик организации образовательного пространства, так и повышает мотивацию студентов при изучении физики, как одной из фундаментальных дисциплин, формирующих профессиональные компетенции студентов и выпускников.

Ведь, возрастающая конкуренция вузов за абитуриентов, требует подтверждения качества, реализуемых ими программ. Такую адекватную оценку подготовленности и конкурентоспособности выпускников физического факультета ЮФУ, в том числе формирует оценка самостоятельной работы студентов, являющаяся одной из составляющей программы курса.

Исследования по методике организации самостоятельной работы студентов будет всегда актуальным, так как она должна отвечать современным требованиям образования и отвечать на её вызовы. А также учитывать особенности и запросы контингента.

Таким образом, организация самостоятельной работы студентов при изучении разделов физики является многогранной и актуальной задачей, требующей комплексного подхода. Эффективная методика, основанная на современных методах и рекомендациях, может значительно улучшать качество образования и готовить студентов к успешной профессиональной деятельности. Важно, чтобы все участники образовательного процесса – преподаватели, студенты и администрация вузов – работали совместно для достижения этой цели, создавая условия для активного и продуктивного обучения.

Литература

1. *Е. Я. Файн, М. Б. Файн «Роль УМО в обеспечении качества образования» Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Качество образования глазами студентов». Ростов-на-Дону – Таганрог, 132–137 с., 2024 г.*
2. *И. А. Орлова, Г. Н. Качалин, Е. Е. Файн «МГУ Саров-образовательное ядро Национального центра физики и математики», Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Качество образования глазами студентов». Ростов-на-Дону – Таганрог, 115–119 с., 2024 г.*
3. *Самостоятельная работа студентов: виды, формы, критерии оценки : [учеб.-метод. пособие] / [А. В. Меренков, С. В. Куньщиков, Т. И. Гречухина, А. В. Усачева, И. Ю. Короткова; под общ. ред. Т. И. Гречухиной, А. В. Меренкова] ; М-во образования и науки ос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 80 с*
4. *А. Ю. Беляев Методические основы организации самостоятельной работы студентов в вузе // Высшее образование сегодня. – 2021. – № 4. – С. 36–41.*

РАЗНОМАСШТАБНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЕМОНСТРИРУЮТ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

Федоренко К. К.¹, Рошаль Д. С.¹, Рошаль С. Б.¹,
Багдигян С.²

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет,
г. Ростов-на-Дону

² Университет Монпелье, Монпелье, Франция

E-mail: fedorenkokiri@bk.ru

Минимизация свободной энергии играет ключевую роль в формировании структур на различных уровнях организации живых систем. Это фундаментальное свойство наблюдается как в квантовых и атомных системах, так и в сложных биологических структурах. Одним из наиболее наглядных примеров является эпителиальная ткань, формирующаяся по принципу плотной упаковки клеток. Интересно, что аналогичные топологические свойства наблюдаются и в колониях кораллов семейства Faviidae, что позволяет рассматривать их как системы для изучения универсальных механизмов самоорганизации в биологии.

В данном исследовании рассматриваются коралловые колонии семейств Faviidae, Montastraeidae и Merulinidae, а также эпителиальные ткани многоклеточных организмов, включая растительные и животные эпителии. Коралловые колонии состоят из множества полипов, которые образуют жесткие структуры, тогда как эпителиальные монослои представлены отдельными клетками, образующими гибкие ткани. Сравнение этих систем важно для понимания универсальных закономерностей, определяющих формирование биологических структур.

В ходе исследования было рассмотрено около 10 000 виртуальных срезов 10 коралловых колоний из трех семейств: Faviidae, Montastraeidae и Merulinidae. Срезы, содержащие более 20 полипов, анализировались с помощью программного обеспечения на языке Python. Для топологического анализа использовались триангуляция Делоне и разбиение Вороного, позволяющие определить число соседей для каждого полипа. Также были измерены площади полипов на основании построенной мозаики Вороного. Это позволило оценить степень топологического баланса системы [1].

В исследовании применялось моделирование упаковки структурных единиц, основанное на алгоритме псевдослучайной упаковки дисков, с последующей оптимизацией их расположения с учетом эффекта отталкивания. Использовался потенциал отталкивания в виде:

$$V_{ij} = \begin{cases} \left(\frac{2\sigma}{r_{ij}}\right)^{12} - 1, & r_{ij} \leq 2\sigma; \\ 0, & r_{ij} > 2\sigma; \end{cases} \quad (2)$$

где r – расстояние между центрами структурных единиц, σ – эффективный радиус взаимодействия.

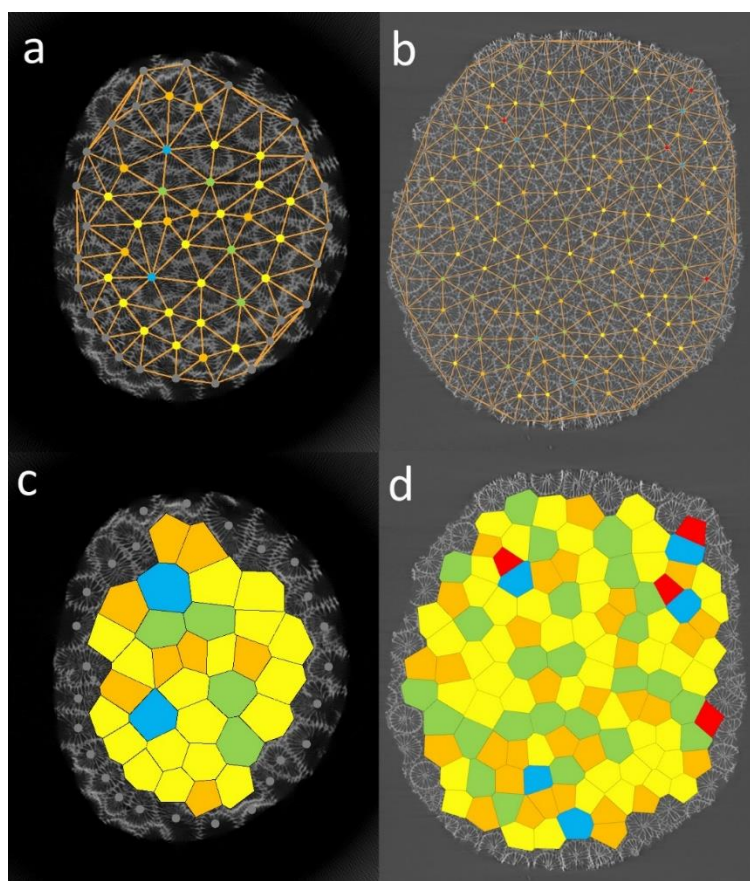


Рис. 1. Топология срезов коралла *Favia Favus*. (a-d) Топологическая характеристика двух срезов. (a, b) На срезы наложены триангуляции Делоне.

(c, d) Тесселяции Вороного, соответствующие триангуляциям.

Узлы триангуляции являются геометрическими центрами полипов.

Красный, оранжевый, желтый, зеленый и синий цвета соответствуют полипам/клеткам Вороного с четырьмя, пятью, шестью, семью и восемью соседями соответственно

Полученные данные показали, что топологическое распределение полипов в колониях *Faviidae* и *Montastraeidae* соответствует распределению, типичному для пролиферативного эпителия растений и животных [2–3].

Дополнительно проведенный анализ распределения площадей показал, что полуширина распределения ячеек Вороного по площади в *Faviidae*

составляет примерно 0.30, что сопоставимо с аналогичными значениями для нормальных эпителиальных монослоев:

$$\Delta S/S_{avg} \approx 0.30.$$

Для Merulinidae наблюдались небольшие отклонения от этого распределения, что может быть связано с особенностями строения их полипов. Распределение площадей полипов оказалось близким к аналогичным данным по эпителиальным монослоям, таким как пролиферативный эпителий шейки матки человека (HCerEpiC) и огурца (Cucumis). В смоделированных структурах была достигнута высокая степень соответствия экспериментальным данным при использовании потенциала короткодействующего отталкивания.

Настоящее исследование демонстрирует, что универсальные топологические принципы распространяются не только на клеточные монослои, но и на популяционный уровень организации живых организмов, как это показано на примере коралловых колоний. Выявленные закономерности подтверждают гипотезу о существовании общего механизма структурирования биологических систем, связанного с эффектами отталкивания между их элементами. Дальнейшие исследования могут быть направлены на учет динамических процессов роста и деления структурных единиц, а также на рассмотрение анизотропных факторов, влияющих на их упаковку.

Литература

1. Roshal D., Fedorenko K., Martin M., Baghdiguian S., Rochal S. (2024). Topological balance of cell distributions in plane monolayers. J. Phys.: Condens. Matter, 36(26), 265101.
2. Roshal D. S., Martin M., Fedorenko K., Golushko I., Molle V., Baghdiguian S., Rochal S. B. (2022). Random nature of epithelial cancer cell monolayers. J. R. Soc. Interface, 19, 20220026.
3. Roshal D. S., Azzag K., Fedorenko K. K., Rochal S. B., Baghdiguian S. (2023). Topological properties and shape of proliferative and nonproliferative cell monolayers. Phys. Rev. E, 108, 024404.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ РАБОТЕ С БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ В ФОРМАТЕ ДАТА-ЭКСПЕДИЦИЯ

Фидрик Ю. П., Блинова Е. Е.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: fidrik@sfedu.ru*

Метод проектной деятельности является одним из ключевых в современной дидактике, его применение особенно актуально при организации образовательного процесса в сфере анализа больших данных. Формат Дата-Экспедиции предполагает применение метода проектов в обучении работе с большими данными, что способствует развитию у обучающихся аналитического мышления, исследовательских навыков и умений работать с массивами информации.

Проектная деятельность как метод познания активно применялась еще в XIX веке, в частности, выдающимся русским мыслителем Н. Ф. Федоровым, который подчеркивал важность соединения теоретических знаний с практической реализацией идей. Его концепция познания как «проекта дела» находит отражение в современных подходах к обучению информатике, где теория данных тесно связана с их обработкой и интерпретацией.

Исторически метод проектов применялся в различных образовательных контекстах. В XIX веке в США он использовался для обучения сельскохозяйственных рабочих, а в XX веке американский философ и педагог Дж. Дьюи развил этот метод в прагматической педагогике, ориентированной на личные интересы учащихся. Метод проектов, будучи направленным на решение реальных проблем, нашел широкое применение в образовании, а его интеграция в обучение информатике и анализу данных становится особенно актуальной в связи с растущей потребностью в специалистах, умеющих работать с данными и принимать решения на их основе.

Использование формата Дата-Экспедиции в рамках проектного метода вносит новые аспекты, так как он ориентирован на решение задач, связанных с обработкой, анализом и визуализацией больших объемов данных (рис. 1). Ключевым моментом является осознание учащимися своей личной заинтересованности в получении знаний и навыков, необходимых для работы с информационными массивами. Такой метод предполагает анализ актуальных задач с практическим значением, таких как прогнозирование погодных условий на основе объемных данных или изучение потребительского спроса на товары с учетом временных факторов.

Ключевой аспект проектирования в сфере больших данных состоит в разработке новых моделей, алгоритмов и инструментов для обработки информации. В этом процессе учитель выступает в роли модератора, направляя студентов и помогая им находить необходимые источники данных, но не выполняя задачи за них. Учащиеся должны самостоятельно создавать модели, применять статистические методы, использовать языки программирования и инструменты машинного обучения для достижения результатов.

Метод проектов в формате Дата-Экспедиции направлен на повышение интереса студентов к анализу данных посредством решения исследовательских задач, которые требуют знаний в таких областях, как математика, статистика, программирование и визуализация данных.



Рис. 1. Разнообразие задач

Данный метод не просто способствует углублению знаний, но и демонстрирует их практическое применение в профессиональной сфере.

Например, ученики могут проанализировать влияние демографических показателей на распространение цифровых технологий, используя открытые базы данных и современные аналитические инструменты.

Проектный метод предполагает самостоятельную работу учащихся, которая может осуществляться индивидуально, в парах или группах. При этом важно, чтобы работа с данными велась в формате кооперации, что позволит обучающимся обмениваться знаниями и применять коллективный подход к решению поставленных задач. Методика организации и проведения Дата-Экспедиции представлена на рисунке 2.

Данный подход основывается на принципах кооперативного обучения, что является особенно значимым при работе с большими данными. Анализ таких массивов информации предполагает распределение задач между участниками проекта и тесное взаимодействие для достижения результата.

В рамках Дата-Экспедиции проект может охватывать этапы сбора, очистки, анализа данных, визуализации и интерпретации полученных результатов (рис. 3).

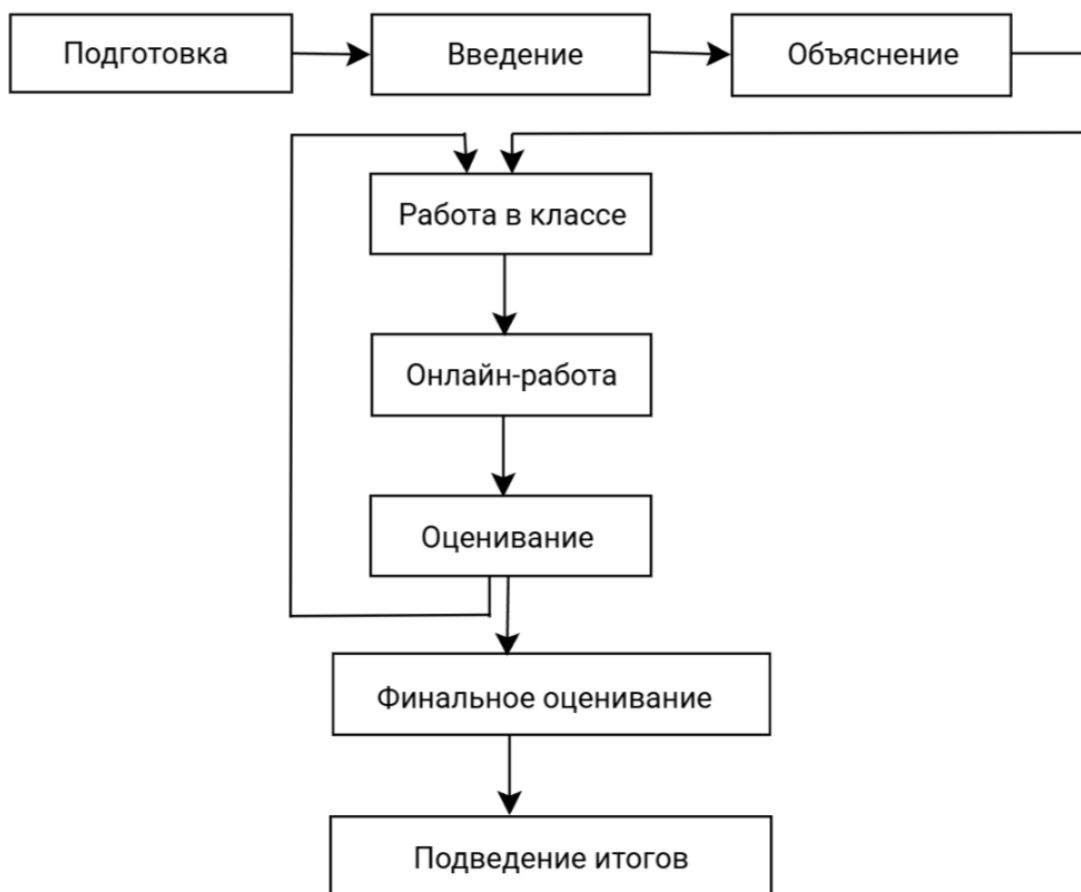


Рис. 2. Методика проведения Дата-Экспедиций

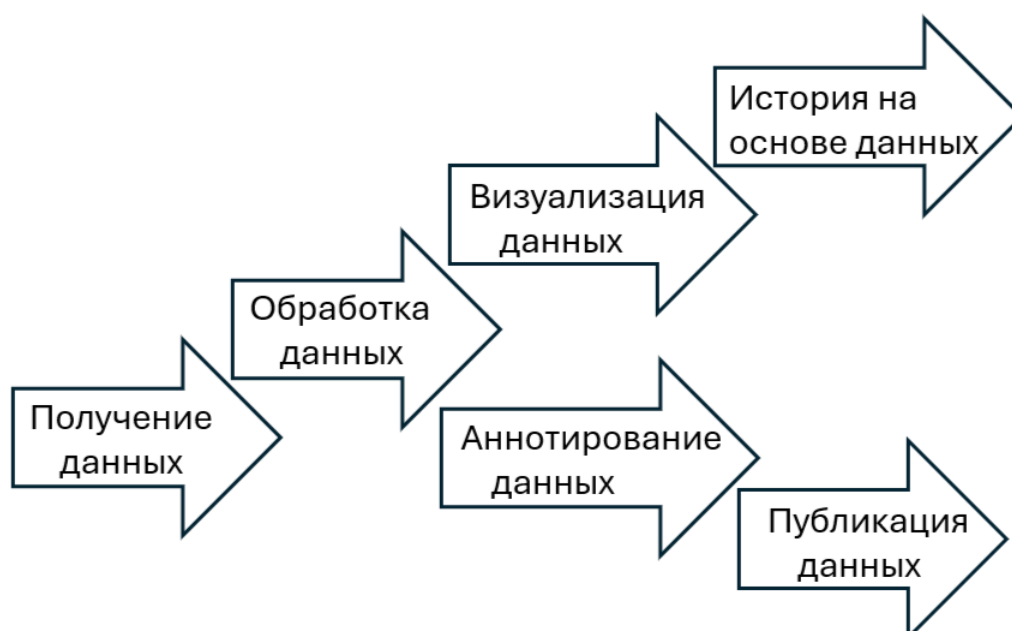


Рис. 3. Дата-Экспедиции: этапы работы с данными

Например, проект по изучению изменения климата на основе данных спутникового мониторинга потребует использования методов машинного обучения для прогнозирования температурных аномалий, что позволит учащимся не только освоить инструменты аналитики, но и понять их применение в решении глобальных проблем.

Современные исследования в области образовательной методологии подчеркивают необходимость интеграции цифровых технологий в проектную деятельность. Немецкие педагоги И. Шнайдер и И. Бём рассматривают проект как способ организации учебной деятельности с целью стимулирования интереса учащихся к исследованию. В контексте работы с большими данными метод проектов приобретает новые измерения, поскольку требует не только интеллектуального, но и технического оснащения: работы с облачными платформами, базами данных и инструментами анализа информации.

Е. С. Полат отмечает, что метод проектов способствует развитию критического мышления, способности ориентироваться в информационном пространстве, что особенно важно для работы с большими данными. В обучении информатике этот метод играет центральную роль, так как позволяет интегрировать знания из различных дисциплин, что делает процесс обучения более практико-ориентированным.

Выбор тематики проектов в Дата-Экспедиции зависит от образовательных задач и интересов учащихся. Это могут быть исследования в области искусственного интеллекта, анализа социальных сетей, обработки медицинских данных или автоматизации бизнес-процессов. Важно, чтобы учащиеся могли применять полученные знания на практике и видеть результаты своей работы, что повышает мотивацию к обучению.

Эффективность проектной деятельности определяется многочисленными факторами, включающими глубину анализа данных, качество их визуализации, интерпретацию полученных результатов и практическую ценность проекта.

Так, в исследовательских проектах особое внимание уделяется последовательности этапов работы и логической стройности выводов. В то же время игровые проекты могут использовать элементы соревнования, стимулирующие активное вовлечение учащихся в процесс.

Применение метода проектов в рамках Дата-Экспедиции, направленной на обучение работе с большими данными, открывает новые перспективы для развития у обучающихся востребованных в современной цифровой экономике навыков. Данный подход не только способствует освоению технологий анализа информации, но и формирует умение принимать взвешенные решения на основе данных, что является ключевой компетенцией в XXI веке.

Литература

1. *Иванова Л. В., Бударкова А. В.* Средства организации проектной деятельности по информатике для развития универсальных учебных действий старшеклассников. Информатика в школе. 2020; (10): 11–18.
2. *Кравцова А. Ю., Кириченко И. Б.* Методические аспекты использования метода проектов на уроках информатики // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2003. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-aspekty-ispolzovaniya-metoda-proektov-na-urokakh-informatiki> (дата обращения: 15.03.2025).
3. Современная гимназия : Взгляд теоретика и практика / [Б. С. Гершунский и др.]; Под ред. Е. С. Полат. – Москва : ВЛАДОС, 2000. – 167 с.
4. *Хаас Лори Э., Лэсли Элизабет* Реализация проектного обучения как личностно ориентированного педагогического подхода: теоретические основы // Вестник МГПУ. Серия: Педагогика и психология. 2019. № 2 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-proektnogo-obucheniya-kak-lichnostno-orientirovannogo-pedagogicheskogo-podhoda-teoreticheskie-osnovy> (дата обращения: 15.03.2025).
5. *Чувгунова О. А.* Информационно-коммуникационно-технологическая компетентность преподавателя вуза: диагностика и развитие // Открытое образование. 2019. № 3. С. 49–61.
6. *Шевцова И. В.* Методика обучения работе с цифровыми данными // Открытое образование. 2020. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-obucheniya-rabote-s-tsifrovymi-dannymi> (дата обращения: 15.03.2025).

ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПОЛОГИИ БИМОРФА С УЧЕТОМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Фоменко Е. И., Оганесян П. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: elfomenko@sfedu.ru

Топологическая оптимизация – это метод поиска наилучшего распределения материала в заданной области проектирования. Этот процесс основывается на предварительно установленных граничных условиях и наборе ограничений, таких как нагрузки, механические свойства материалов или допустимые деформации. Итоговый результат обычно имеет целью максимизацию производительности системы или минимизацию затрат при одновременном сохранении или улучшении функциональных характеристик [1].

Пакет ACELAN-COMPOS представляет собой программный пакет конечных элементов, предназначенный для решения задач со связанными полями, такими как электроупругие задачи. Поведение упругих и электроупругих тел описывается следующими уравнениями и определяющими соотношениями:

$$\rho_j \omega^2 \ddot{\mathbf{u}} - \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} = \mathbf{f}_j; \nabla \cdot \mathbf{D} = 0;$$

$$\boldsymbol{\sigma} = \mathbf{c}_j^E \cdot \boldsymbol{\varepsilon} - \mathbf{e}_j^T \cdot \mathbf{E}; \mathbf{E} = -\nabla \varphi;$$

$$\mathbf{D} + \zeta_d \dot{\mathbf{D}} = \mathbf{e}_j \cdot \boldsymbol{\varepsilon} + \varepsilon_j^S \cdot \mathbf{E}; \boldsymbol{\varepsilon} = (\nabla \mathbf{u} + \nabla \mathbf{u}^T) / 2,$$

где $\boldsymbol{\sigma}$ – тензор напряжений, ρ_j – плотность тела, $\boldsymbol{\varepsilon}$ – тензор деформаций, $\mathbf{u}$ – вектор перемещений, $\mathbf{D}$ – вектор электрической индукции, $\mathbf{E}$ – вектор напряженности электрического поля, $\mathbf{f}_j$ – вектор массовых сил, φ – электрический потенциал, $\mathbf{c}_j^E$, $\mathbf{e}_j^T$, ε_j^S – тензоры упругих констант, пьезомодулей и диэлектрических проницаемостей, индекс j отвечает номеру тела в модели.

Для оптимизации топологии упругих и электроупругих тел в пакете ACELAN-COMPOS реализован двунаправленный эволюционный метод оптимизации (BESO) [4, 5].

Для оптимизации топологии в пакете необходимо иметь модель оптимизируемого устройства, а также данные для оптимизации: ограничения оптимизации, процент удаляемого материала, количество элементов для удаления за один шаг и функцию для оценки чувствительности элемента. Процесс оптимизации выполняется до тех пор, пока не будет достигнуто ограничение либо максимальное число шагов оптимизации. Для того чтобы избежать перестроения конечноэлементной сетки в процессе изменения топологии

конструкции, удаление материала производится путем присвоения удаляемому элементу эффективных свойств псевдоматериала, имитирующего пустоту.

Результатом оптимизации в пакете ACELAN-COMPOS является набор файлов для каждого шага оптимизации: сетки в формате .nas для экспорта в сторонние пакеты и в собственном формате .jam на основе синтаксиса JSON для отображения в ACELAN-COMPOS.

В качестве модельной задачи рассмотрим модель устройства, состоящего из двух пластин (Рис. 1). Моделирование проводилось в пакетах ACELAN-COMPOS и COMSOL. Нижняя пластина выполнена из упругого материала, верхняя — пьезоэлемент из керамики PZT-4. Для получения симметричного результирующего дизайна решаются две задачи с симметричными граничными условиями: боковые грани жестко закреплены, на верхнюю действует давление 10 Па.

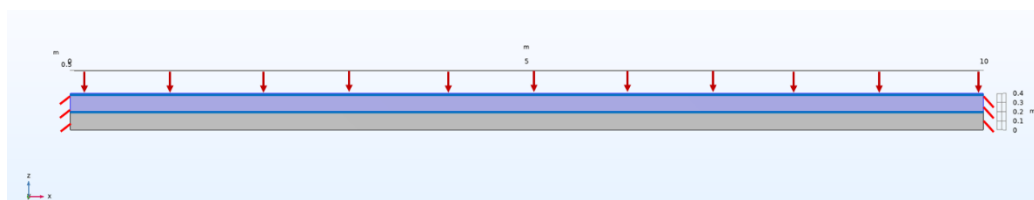


Рис. 1. Форма устройства

В ходе исследования задача топологической оптимизации была решена методом BESO. Оптимизация проводилась до удаления 50% упругой части, за один шаг удалялся 1% элементов и восстанавливается в 2 раза меньше элементов. В качестве материала для удаления выступает воздух. В качестве целевой функции оптимизации выступают максимальные усредненные напряжения, а в качестве ограничений: объем тела и максимальные усредненные деформации. Одна из полученных топологий представлена на рисунке 2.

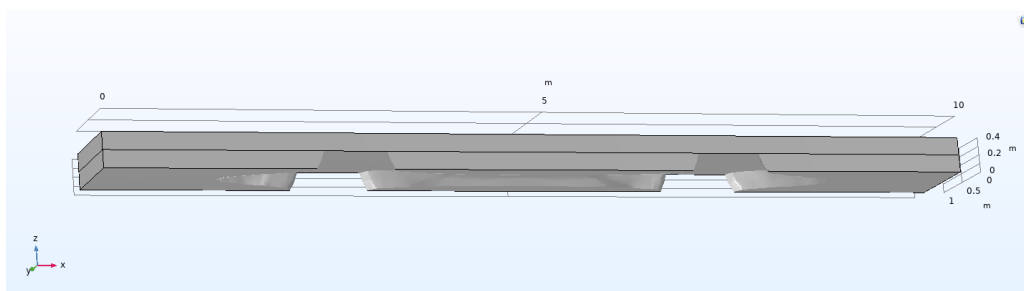


Рис. 2. Оптимизированная форма устройства

Было проведено сравнение разработанного модуля и средств оптимизации в пакете COMSOL. Разработанный модуль оптимизации может использоваться для проведения серии численных экспериментов, направленных на создание эффективных дизайнов пьезоэлектрических преобразователей.

Литература

1. *Bendsøe, M. P.* Topology Optimization: Theory, Methods and Application / M. P. Bendsøe, O. Sigmund; – М. : Berlin: Springer, 2003. – 370 p.
2. *Оганесян, П. А.* Оптимизация топологии конструкций в пакете Abaqus / П. А. Оганесян, С. Н. Шевцов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 6(2). – С. 543–549.
3. *Huang, X.* Evolutionary topology optimization of continuum structures: Methods and applications / X. Huang, Y. M. Xie; – М. : N.-Y.: Wiley, 2010. – 217 p.
4. *Xia, L.* Bi-directional Evolutionary Structural Optimization on Advanced Structures and Materials: A Comprehensive Review / L. Xia, Q. Xia, X. Huang, Y. M. Xie // Archives of Computational Methods in Engineering. – 2016. – № 25(2). – P. 437–478.
5. *Ghabraie, K.* An improved soft-kill BESO algorithm for optimal distribution of single or multiple material phases / K. Ghabraie // Structural and Multidisciplinary Optimization. – 2015. – № 52(4). – P. 773–790.

РЕАЛИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ RESIZE НА ТЕНЗОРНЫХ ПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЁРТКИ

Хачумов О. А., Демяненко Я. М.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: olegkhachumov@gmail.com, demyana@sfedu.ru

Тензорные процессорные устройства (TPU) [1] активно используются для ускорения вычислений в машинном обучении. TPU разработаны для оптимизации операций, которые доминируют в нейронных сетях, таких как матричные умножения и свёртки. Они обеспечивают значительное ускорение по сравнению с центральными процессорами (CPU) и графическими процессорами (GPU) [1].

Операция изменения размера изображения (Resize) [2] является одной из ключевых операций компьютерного зрения. Такие операции возникают как при подготовке данных для нейронных сетей, так и внутри самих моделей глубокого обучения. Фреймворки глубокого обучения, такие как, Tensorflow, PyTorch, ONNX имеют свои реализации операций Resize, которые выполняются как на CPU, так и на GPU. Однако выполнение таких операций на TPU может быть затруднено из-за того, что в отличие от GPU, TPU не поддерживают произвольное программирование CUDA-ядер. В TPU отсутствует возможность напрямую реализовать алгоритмы билинейной и бикубической интерполяции [2] из-за ограничений программной модели TPU. Основные операции, эффективно выполняемые на TPU: матричное умножение, свёртки, основные арифметические операции. Отсюда следует, что реализация операции Resize должна основываться на операциях, которые поддерживаются аппаратно и могут быть выполнены с максимальной эффективностью.

В данной работе предлагается подход к реализации операций Resize с использованием свёрточных (Conv2D) [3] слоёв, что позволяет реализовать данную операцию в принципе, при этом используя ресурсы TPU оптимальным образом.

Операция Resize имеет основные параметры размер исходного изображения, размер выходного изображения и метод интерполяции. В данной работе рассмотрены следующие методы интерполяции: билинейная (bilinear), бикубическая (bicubic) и метод ближайшего соседа (nearest).

Рассмотрим алгоритм изменения размера изображения для случая с nearest интерполяцией:

1. Операция Resize раскладывается на две: по ширине и по высоте.
2. Далее вычисляются индексы строк или столбцов, значения которых будут использованы для формирования результата операции.
3. Транспонируем входное изображение из (N, H, W, C) в (N, C, W, H) .
4. При помощи вычисленных индексов заполняем матрицу весов свертки.
5. Применяем свертку и получаем уже изображение с новой высотой $(N, C, W, H_{\text{new}})$.
6. Далее транспонируем полученное изображение в формат $(N, H_{\text{new}}, C, W)$.
7. Заполняем матрицу весов для второй свертки при помощи вычисленных индексов.
8. Применяем свертку и получаем уже изображение с новой шириной $(N, H_{\text{new}}, C, W_{\text{new}})$.
9. Транспонируем картинку к исходному формату $(N, H_{\text{new}}, W_{\text{new}}, C)$

Схематично данный алгоритм представлен на рисунках 1 и 2:

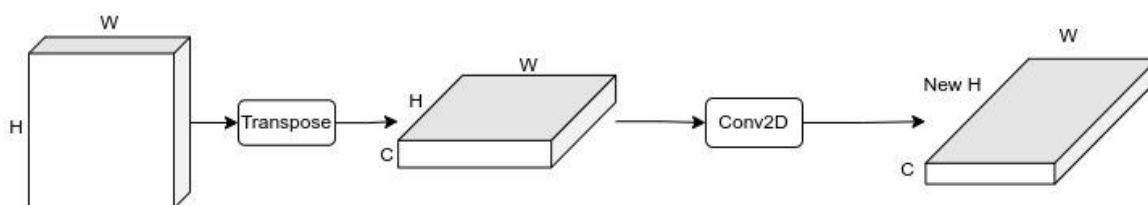


Рис. 1. Схема работы алгоритма Resize в случае nearest интерполяции по высоте

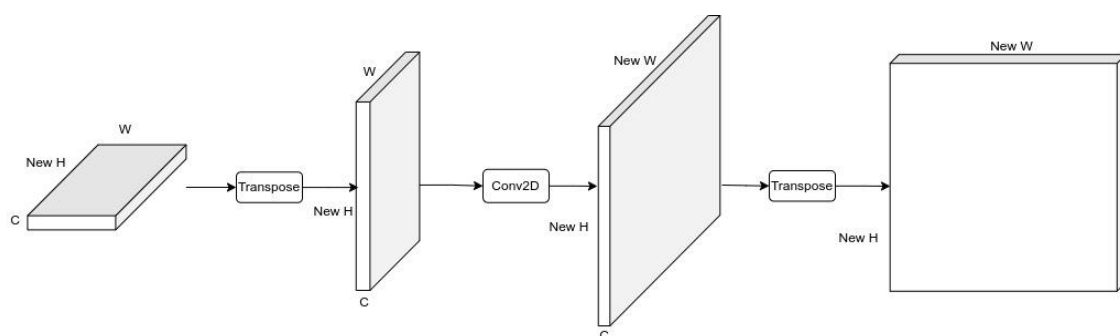


Рис. 2. Схема работы алгоритма Resize в случае nearest интерполяции по ширине

В случае с билинейной и бикубической интерполяцией нам необходимо немного модифицировать наш алгоритм. Рассмотрим алгоритм бикубической интерполяции:

1. Операция Resize раскладывается на две: по ширине и по высоте.
2. Далее вычисляются индексы строк или столбцов, значения которых будут использованы для формирования результата операции.

3. Вычисляются коэффициенты интерполяции [4] для каждого индекса.
 4. Транспонируем входное изображение из (N, H, W, C) в (N, C, W, H) .
 5. При помощи вычисленных индексов заполняем матрицы весов для четырех сверток.
 6. Применяем свертки и получаем 4 изображения с новой высотой $(N, C, W, H_{\text{new}})$.
 7. Умножаем каждое из них на коэффициент интерполяции и складываем результаты между собой.
 8. Далее транспонируем полученное изображение в формат $(N, H_{\text{new}}, C, W)$.
 9. Заполняем матрицу весов для каждой из четырех сверток при помощи вычисленных индексов.
 10. Вычисляем коэффициенты интерполяции.
 11. Применяем свертки и получаем 4 изображения с новой шириной $(N, H_{\text{new}}, C, W_{\text{new}})$.
 12. Умножаем каждое из них на коэффициент интерполяции и складываем результаты между собой.
 13. Транспонируем картинку к исходному формату $(N, H_{\text{new}}, W_{\text{new}}, C)$
- Схематично данный алгоритм представлен на рисунках 3 и 4:

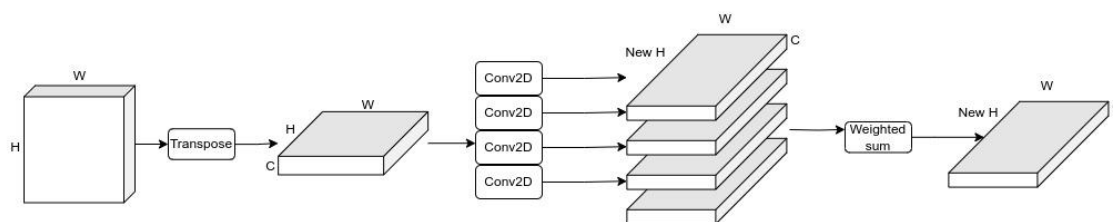


Рис. 3. Схема работы алгоритма Resize в случае bicubic интерполяции по высоте

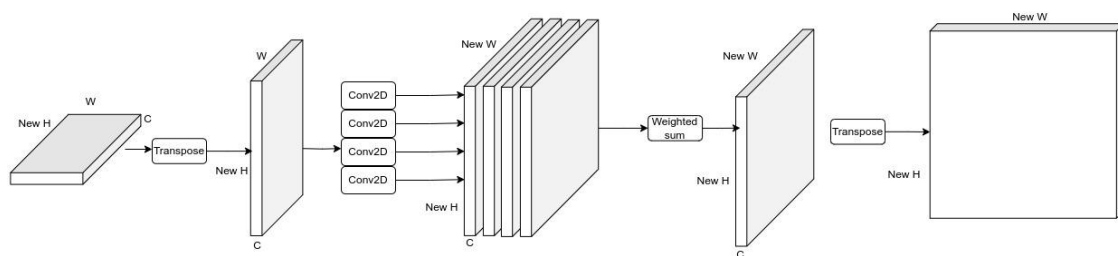


Рис. 4. Схема работы алгоритма Resize в случае bicubic интерполяции по ширине

В качестве эксперимента было проведено сравнение с реализациями методов Resize в tensorflow. В качестве входных данных использовалось изображение с исходным размером (512, 512, 3) и выходным размером (1024, 1024, 3). Референсными значениями служили результаты работы операции `tf.image.resize` [5]. Результатом сравнения является сумма абсолютной

разницы пикселей между выходным изображением, полученным при помощи предложенного алгоритма, и референсным значением. В таблице ниже приведены результаты сравнения:

Таблица 1

Результаты сравнения реализации операции ресайза при помощи операции свертки и реализации в Tensorflow

Метод интерполяции	diff
nearest	0
bilinear	$\sim 1e-5$
bicubic	$\sim 1e-4$

Предложенный метод позволил эффективно реализовать операции Resize на тензорных процессорных устройствах, что критически важно при запуске нейронных сетей. Использование свёрточных слоёв обеспечивает гибкость и адаптивность под различные методы интерполяции.

Литература

1. Jouppi, N. P. In-datacenter performance analysis of a tensor processing unit / Jouppi, N. P., Young, C., Patil, N. [и др.] // In Proceedings of the 44th Annual International Symposium on Computer Architecture – 2017. – С. 1–12.
2. Гонсалес Р., Цифровая обработка изображений. / Гонсалес Р., Вудс Р. – Москва: Техносфера, 2012. – 1104 с.
3. Y. Lecun. Gradient-based learning applied to document recognition / Y. Lecun, L. Bottou, Y. Bengio // in Proceedings of the IEEE, vol. 86, no. 11. – 1998. – С. 2278–2324.
4. R. Keys. Cubic convolution interpolation for digital image processing // in IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, vol. 29, no. 6, – 1982. – С. 1153–1160.
5. Tensorflow documentation, URL: https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/image/resize (дата обр. 16.03.2025).

ОБНАРУЖЕНИЕ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ YOLO11

Хоружая В. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: khoruzhaia@sfedu.ru*

Экология тесно связана с благополучием и здоровьем каждого человека. Проживание в экологически неблагоприятных территориях нередко становится причиной плохого самочувствия, а в долгосрочной перспективе – причиной сокращения ожидаемой продолжительности жизни. В современном мире, где промышленность развивается стремительными темпами, вопрос сохранения экологии становится как никогда актуальным.

Одним из доступных каждому способов поддержания чистоты окружающей среды является сбор и сортировка мусора, однако в больших масштабах такая задача является достаточно ресурсоёмкой. Упростить уборку возможно с помощью использования нейросети, способной обнаружить и классифицировать отходы на изображении. Для этого была выбрана нейросетевая модель YOLO11 [1].

You Only Look Once или YOLO – семейство моделей, основывающихся на свёрточных нейронных сетях и использующихся для обнаружения объектов в режиме реального времени. По сравнению с предыдущими версиями модель YOLO11, вышедшая осенью 2024 года, имеет более высокую точность и скорость обработки изображения при меньшем количестве параметров.

Для обучения модели был выбран датасет [2] на платформе Roboflow [3], содержащий 5460 фотографий, на каждой из которых прямоугольниками размечены расположение отходов и классы, к которому они относятся. Roboflow предоставляет широкие возможности для исследований в области компьютерного зрения, например, удобную маркировку изображений и экспорт разметок в различных форматах, в том числе в формате для YOLO. Есть возможность экспортировать разметку в формате CSV и использовать файл для классификации без детекции.

В датасете присутствуют объекты 42 классов, однако только 11 классов содержат более 100 изображений. Нейросеть, обученная на расширенном с помощью аугментации наборе, наилучший результат распознавания показывает на изображениях с однотонным задним фоном из классов, содержащих наибольшее количество фотографий, а именно на изображениях с алюминиевыми банками или пластиковыми бутылками.



Рис. 1. Пример изображения, обработанного моделью YOLO11

На текущем этапе для улучшения распознавания проводится объединение немногочисленных классов с основными, а также выполняется сбор и разметка новых изображений для более равномерного распределения по классам. Модель экспортирована в формат TFLite для последующей возможности использования в мобильном приложении.

Литература

1. Документация Ultralytics YOLO11: <https://docs.ultralytics.com/ru>.
2. Описание датасета: <https://universe.roboflow.com/projectverba/yolo-waste-detection/dataset/1>.
3. Документация Roboflow: <https://docs.roboflow.com/>.

ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

Цветянский А. Л., Монастырский Л. М.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

физический факультет,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: Altsvetyansky@sfedu.ru; Lmmonastyrsky@sfedu.ru

Научная и педагогическая общественность активно обсуждает надвигающиеся изменения в преподавании фундаментальных дисциплин. Необходимость такого шага объясняется совершенно неудовлетворительными знаниями физики и математики выпускниками инженерных специальностей технических вузов и университетов. Чтобы принять правильные решения этой серьезнейшей проблемы необходимо разобраться в причинах ее возникновения. Не претендуя на истину в последней инстанции, попробуем высказаться на этот счет на примере изучения физики. Не секрет, что во всем мире и у нас последние десятилетия неуклонно падает интерес к изучению физики. Молодежь больше привлекают гуманитарные предметы, не требующие знания, а главное понимания, разнообразных законов природы. Нет необходимости хорошо знать и понимать, связанные с физикой законы химии, биологии и, конечно, математики. Популярное сегодня направление IT в рабочих программах обучения не использует физику вообще (например, мехмат), либо сократило ее преподавание до минимума. За предлагаемые программой двух семестровое обучение основ общей и квантовой физики невозможно передать студентам информацию, которая обязательно будет им необходима в рабочей жизни. Отсюда и частые нарекания работодателей на плохую подготовку выпускников технических специальностей в области фундаментальных дисциплин.

Наличие спада интереса к физике наглядно проявляется в уменьшение числа выпускников школ, сдающих ЕГЭ, ежегодно примерно на 25 процентов. А из оставшегося количества выпускников школ, лучшие (высокобалльники по ЕГЭ и победители многочисленных олимпиад) уезжают в вузы страны: Москва, Петербург, Казань, Томск и др. Кстати, большинство из этих выпускников проходят дополнительную подготовку на базе университетских подразделений ЮФУ. Это приводит к вымыванию лучших выпускников школ, в данном случае Ростовской и граничащей с ней областей, из числа наших потенциальных абитуриентов студентов, что делает в дальнейшем не конкурентоспособными периферийные вузы со всеми вытекающими последствиями. Тут же следует отметить низкий уровень подготовки по физике в большинстве школ.

В это же время у многочисленных представителей педагогического направления (не имеющих никакого представления о преподавании фундаментальных дисциплин, в частности физики в высшей школе) имеется мнение, что решение этого вопроса может лежать в плоскости изменения формы преподавания фундаментальных дисциплин (лекция, физический практикум, семинарские занятия). Предлагается совершенно несвойственный, хорошо проверенному отечественному методу образования, зарубежный опыт. Хотя некоторые элементы зарубежного опыта представляют несомненный интерес и могут найти применение.

Но как же повысить качество обучения фундаментальным дисциплинам, на примере физики. Конечно, в первую очередь, это реформа не высшей школы, а средней школы. Необходимо также изменение сознания гражданского общества. Обучение в технических вузах, изучение фундаментальных наук должно стать престижным, а работа по этим специальностям должно стать значимым для общества и государства и, конечно, высокооплачиваемой.

Что уже сейчас делается на физическом факультете ЮФУ в этом направлении.

Разнообразные формы профориентационной работы. Это встречи с учителями и школьниками школ Ростова и Ростовской области. Различные формы олимпиад, Дни открытых дверей, Шаг в физику и др. с целью привлечения к поступлению в ЮФУ. Другая важная сторона работы – это работа с первокурсниками. Проведение входного тестирования позволяет оценить уровень знаний контингента, пришедшего на 1 курс. Как правило результаты входного контроля значительно хуже заявленных в ЕГЭ. Для дополнительных занятий по физике привлекаются студенты старших курсов. Занятия проводятся в не урочное время. Преподаватели, проводящие семинарские занятия, используют различные методические приемы для большего вовлечения студентов в работу. Следует отметить и мешающий фактор – большое количество студентов в группе. При этом их уровень очень сильно отличается. Это не позволяет изучать предмет на должном уровне. Возможны введения в программу обучения дополнительного курса «Элементарная физика».

В заключении отметим, нам необходимо использовать все меры и способы для улучшения подготовки студентов в области фундаментальных дисциплин: это и работа школ (в первую очередь), обязательный экзамен по физике для все выпускников школ, увеличение числа часов аудиторных занятий по фундаментальным дисциплинам и т. д. Только целенаправленная и кропотливая работа на всех уровнях, использование богатейшего отечественного опыта позволит изменить подготовку по фундаментальным дисциплинам к лучшему. Но все это не принесет быстрый результат. Слишком много утеряно!

ПРЕИМУЩЕСТВА ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАТИКИ В РАЗЛИЧНЫЕ ШКОЛЬНЫЕ ПРЕДМЕТЫ

Чаплыгина Л. Ю.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: Lkos@sfedu.ru*

На протяжении последних десятилетий информатика стала неотъемлемой частью современного образования. Ее роль и значимость возрастают с каждым годом, поскольку компьютерные технологии проникают во все сферы нашей жизни. Таким образом, преподавание информатики становится все важнее, и вместе с тем возникает необходимость интегрировать ее в другие предметы. В данной статье рассматриваются преимущества интеграции информатики в учебные планы по различным школьным предметам, таким как математика, биология, география, химия, история и обществознание. Обоснована необходимость использования информационных технологий и компьютерных систем для повышения качества образования и формирования у обучающихся навыков XXI века.

1. Информатика предоставляет мощные инструменты для решения математических задач. Использование программного обеспечения для вычислений, таких как MATLAB, GeoGebra, Mathematica, позволяет учащимся визуализировать математические концепции и проводить сложные вычисления, что повышает понимание учащимися абстрактных математических концепций (Шевченко, 2018). Это увеличивает интерес и понимание тем, таких разделов математики как алгебра, геометрия и статистика.

2. В биологии информатика используется для анализа данных, например, в геномике и экологии. Программное обеспечение для моделирования биологических процессов помогает учащимся понять сложные системы и взаимодействия в природе. Это, в свою очередь, способствует развитию аналитических навыков (Кузнецов, 2019). Также информатика находит применение в биоинформатике, что позволяет анализировать генетические данные и моделировать биологические процессы. Использование специализированных программ, таких как BLAST для поиска последовательностей ДНК, помогает учащимся развивать навыки работы с большими объемами данных и формировать представление о современных исследованиях в области биологии (Smith et al., 2019).

3. Географические информационные системы (ГИС) позволяют учащимся анализировать пространственные данные и визуализировать географические явления. Это способствует лучшему пониманию тем, связанных с

картографией, экологией и социальными науками. Использование ГИС в образовательном процессе развивает навыки критического мышления и пространственного анализа (Longley et al., 2015).

4. В химии информатика используется для моделирования химических реакций и изучения свойств веществ. Использование программ для симуляции химических процессов позволяет учащимся экспериментировать с различными условиями и наблюдать результаты в безопасной среде. Программное обеспечение, такое как ChemDraw и Spartan, позволяет учащимся визуализировать молекулы и проводить виртуальные эксперименты, что способствует более глубокому пониманию химических процессов и реакций (Cramer, 2018).

5. Информатика предоставляет инструменты для анализа исторических данных и создания интерактивных хронологий, помогающих учащимся осваивать исторические события и их взаимосвязи, а также развивает навыки работы с информацией. Информатика может быть использована для анализа исторических данных и создания интерактивных временных линий. Использование цифровых архивов и баз данных позволяет учащимся исследовать исторические события и их взаимосвязи, развивая навыки анализа и критического мышления (Bodenhamer et al., 2015).

6. В обществознании информатика используется для анализа социальных данных и проведения опросов. Это помогает учащимся понимать социальные процессы и тенденции, а также развивает критическое мышление и навыки работы с данными (Фёдоров, 2022). В обществознании информатика не только помогает анализировать социальные данные, но и проводить опросы с помощью онлайн-платформ и обрабатывать их результаты в короткие сроки. Это способствует развитию навыков работы с количественными и качественными данными, а также формирует у учащихся способность к критическому анализу социальных явлений.

Интеграция информатики в различные школьные предметы представляет собой эффективный подход к обучению, способствующий развитию у учащихся ключевых компетенций. Это позволяет не только улучшить качество образования, но и подготовить учащихся к современным вызовам. Интеграция информатики в различные школьные предметы имеет множество преимуществ, включая улучшение понимания учебного материала, развитие аналитических навыков и подготовку учащихся к вызовам современного общества. Данный подход способствует формированию у обучающихся необходимых компетенций для успешной адаптации в условиях быстро меняющегося мира.

Литература

1. Иванова, А. В. (2021). Использование информационных технологий в преподавании истории. Научные исследования в образовании, 3(1), 45–50.

2. Кузнецов, Д. И. (2019). Моделирование биологических процессов с помощью информатики. *Биология в школе*, 2(4), 12–16.
3. Петрова, Е. Н. (2020). Географические информационные системы в образовании. *География и экология*, 5(2), 30–35.
5. Шевченко, Н. В. (2018). Визуализация математических понятий с помощью компьютерных технологий. *Математика в школе*, 1(6), 14–19.
6. Фёдоров, В. П. (2022). Анализ социальных данных в обществознании. *Социальные науки и образование*, 6(1), 55–60.
7. Bodenhamer, D. J., Corrigan, J., & Harris, T. M. (2015). *Deep Maps and Spatial Narratives*. Indiana University Press.
8. Cramer, C. J. (2018). *Essentials of Computational Chemistry: Theories and Models*. Wiley.
9. Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic Information Science and Systems*. Wiley.
10. Smith, T., Jones, R., & Brown, A. (2019). *Bioinformatics: A Practical Guide to the Analysis of Genes and Proteins*. Wiley.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНЫХ СРЕД РЕКОМБИНАЦИОННЫХ ЛАЗЕРОВ

Чеботарев Г. Д.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет

E-mail: gdchebotarev@sfedu.ru

При наличии неоднородностей рекомбинирующей плазмы, являющейся активной средой лазеров на переходах ионов стронция ($\lambda=430,5$ нм SrII) и кальция ($\lambda=373,7$ нм CaII) [1], может ограничиваться рост скорости накачки и характеристик генерации. В работе с использованием модели [2] была численно исследована пространственно-временная динамика параметров плазмы, определяющих скорость накачки, а также определены характеристики излучения для Sr-лазера (активная длина 45 см, диаметр 1,5 см) при найденных нами экспериментально оптимальных условиях.

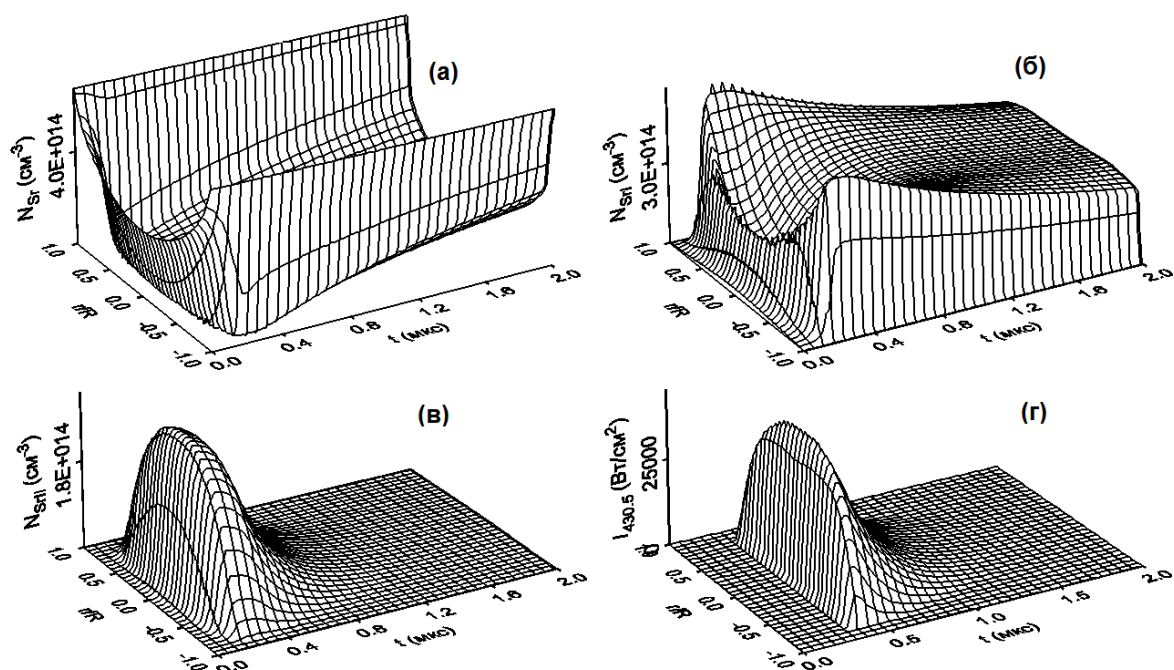


Рис. 1. Результаты моделирования пространственно-временных характеристик активной среды Sr-лазера

На рис. 1 показана пространственно-временная динамика концентраций атомов Sr(a), ионов Sr^+ и Sr^{++} (б-в), а также интенсивности внутрирезонаторного излучения (г), откуда видно, что радиальное распределение интенсивности излучения является достаточно однородным. Как показал анализ полученных результатов, необходимые для достижения высокой

однородности плазмы соотношения концентраций буферного газа и стронция оказываются близкими к соотношениям, обеспечивающим максимум скорости накачки. Эти результаты могут быть ориентиром при поиске оптимальных условий накачки рекомбинационных лазеров.

Литература

1. Солдатов А. Н., Латуш Е. Л., Чеботарев Г. Д., Юдин Н. А., Васильева А. В., Полунин Ю. П., Пруцаков О. О. Импульсно-периодические лазеры на парах стронция и кальция / Под ред. А. Н. Солдатов, Е. Л. Латуша. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2012. – 526 с.
2. Чеботарев Г. Д., Латуш Е. Л., Пруцаков О. О., Фесенко А. А. Кинетика активной среды рекомбинационного He-Sr⁺ лазера. I. Пространственно-временные характеристики. // Квантовая электроника. 2008. Т. 38. № 4. С. 299–308.

ЧИСЛЕННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРА НА САМООГРАНИЧЕННЫХ ПЕРЕХОДАХ ИОНА СТРОНЦИЯ

Чеботарев Г. Д., Егiazарян К. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет

E-mail: gdchebotarev@sfnedu.ru, egiazarian@sfnedu.ru

Отличительной чертой ионного Sr-лазера является возможность реализации различных механизмов накачки – ионизационного (в инфракрасной области спектра) и рекомбинационного (в видимой области спектра) [1]. Ионизационный механизм реализуется на переднем фронте импульса разрядного тока, а рекомбинационный – в период послесвечения плазмы. В работе с использованием модели [2] была проведена оптимизация характеристик лазера на самоограниченных ИК переходах иона Sr^{++} ($\lambda=1033$ и 1091 нм SrII). В частности, была изучена зависимость параметров активной среды от условий ее возбуждения. На рис. 1а-б показаны рассчитанные зависимости средней мощности излучения от давления буферного газа гелия и температуры активной среды для активного элемента (активная длина 50 см, диаметр 1,1 см), ранее исследованного нами экспериментально. Характер полученных при моделировании зависимостей соответствует экспериментальным данным. Видно, что достаточно высокие характеристики излучения достигаются в довольно широком диапазоне условий.

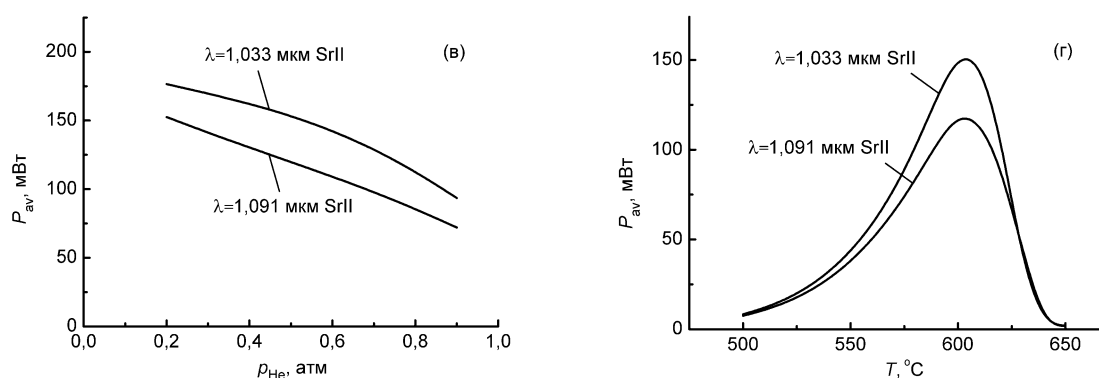


Рис. 1. Результаты моделирования характеристик активной среды лазера на самоограниченных переходах SrII

Результаты работы могут быть ориентиром при поиске условий накачки Sr-лазера, необходимых для реализации многоволнового режима излучения при одновременной генерации на видимых и ИК переходах SrII.

Литература

1. Солдатов А. Н., Латуш Е. Л., Чеботарев Г. Д., Юдин Н. А., Васильева А. В., Полунин Ю. П., Пруцаков О. О. Импульсно-периодические лазеры на парах стронция и кальция / Под ред. А. Н. Солдатов, Е. Л. Латуша. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2012. – 526 с.
2. Chebotarev G. D., Prutsakov O. O., Latush E. L. Mathematical modeling of ion recombination strontium vapour laser // Proc. SPIE. 2004. V. 5483. P. 83–103.

ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ АЛГОРИТМАМИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Ченцов А. С., Демяненко Я. М.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

E-mail: achencov@sfedu.ru, demyana@sfedu.ru

Свёрточные нейронные сети (CNN) зарекомендовали себя как эффективный инструмент для решения задач, связанных с изображениями, благодаря своей способности выявлять сложные паттерны. Несмотря на то, что в последние годы модели на основе трансформеров набирают популярность в области повышения разрешения изображений, так как они демонстрируют более высокую эффективность в решении подобных задач, в нашем исследовании было решено сосредоточиться на модели свёрточной нейронной сети SRCNN, описанной в статье [1]. Этот выбор обусловлен простотой архитектуры данной модели и всё ещё достаточно высокой эффективностью в задачах суперразрешения. В рамках данного исследования реализована данная модель, и выполнено сравнение полученных результатов.

В качестве обучающего набора данных был выбран датасет T91, включающий в себя множество растений и цветов, лица, а также строения и автомобили. Для теста используются наборы Set5 и Set14. Для работы данной модели необходимо предварительно увеличить размер изображения до желаемого, поэтому ко всем описываемым изображениям применяется первичная бикубическая интерполяция. Для подготовки обучающей выборки изображения были разделены на сегменты размером 33×33 со смещением 14, что расширило выборку до примерно 22000 изображений.

Процесс обучения заключается в минимизации потерь между предсказанным изображением $F(Y_i; \Theta)$ и истинным X_i изображением высокого разрешения, где Θ – это веса модели. Для этого используется функция потерь, основанная на среднеквадратичной ошибке (MSE):

$$L(\Theta) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \|F(Y_i; \Theta) - X_i\|^2 \quad (1)$$

где n – это количество тренировочных выборок.

Программа была реализована на языке Python с использованием библиотеки PyTorch, которая предоставляет удобные инструменты для работы с нейронными сетями. Для оценивания качества итогового изображения была использована метрика PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio), являющаяся

распространенным методом численного определения качества восстановленного изображения.

В итоге была реализована описанная нейросеть SRCNN. Тестирование производилось на изображениях из наборов Set5 и Set14, уменьшенных в 3 раза относительно исходного разрешения. В таблице 1 приведены результаты применения полученной модели в сравнении с бикубической интерполяцией, а также аналогичные результаты для реализации данной модели от её авторов из рассматриваемой статьи [1].

Таблица 1

Средние значения PSNR(dB) на тестовых наборах Set5 и Set14

	Оригинальная статья		Полученные результаты	
	Бикубическая интерполяция	SRCNN	Бикубическая интерполяция	SRCNN
Set5 x3	30.39	32.75	28.62	30.70
Set14 x3	27.54	29.30	25.73	27.09

Авторы оригинальной статьи использовали Matlab в качестве основного инструмента. Из-за различий в реализации алгоритма бикубической интерполяции в Python и Matlab, результаты значений рейтинга PSNR для соответствующих изображений различаются. Таким образом, поскольку бикубическая интерполяция является подготовительным этапом перед применением SRCNN, заниженные значения для интерполированных изображений так же влияют на заниженные результаты суперразрешения. В целом, несмотря на показатели, несколько уступающие показателям из оригинальной статьи, качество изображений значительно улучшается как по метрике, так и визуально.

Несмотря на то, что свёрточные нейронные сети постепенно уступают место моделям на основе трансформеров, они продолжают эффективно использоваться в тандеме с ними, как показано в статье [2]. Реализация подходов из этой статьи является вторым этапом нашего исследования.

Литература

1. Chao Dong, Chen Change Loy, Kaiming He, Xiaoou Tang. Image Super-Resolution Using Deep Convolutional Networks (2014). IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.
2. Zhisheng Lu, Juncheng Li, Hong Liu, Chao Huang, Linlin Zhang, Tieyong Zeng. Transformer for single image super-resolution. 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), pages 456–465, 2021.

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ТРАССИРОВКИ ПУТИ

Череватов М. В., Демяненко Я. М.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: cherevatov@sfedu.ru, demyana@sfedu.ru

Освещение играет ключевую роль в восприятии сцены. Наиболее эффективны для создания фотореалистичных изображений методы глобального освещения, учитывающие не только прямой свет, но и вторичный, возникающий из-за отражений от поверхностей. Среди таких алгоритмов рендеринга выделяется трассировка пути, преимущество которой перед остальными методами заключается в ее универсальности и способности моделировать такие сложные световые эффекты как мягкие тени, отражения и прозрачность, что и послужило основанием для того, чтобы выбрать для реализации именно ее.

В основе алгоритма лежат методы Монте-Карло, позволяющие оценивать значение интеграла путем взятия случайных семплов, вычисления значения подынтегральной функции для них, а затем усреднения полученных значений. Интегрирование Монте-Карло обладает полезным свойством: для оценки значения интеграла требуется лишь возможность вычислять подынтегральную функцию в произвольных точках области определения [1], что хорошо подходит для оценки интеграла, входящего в уравнение рендеринга, которое описывает распределение света в сцене. Для улучшения эффективности такой оценки применяется метод «Русской рулетки», который позволяет с некоторой вероятностью пропустить дальнейшую работу с семплами, вносящими малый вклад в конечный результат. Вместо оценки для таких семплов используется некоторое константное значение [2].

В процессе выполнения алгоритма для каждого пикселя берется одинаковое число семплов. Далее для каждого семпла рекурсивно выполняется трассировка пути. Достигнув заданного уровня глубины рекурсии, алгоритм возвращает значение цвета семпла, которое согласно методу Монте-Карло нормируется на количество семплов и накапливается в переменной. По окончании процесса семплинга накопленное значение становится цветом пикселя, который является частью итогового изображения. Так, основными шагами работы алгоритма являются:

- генерация первичных лучей из камеры;
- поиск пересечений;
- вычисление геометрии пересечения;

- обработка отскока луча в зависимости от отражающих свойств поверхности;
- накопление результатов и усреднение семплов.

При генерации первичных лучей их направление может смещаться с использованием случайных чисел, соответствующих какому-либо распределению, которое задается функцией-фильтром. Благодаря этому производится сглаживание зубчатых краев геометрии на итоговом изображении. Одним из самых используемых в компьютерной графике является прямоугольный фильтр, который одинаково учитывает все семплы в квадратной области изображения. Очень прост в вычислении, но дает худший результат в сравнении с другими фильтрами. Также стоит отметить треугольный фильтр. Согласно ему вес семпла спадает линейно от центра фильтра до его границ. Он дает более качественный результат в сравнении с прямоугольным, но все еще относительно прост для вычисления [3], поэтому было решено использовать именно его.

Далее для испущенных лучей происходит поиск ближайшего пересечения с объектами сцены и, если пересечение найдено, вычисление его координат и нормали к пересеченной поверхности. Также на этом шаге используется метод «Русской рулетки», прекращающий рассмотрение луча, если случайно сгенерированное число окажется больше максимальной компоненты цвета объекта, с которым произошло пересечение (значения находятся в диапазоне от 0 до 1).

Четвертый шаг подразумевает определение того, как луч взаимодействует с поверхностью. В частности, в случае диффузной поверхности применяется метод Монте-Карло, согласно которому направление луча после столкновения с поверхностью выбирается случайным образом. Семплинг нового направления можно произвести разными способами. Один из них — это семплинг случайной точки, которая будет использоваться в качестве нового направления, на единичной полусфере, ориентированной вокруг нормали точки пересечения. В этом случае направления семплов равномерно распределены по полусфере, то есть значительное число семплов направлено в сторону краев полусферы. Однако диффузное отражение согласно закону Ламберта пропорционально косинусу угла падения, поэтому стоит отдавать предпочтение направлениям, находящимся ближе к нормали, где вклад света максимален. Семплирование косинусной полусферы позволяет с большей вероятностью выбирать такие направления, что улучшает сходимость, уменьшая количество семплов, необходимых для получения качественного результата [4].

Зеркальная же поверхность, напротив, отражает свет в конечном числе направлений, и для нее направление луча после столкновения вычисляется согласно закону «угол падения равен углу отражения».

В случае прозрачной поверхности направление преломленного луча вычисляется по закону Снеллиуса, затем доли отраженного и преломленного света определяются согласно закону Френеля. Однако точное вычисление коэффициентов Френеля очень ресурсоемко, поэтому сначала вычисляется отражательная способность с помощью аппроксимации Шлика, которая позволяет добиться визуально правдоподобного результата при значительно меньших вычислительных затратах [5, стр. 233]:

$$R_F(\theta_i) \approx R_F(0^\circ) + (1 - R_F(0^\circ))(1 - \cos \theta_i)^5,$$

где $R_F(\theta_i)$ – отражательная способность при угле падения θ_i , $R_F(0^\circ)$ – отражательная способность в случае, когда свет перпендикулярен поверхности. Далее остается вычислить преломляющую способность, основываясь на том, что отражательная и преломляющая способности дают в сумме единицу.

Результат работы трассировщика (рис. 1) иллюстрирует, как реализованный метод воссоздает ряд сложных световых эффектов, таких как мягкие тени, отражения и прозрачность. Изображение в разрешении 1024x768 пикселей было получено за 6677 секунд при взятии 8192 семплов на пиксель, рендеринг осуществлялся на процессоре Intel Core i5-12400.

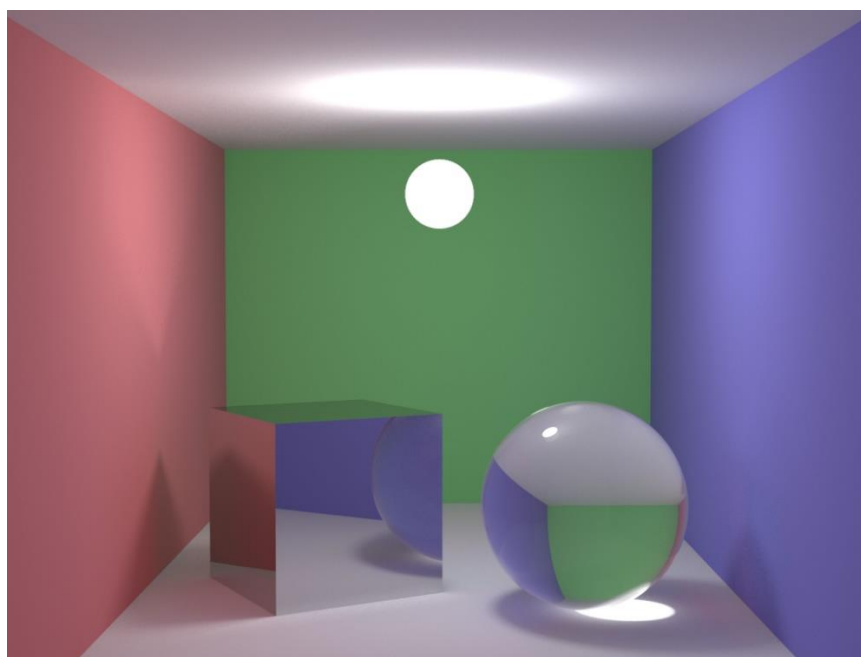


Рис. 1. Корнуэльская комната

Литература

1. Pharr M., Wenzel J., Humphreys G. Глава 2, раздел 2.1 "Monte Carlo: Basics" // Physically Based Rendering: From Theory To Implementation –

- 4th ed. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.pbr-book.org/4ed/Monte_Carlo_Integration/Monte_Carlo_Basics (дата обращения: 14.03.2025).
2. *Pharr M., Wenzel J., Humphreys G.* Глава 2, раздел 2.2 "Improving Efficiency" // *Physically Based Rendering: From Theory To Implementation* – 4th ed. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.pbr-book.org/4ed/Monte_Carlo_Integration/Improving_Efficiency (дата обращения: 14.03.2025).
3. *Pharr M., Wenzel J., Humphreys G.* Глава 8, раздел 8.8 "Image Reconstruction" // *Physically Based Rendering: From Theory To Implementation* – 4th ed. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.pbr-book.org/4ed/Sampling_and_Reconstruction/Image_Reconstruction (дата обращения: 14.03.2025).
4. *Pharr M., Wenzel J., Humphreys G.* Глава 9, раздел 9.2 "Diffuse Reflection" // *Physically Based Rendering: From Theory To Implementation* – 4th ed. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.pbr-book.org/4ed/Reflection_Models/Diffuse_Reflection (дата обращения: 14.03.2025).
5. *Akenine-Moller T., Haines E., Hoffman N.* *Real-Time Rendering*. – 3rd ed. – A. K. Peters/CRC Press, 2008.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСКОЛЬКИХ УСТРОЙСТВ В ОДНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Черноусова А. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: kondakova@sfedu.ru

В докладе рассматриваются методы и технологии организации распределенных вычислений в локальной сети с использованием нескольких устройств (компьютеров, смартфонов, планшетов) без необходимости обращения к центральному серверу. Основное внимание уделено одноранговым (P2P) сетям, где устройства напрямую взаимодействуют друг с другом, что позволяет эффективно распределять вычислительные задачи и оптимизировать использование ресурсов.

Исследование включает анализ различных библиотек и технологий для передачи данных между устройствами, таких как сокет (TCP/UDP), WebSocket, MPI, gRPC, ZeroMQ, Bonjour и UPnP. Проведен сравнительный анализ их преимуществ и недостатков, а также рассмотрены примеры их применения в реальных сценариях, таких как автоматизация умного дома, мониторинг здоровья, совместная работа и многопользовательские игры.

Основные выводы:

Распределенные вычисления в локальной сети позволяют значительно повысить вычислительную мощность и эффективность использования ресурсов.

Выбор технологии зависит от конкретных задач: ZeroMQ и gRPC подходят для высокопроизводительных систем, WebSocket – для приложений реального времени, Bonjour – для автоматического обнаружения устройств в iOS-экосистеме.

Литература

1. Tanenbaum, A. S., Van Steen, M. Distributed Systems: Principles and Paradigms. – Pearson, 2017.
2. Foster, I., Kesselman, C. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure. – Morgan Kaufmann, 2004.
3. Dean, J., Ghemawat, S. MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters. – OSDI, 2004.
4. Buyya, R., Broberg, J., Goscinski, A. Cloud Computing: Principles and Paradigms. – Wiley, 2011.
5. Barak, A., La'adan, O. The MOSIX Distributed Operating System: Load Balancing for UNIX. – Springer, 1998.

ПРОБЛЕМАТИКА ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ИНФОРМАТИКЕ В ШКОЛЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА

Чудскаева А. И.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: chudskaeva@sfedu.ru*

В современном мире информатика является одной из ключевых дисциплин, формирующих базу для изучения и освоения новых технологий, независимо от будущей профессии. Однако цифровизация и цифровая трансформация вносят свои коррективы не только в образовательный процесс, но и затрагивают такие его аспекты, как профильная ориентация. С одной стороны, этому способствует распространившееся в обществе мнение о том, что «легко войти в IT», то есть можно легко и быстро стать программистом, дизайнером интерфейсов или специалистом в области искусственного интеллекта, особенно, если современные цифровые технологии упрощают эти виды профессиональной деятельности. Учитывая, что заработная плата в сфере цифровых технологий сравнительно высокая, – профессии из данной сферы становятся востребованными среди учащихся. С другой стороны, – многие профессии, даже не связанные с «цифрой», претерпевают изменения из-за того, что в реализации трудовых функций применяются средства цифровых технологий, и иногда масштаб внедрения приводит даже к изменению самой логики, то есть профессиональная сфера подвергается цифровой трансформации. Все это приводит к необходимости пересмотра сроков начала профориентации в школе и к изменению логики ее реализации.

Также на актуальность пересмотра содержания профориентационной работы по информатике влияет ряд государственных инициатив, которые изложены в Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, Национальной технологической инициативе (НТИ) до 2035 года и др., где отмечается, что развитие экономики требует «высокого уровня освоения информационных технологий» и для этого необходимо «создание сквозных цифровых продуктов» [3], что в свою очередь инициирует процессы подготовки специалистов, способных это реализовать. По примерным расчетам на данный момент стране не хватает примерно 1 миллиона IT-специалистов, что следует из доклада Д. Н. Чернышенко, заместителя Председателя Правительства РФ на Совещании о ходе реализации и результатах инициатив социально-экономического развития

России до 2030 года. Поэтому для обеспечения технологического суверенитета и лидерства страны важно уделить внимание «воздействующей профориентации в данном направлении, т. е. формировать у школьников определённые профессионально-образовательные намерения, соответствующие требованиям внешнего заказа» [5].

Поскольку Правительство РФ возлагает большие надежды на молодое поколение в области развития сферы цифровых технологий, важной задачей является создание системы ранней профориентации школьников в области профессий, связанных с цифровыми технологиями. Атлас новых профессий [1], топ-50 профессий Минтруда [2], направления перспективных рынков НТИ становятся главными ориентирами при разработке образовательных концепций и программ всех видов и уровней образовательных организаций.

На сегодняшний день реализуется несколько масштабных проектов в области профориентации, которые предоставляют возможность учителю информатики встроить профориентацию в образовательный процесс в школе и охватить максимальное количество видов активности учащихся. Среди данных проектов можно отметить:

1. «Профминимум» – реализуется по инициативе Министерства просвещения с 2023 года в 6–11 классах во всех школах на территории РФ в рамках как традиционных направлений профориентационной деятельности, которые уже присутствовали в школе – внесение профориентационного компонента в содержание уроков, проведение профориентационных родительских собраний, циклы профориентационных занятий в рамках внеурочной деятельности, так и в контексте некоторых новых форм деятельности (таких как профильная подготовка в «предпрофессиональных классах», программы дополнительного образования детей; направленные на освоение некоторых трудовых функций определенных профессий; практико-ориентированный модуль для ранних профессиональных проб обучающихся; профессиональное обучение в рамках общеобразовательной школы).

2. Федеральный проект «Билет в будущее» для профессиональной ориентации обучающихся 6–11 классов (часть федерального проекта «Успех каждого ребёнка» в рамках нацпроекта «Образование») – его основное содержание направлено на создание информационно-сервисной онлайн-платформы для информирования о профессиях, профориентационных мероприятиях и проектах, а также для онлайн-диагностики.

3. Экосистема «Проектория», включающая в себя онлайн-платформу, где можно пройти тест по профориентации и познакомиться с многими профессиями; мероприятие федерального уровня – Всероссийский форум профессиональной навигации «Проектория» (ранее – «Будущие интеллектуальные лидеры России») и проектная школа «Высота». Данная экосистема

направлена на создание условий для помощи школьникам в выборе профессии со стороны преподавателей вузов, представителей работодателей.

Как показали результаты реализации указанных проектов, при выборе профессии большинство обучающихся 6–11 классов российских школ проявляют «довольно низкую осведомленность о современном мире профессий и способах получения профессионального образования даже в рамках установившихся академических институтов при невысоком уровне мотивации к выбору и освоению инструментов осознанного выбора профессий» [6]. Также при самоопределении школьники демонстрируют зависимость от стереотипов и мнений окружающих и в целом не воспринимают выбор карьерной траектории как актуальную для себя жизненную задачу. Поэтому раннее ненавязчивое знакомство с профессиями очень важно для осознанного самоопределения школьников в дальнейшем, так же актуальным является поиск возможностей персонализации процесса профориентации с одной стороны, а с другой, – его интеграция в методическую систему обучения информатике таким образом, чтобы она присутствовала во всех видах активности школьника, имела комплексный характер. Также следует учитывать, что при реализации профориентационной работы в области информатики, часть ее содержания посвящена «непрофильной» профориентации, то есть профинформированию и развитию предпрофильных компетенций в отраслях и группах профессий, далеких от информатики, но существенно перестраивающихся из-за применения цифровых технологий как средства реализации трудовых функций.

Современные методические подходы к профориентационной работе строятся на комбинации традиционных методов (тестировании, анкетировании, профессиональных мероприятиях,) и применении цифровых технологий для их оптимизации – такие как онлайн-платформы для тестирования и интерактивные приложения для карьерной ориентации, виртуальные мастерские и лаборатории, онлайн курсы и вебинары и др. [4]. Также на рынке коммерческих образовательных услуг реализуется профориентационное направление, когда онлайн школы и «цифровые» университеты способствуют самоопределению, проводят консультации по будущему профессиональному развитию. Несмотря на это, как показывает опрос учащихся и их родителей, в области профориентации по информатике в настоящее время существует ряд проблем, среди которых основными были выделены следующие:

- недостаток актуальной, адекватной реальному состоянию дел информации о современных «цифровых» и «цифровизированных» профессиях, представленной в виде, доступном широкому кругу школьников и родителей;

- разрыв между «теоретическими» материалами, касающимися профессий, и практическим применением полученной информации в деятельности учащегося – это касается не только того, что многие школьники не видят логической связи между тем, что они изучают в рамках предмета «Информатика и ИКТ» или осваивают во внеурочной деятельности, и реальными требованиями к профессионалам в области информатики и цифровых технологий, но так же им сложно представить ситуации, в которых им пригодится содержание ИКТ-компетенции в реализации трудовых функций в рамках других профессий;
- слабое сопровождение психологической стороны процесса профориентации из-за того, что школьным психологам и консультантам не хватает времени и ресурсов для индивидуальной работы с учащимися;
- отсутствие возможности «подстроить под себя» логику профориентационного процесса.

Для преодоления решения указанных проблем, необходимо спроектировать систему профориентационной работы для учащихся 7–9 классов, которая будет включать ряд технологических решений, направленных на актуализацию методической системы обучения информатике.

Литература

1. Атлас новых профессий [Электронный ресурс] URL: <https://atlas100.ru/catalog/> (дата обращения: 10.03.2025).
2. Интернет портал Министерства труда [Электронный ресурс] URL: <https://mintrud.gov.ru/?ysclid=m8516b8elj268465578> (дата обращения: 12.03.2025).
3. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, (в редакции Указа Президента РФ от 15.02.2024 № 124), [Электронный ресурс] URL: <https://clck.ru/3HHY36> (дата обращения: 10.03.2025).
4. Профессиональная ориентация и профессиональное самоопределение обучающихся: вызовы времени : сб. научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАО, д. пед. н., проф. С. Н. Чистяковой, Саранск, 24 апреля 2020 года. – Саранск: Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева, 2020. – 301 с.
5. *Сергеев И. С.* Образовательная профориентация – методологическая основа профориентационной работы с детьми и молодежью // Профессиональное образование и рынок труда. 2023. Т. 11, № 1.
6. *Файзуллина А. Р.* Нормативно-правовые ориентиры профориентационной работы в школе // Специфика педагогического образования в регионах России. – 2023. – № 1(16). – С. 61–63.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НЕСТРУКТУРИРОВАННОГО ТЕКСТА В SQL-ЗАПРОСЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LLM

Шевченко А. Е., Юрушкин М. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: ars@sfedu.ru*

Современные образовательные учреждения генерируют и хранят огромные объемы данных – от информации о студентах и преподавателях до расписаний, успеваемости и посещаемости.

Доступ к этим данным критически важен как для принятия управленческих решений, так и для оптимизации учебного процесса. Однако работа с реляционными базами данных, такими как PostgreSQL, FireBird и др., требует от пользователя владения языком структурированных запросов (SQL), что создаёт сложности для педагогов, аналитиков и других специалистов без технической подготовки.

Автоматизация генерации SQL-запросов на основе неструктурированного текста – это актуальное направление исследований в области искусственного интеллекта (ИИ) и обработки естественного языка (NLP). Развитие больших языковых моделей (LLM) и методов Retrieval-Augmented Generation (RAG) позволяет значительно упростить взаимодействие с базами данных, снижая порог вхождения в работу с информационными системами и ускоряя процесс получения нужных данных.

В данной работе рассматривается разработка системы, позволяющей преобразовывать текстовые запросы пользователей в SQL-код, применимый к базам данных образовательных учреждений. В качестве ключевого инструмента обработки естественного языка (NLP) используется модель ChatGPT, а для хранения знаний и улучшения качества запросов – векторная база данных в рамках технологии RAG. Векторные базы данных представляют собой хранилища информации, где данные индексируются в виде векторов признаков, что позволяет осуществлять поиск по семантической близости и значительно повышает качество генерации SQL-запросов.

Программная реализация системы выполнена на платформе Streamlit, обеспечивающей удобный веб-интерфейс для пользователей. Разработанный сервис позволяет загружать собственную базу данных и вводить текстовые запросы на естественном языке. В ответе пользователь получает автоматически сгенерированный SQL-запрос, который затем можно запустить непосредственно через встроенный SQL-движок с выводом данных.

Ключевой особенностью предлагаемого решения является использование технологии RAG совместно с векторной базой данных, что обеспечивает более точное преобразование естественного языка в SQL-запросы. Векторные базы данных позволяют эффективно индексировать и извлекать релевантные фрагменты данных по смысловому сходству, что существенно повышает точность модели по сравнению с методами прямого обучения (fine-tuning), которые требуют больших объемов разметки данных и не обладают гибкостью к обновлению информации.

Таким образом, предложенное решение идёт в ногу с современными тенденциями развития ИИ в сфере образования. Оно упрощает доступ к образовательным данным и снижает порог вхождения в работу с базами данных для широкого круга пользователей. Внедрение подобного инструмента в образовательных учреждениях может существенно повысить удобство и скорость аналитической работы с данными, что делает его перспективным направлением для дальнейших исследований и улучшений.

Литература

1. Dayton G. Thorpe, Andrew J. Duberstein, Ian A. Kinsey (2024) «Dubo-SQL: Diverse Retrieval-Augmented Generation and Fine Tuning for Text-to-SQL».
2. Xuemei Dong, Chao Zhang, Yuhang Ge, Yuren Mao, Yunjun Gao, lu Chen, Jinshu Lin, Dongfang Lou (2023) «C3: Zero-shot Text-to-SQL with ChatGPT».

НЕЙРОСЕТЕВОЙ АНАЛИЗ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ В ВИДЕО ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ УТОМЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Шепелев Д. И., Демяненко Я. М.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: dshepelev@sfedu.ru, demyana@sfedu.ru

Задача отслеживания функционального состояния человека является актуальной в сферах улучшения производительности, здоровья и безопасности. Утомление может приводить к снижению когнитивных и физических возможностей, что увеличивает риск ошибок и аварий [1]. Показатели, по которым производится мониторинг утомления, включают использование различных типов физиологических сигналов и поведенческой информации [2]. В данном исследовании рассматривается подход к детектированию состояния утомления по признакам, извлеченным из видеоданных с помощью нейронных сетей.

Набор данных был сформирован из записей экспериментов с игровой симуляцией управления беспилотником в условиях требующих от оператора постоянную корректировку курса и соответствующей реакцией на внутриигровые события. В эксперименте участвовали несколько человек (мужчины, 23–26 лет), с каждым из которых проводилось по 3 сессии. Длительность каждой сессии составила 4 часа. Данных всех испытуемых были проанализированы на предмет выпадения из деятельности и для данного исследования были выбраны двое, т. к. их состояние в каждой сессии колебалось в диапазоне от активного бодрствования до утомления. Эксперименты сопровождаются видеозаписями с лицами испытуемых. Видео было записано с камеры разрешением 1280x720 пикселей с частотой 25 кадров в секунду. В процессе эксперимента испытуемому каждые 60–120 секунд предоставлялся стимул в виде цели на экране, на которую необходимо навестись в течение 12 секунд, удерживать в центре экрана 2 секунды и соответственно отреагировать на полученный после удержания сигнал: «чужой» – выстрелить, «свой» – отвести прицел. Ошибочными реакциями являются отсутствие наведения на цель в заданном временном окне, 3 промаха по «чужому», выстрел по «своему». Функциональное утомления характеризуется данными ошибочными реакциями. Время появления цели и детали реакции на нее фиксировались в сопровождающем файле эксперимента. Разметка данных для задачи детектирования утомления через краткосрочное прогнозирование реакции на стимул включает два класса: 0 – правильная реакция, 1 – ошибка.

Поведенческие признаки, которые анализируются в данном исследовании, включают моргания, открытие / закрытие глаз и углы Эйлера для поворота головы. Для детектирования областей глаз, были использованы предобученные модели детектирования лица на основе архитектуры SingleShotDetector и детектирования ключевых точек на основе архитектуры MobileNetV2 [3]. Для выделения области были выбраны ключевые точки середины переносицы и по краям лица испытуемого. Относительно выбранных точек вокруг глаза строится квадратная рамка, изображение из которой переводится из трехканального цветного режима в одноканальный и изменяется разрешение до 100x100 пикселей. Для классификации сегментов изображений глаз был построен классификатор, который состоит из трех сверточных блоков. В данном исследовании первый блок модели состоит из сверточного слоя с 16 фильтрами размером 3x3, за которым следует операция Max Pooling. Такой блок повторяется с увеличением числа фильтров (32 и 64) на следующих уровнях. Полносвязный слой на 256 нейронов с функцией активации ReLU и сигмоида позволяют разделить состояние глаз на два класса: 0 – глаза закрыты, 1 – глаза открыты. Сеть была обучена на открытом датасете MRL Eye Dataset [4]. Для определения углов Эйлера для поворота головы была использована предобученная сверточная сеть 6DRepNet [5]. В качестве входного изображения в модель подается сегмент с результатом детектирования лица. На выходе сеть возвращает результат регрессии в виде углов поворота головы: тангажа, крена и рысканья. Описанные выше показатели были рассчитаны для каждого кадра видеозаписей.

Для решения задачи краткосрочного прогнозирования реакции от времени возникновения каждого стимула были взяты временные ряды значений показателей глубиной погружения 30 секунд или 750 отсчетов. Каждая секунда такого сегмента преобразовывалась в вектор, содержащий следующие рассчитанные признаки: средние значения тангажа, крена и рысканья, количество пересечений 0,5 для левого и правого глаз, что характеризует изменение состояния, и среднее состояние для глаз. Размерность примера из признакового пространства составила $X_{VideoFeatures} \in R^{30 \times 7}$. Рассчитанные признаки ставились в пару с меткой $y \in \{0, 1\}$.

Последовательность глубиной 30 секунд обрабатывалась моделью рекуррентной сети. Сеть состоит из 64 нейронов LSTM, слоя Dropout со значением 0,5 для регуляризации, полносвязного слоя из 32 нейронов с функцией активации ReLU и слоя Softmax для двух классов. В качестве метода оптимизации использовался метод Adam с параметром learning_rate равным 10^{-3} . Длительность обучения составила 100 эпох. Прогресс обучения отслеживался по функции потерь категориальной кросс-энтропии на валидационной выборке.

Для тестирования модели был написан метод кросс-валидации, при котором для всех испытуемых каждый из трех файлов с записью видео поочередно становится тестовым, а два других выступают в качестве тренировочных. Оценкой метрики сбалансированной точности (balanced accuracy) модели нейронной сети является усредненный результат кросс-валидации по экспериментам для каждого испытуемого. Сбалансированная точность на кросс-валидации для данных первого испытуемого составила 70%, для данных второго – 59%.

В результате исследования выяснено, что существует достаточная для дальнейшего изучения задачи детектирования состояний зависимость между утомлением, которое характеризуется ошибочными реакциями, и поведенческими признаками, извлеченными из видеоданных состояния глаз и поворота головы.

Литература

1. *Shaik, M.* A systematic review on detection and prediction of driver drowsiness // *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 2023. Т. 21. DOI: 10.1016/j.trip.2023.100864.
2. *Fu B. [и др.]*. A Survey on Drowsiness Detection - Modern Applications and Methods // 2024.
3. Face Landmarker // *MediaPipe Solutions: Vision* [Электронный ресурс]. URL: https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/vision/face_landmarker (дата обращения: 20.02.2025).
4. *Fusek R.* Pupil localization using geodesic distance // *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. 2018. Т. 11241 LNCS. С. 433–444. DOI: 10.1007/978-3-030-03801-4_38.
5. *Hempel T., Abdelrahman A. A., Al-Hamadi A.* 6D Rotation Representation For Unconstrained Head Pose Estimation // *2022 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*. 2022. С. 2496–2500.

МЕТОДОЛОГИЯ CFCT ДЛЯ РАСЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Шишкина А. Д.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: shis@sfedu.ru

Углеродный след отражает количество парниковых газов (ПГ), выделяемых в результате деятельности человека, компании или продукта. Его измерение помогает понять, как наши действия влияют на климат и экосистемы. Измерение углеродного следа позволяет выявить источники выбросов и разработать стратегии для их сокращения, что способствует замедлению изменения климата. Углеродный след обычно измеряется в тоннах выбросов CO_2 [1]. Многочисленные примеры негативного влияния парниковых газов на мировой климат можно найти в [2, 3].

Рассмотрение задачи по повышению экологической осведомленности общества об углеродном следе не может быть осуществлено без расчета его объема. Для этого используют различные методологии [4, 5]; одним из методов расчета индивидуального углеродного следа человека является Carbon Footprint Calculation Tool (CFCT). Он основан на анализе множества аспектов повседневной жизни, влияющих на выбросы CO_2 , таких как:

- Транспорт – частота использования автомобиля, общественного транспорта, авиации.
- Энергопотребление – расход электроэнергии, газа, отопления.
- Питание – частота потребления мяса, молочных продуктов, фруктов и овощей.
- Потребительские привычки – покупки одежды, электроники, бытовых товаров.
- Отходы и переработка – объем образующихся отходов и уровень их переработки.

Данные о потреблении ресурсов преобразуются в эквивалентные выбросы углекислого газа с помощью специальных коэффициентов. Эти коэффициенты называются «факторами эмиссии» и рассчитываются на основе научных исследований и стандартов экологической оценки [5, 6]. В частности:

- 1 литр бензина $\approx 2,3$ кг CO_2 .
- 1 кВт·ч электроэнергии $\approx 0,4$ кг CO_2 (в зависимости от источника генерации).
- 1 кг говядины ≈ 27 кг CO_2 -эквивалента.

Наиболее подходящей платформой для создания инструмента с интеграцией CFST являются мобильные устройства, поскольку обеспечивают постоянный доступ к данным, удобство использования для клиентов и самый широкий охват аудитории. Мобильное приложение запрашивает у пользователя информацию об его образе жизни через статистический опрос. Образец возможного тестирования продемонстрирован ниже.

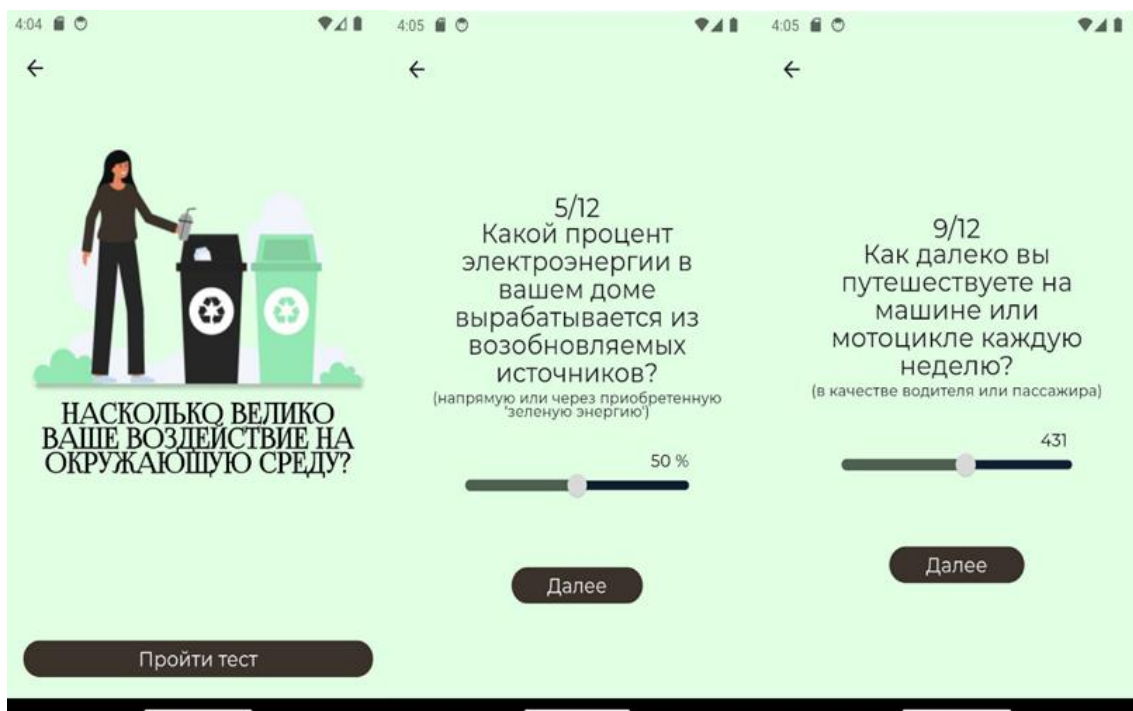


Рис. 1. Экраны с тестированием

Введенный респондентом ответ пересчитывается в выбросы при помощи формулы для текущего аспекта, например для электроэнергии:

$$CO_2 = P \times 0,4, \quad (1)$$

здесь P — среднее значение потребления (кВт/ч).

Ответы на весь список вопросов впоследствии суммируются по следующей формуле:

$$CF = \sum_{i=1}^n K_i \times \xi_i \quad (2)$$

здесь CF — объём углеродного следа; n — количество различных активностей, учитываемых при расчете; K_i — количество выполненных единиц активности; ξ_i — установленный за выбранной деятельностью коэффициент выбросов CO_2 .

В листинге 1 представлен пример работы данной формулы в коде.

Листинг 1. Dart, Подсчет углеродного следа

```
double _counting (List <AnswerEntity> answers) {
    Map<String, double> emissionsMap = {};

    for (var element in answers) {
        final currentQuestion = questions.firstWhere(
            (questionEntity) =>
                questionEntity.id == element.questionId,
            );

        if (emissionsMap.keys.toList()
            .contains(currentQuestion.id))
        {
            emissionsMap[currentQuestion.id]=
                emissionsMap[currentQuestion.id]! *
                element.countActivity;
        }

        else {
            emissionsMap[currentQuestion.id] =
                element.countActivity*
                currentQuestion.emissionFactor;
        }
    }

    _selectedMostEmissionSphere (emissionsMap);
    return emissionsMap.values.toList().reduce(
        (value,element) = > value + element);
}
```

После обработки всех данных приложение отображает итоговое значение индивидуального углеродного следа пользователя за определенный период (день, месяц, год). Графики и диаграммы помогают визуально оценить, какие аспекты жизни вносят наибольший вклад в загрязнение климата. Примеры интерфейса приложения с реализованным функционалом представлены на рисунке 2.

Метод CFST обеспечивает высокую степень детализации и точности расчётов за счёт использования актуальных эмпирических данных о выбросах в различных секторах, к тому же крайне адаптивен к различным типам данных. А использование его в доступной для массовой аудитории среде, такой как мобильное приложение, делает расчет углеродного следа доступным и наглядным, стимулируя пользователя к экологически ответственному поведению.

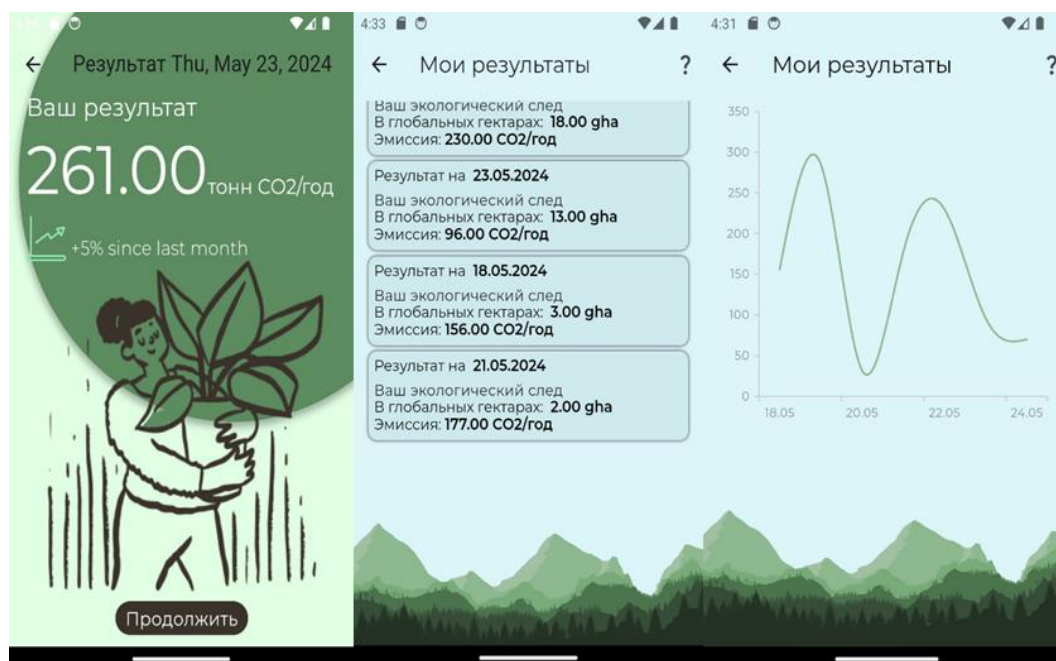


Рис. 2. Экраны с результатами анализа тестирований

Литература

1. What is a carbon footprint [Электронный ресурс]: <https://www.conservation.org/stories/what-is-a-carbon-footprint>.
2. Парниковые газы и их виды – ФПИ «Экология будущего» [Электронный ресурс]: <https://irk.fpieco.ru/company/articles/parnikovye-gazy/>.
3. Парниковые газы, потепление климата и мировой океан [Электронный ресурс]: <https://cyberleninka.ru/article/n/parnikovye-gazy-poteplenie-klimata-i-mirovoy-ocean>.
4. Углеродный след: методы оценки, сравнение методик и перспективы расчетов в России [Электронный ресурс]: <https://elibrary.ru/item.asp?id=69154051>.
5. О методических подходах к определению углеродного следа [Электронный ресурс]: <http://envjournal.ru/ari/v2023/v4/23426.pdf>.
6. Приказ Минприроды России от 27.05.2022 № 371 "Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов" [Электронный ресурс]: <https://carbonreg.ru/pdf/Общие%20НПА/Приказ%20Минприроды%20РФ%20от%2027.05.2022%20N%20371.pdf>.

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО САУНДТРЕКА В КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЕ

Шишкина В. И.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: vshishkina@sfedu.ru*

Значимость аудио сопровождения в играх значительно возросла в последние годы. Музыка как ценный эмоциональный и повествовательный канал стала одним из центральных элементов современных видеоигр. Динамический звук и музыка, которые способны гибко и плавно адаптироваться к игровому состоянию и интерактивно отвечать на игровые действия игрока, играют ключевую роль в развитии новой эпохи создания музыкального сопровождения в видеоиграх.

Существует два основных метода создания динамичных музыкальных систем: горизонтальная перестройка последовательности и вертикальная перестройка оркестровки. Horizontal Re-Sequencing – метод, при котором музыкальные фрагменты переключаются в зависимости от изменений в игровом процессе. Это позволяет создавать плавные переходы между различными состояниями игры, например, при переходе от исследования мира к боевым сценам. Vertical Re-Orchestration – технология, при которой изменяются музыкальные слои, регулируя интенсивность композиции в зависимости от событий в игре. Например, при увеличении количества врагов на экране могут добавляться дополнительные ударные инструменты или усиливаться динамика звучания.

В данном докладе рассматривается процесс разработки системы динамического саундтрека для компьютерной игры. На данном этапе была реализована вертикальная перестройка саундтрека так как в рамках геймдизайнерских особенностей и аспектов конкретной компьютерной игры данный метод подходит лучше всего. Было реализовано четыре ступени развития саундтрека: интро, добавление эмбиента, добавление основной мелодии, добавление ударных и басовой партии. Каждая часть отвечает за особое состояние игры. Так интро играет в начале прохождения уровня, эмбиент добавляется при переходе по локации, при начале боя с одиночными врагами добавляется основная мелодия, а при битве с множеством врагов начинают играть ударные и бас.

Переключение между состоянием реализовано следующим образом: при изменении специальной переменной, отвечающей за состояние саундтрека,

система ожидает окончания текущего такта и переходит к нужному состоянию. Это необходимо для органичного и плавного переключения между состояниями.

Реализация разработанных решений представлена в виде проекта FMOD с возможностью реализации в проекте Unity. В работе освещается процесс создания саундтрека с помощью FL Studio, проектирование системы динамического саундтрека в FMOD и реализация спроектированной системы в Unity.

Литература

1. *Smith L.* The Effect of Dynamic Music in Video Games. – <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1934330&dswid=-4973>.

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРОСТЫХ РЕЧЕВЫХ КОМАНД

Шпуганич А. А., Абрамян А. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: ashpuganich@sfedu.ru, avabramyan@sfedu.ru

С развитием мобильных устройств и технологий интернета вещей голосовое взаимодействие становится всё более популярным и доступным. Примером реализации такого взаимодействия служат голосовые помощники, такие как Google Assistant и Siri, которые позволяют управлять различными устройствами с помощью голоса. Одним из современных подходов к реализации голосового взаимодействия является применение нейронных сетей. Нейронные сети позволяют достичь высокой точности даже при ограниченных вычислительных ресурсах, что делает их подходящим решением для встраиваемых систем и устройств с низким энергопотреблением. Однако для их эффективной работы критически важным становится наличие качественных наборов данных.

Именно таким набором выступает датасет коротких голосовых команд от Google – “Google Speech Commands Dataset” [1], который является популярным ресурсом для исследований в области обработки звука и распознавания речи. Он был создан для обучения и тестирования моделей машинного обучения на задаче классификации коротких команд. Датасет содержит более 60 000 аудиозаписей. Каждая запись длится около 1 секунды. Записи представлены в формате WAV с частотой дискретизации 16 кГц. Набор данных включает 30 команд: “yes”, “no”, “up”, “down”, “left”, “right”, “on”, “off”, “stop”, “go”, цифры от нуля до девяти, а также дополнительные слова, такие как “wow”, “bird”, “cat” и другие. Записи были сделаны разными людьми, что обеспечивает разнообразие голосов и акцентов.

Чтобы преобразовать эти данные в формат, пригодный для обучения нейросетей, было выполнено несколько этапов предобработки записей. Процесс начинается с загрузки аудиофайлов с помощью библиотеки *librosa* [2], которая преобразует аудио в массив амплитуд сигнала с частотой дискретизации 8 кГц. Понижение исходной частоты дискретизации с 16 кГц до 8 кГц производится для снижения объема данных и упрощения задачи классификации. Частота 8 кГц охватывает основные частоты человеческой речи, что позволяет извлечь наиболее значимые признаки без потери важной информации. Однако при этом могут теряться некоторые высокочастотные детали, что следует учитывать при выборе задач и параметров модели.

Далее полученные массивы амплитуд объединяются в один массив с использованием библиотеки `numpy`, при этом данные приводятся к форме (количество файлов, число отсчетов), что обеспечивает удобное представление каждого аудиосигнала в виде одномерного массива из 8000 отсчетов. После этого данные разделяются на обучающую и равномерно распределённые валидационную и тестовую выборки с учётом стратификации, что позволяет сохранить пропорциональное распределение классов во всех наборах.

В качестве архитектуры нейросети было использовано совмещение свёрточных слоёв, двунаправленных LSTM и полносвязных слоев [3]. Первые слои — это последовательность одномерных свёрточных блоков, которые играют ключевую роль в извлечении локальных и иерархических признаков из звукового сигнала. Первый свёрточный слой с большим ядром и крупным шагом выполняет грубую первичную обработку, сокращая длину последовательности и выделяя общие паттерны, такие как основные частотные компоненты речи. Последующие свёрточные слои с уменьшающимися ядрами и шагом 1 детализируют эти признаки, фокусируясь на более мелких временных зависимостях.

После свёрточных блоков архитектура переключается на двунаправленные LSTM-слои, которые анализируют последовательность в обоих временных направлениях. Это позволяет модели учитывать контекстные зависимости в речи: например, как текущий звук влияет на предыдущие и последующие фонемы.

Далее применяется глобальный усредняющий пуллинг для извлечения ключевых признаков из выходного сигнала LSTM. Этот метод вычисляет среднее значение по каждому ряду признаков, что позволяет получить представление об общей тенденции распределения значений, сглаживая случайные выбросы и шумы. Таким образом, сложный выход LSTM сводится к компактному вектору, отражающему средние характеристики каждого признака, который затем поступает в каскад полносвязных слоёв для финальной классификации и постепенного уменьшения размерности данных.

Использование пакетной нормализации и дропаута после каждого слоя стабилизирует обучение, снижая риск переобучения и ускоряя сходимость модели. Выходной слой с функцией активации `softmax` обеспечивает интерпретацию результатов как вероятностное распределение по классам команд, что удобно для многоклассовой классификации [4].

Предложенная модель демонстрирует высокую эффективность в задаче распознавания голосовых команд. После 30 эпох обучения с размером батча 128, оптимизатором Adam и скоростью обучения 0.001 точность классификации на тестовой выборке достигла 89%, что свидетельствует о корректном распознавании подавляющего большинства команд. Однако некоторые пары классов, например, “on” и “off”, могут путаться как из-за акустической схожести, так и из-за влияния фонового шума и интонационных особенностей.

Таким образом, применение нейронных сетей, сочетающих сверточные слои и двунаправленные LSTM, является эффективным решением для распознавания голосовых команд, даже несмотря на применение компромиссных решений, связанных с понижением частоты дискретизации. Этот результат открывает перспективы для использования таких моделей в реальных приложениях, таких как голосовые помощники и голосовые контроллеры.

Литература

1. Warden P. “Speech Commands: A Dataset for Limited-Vocabulary Speech Recognition”.
2. McFee B., Raffel C., Liang D., Ellis D. “librosa: Audio and Music Signal Analysis in Python”.
3. Sainath T. N., Vinyals O., Senior A., Sak H. “Convolutional, Long Short-Term Memory, Fully Connected Deep Neural Networks”.
4. Раика С., Мирджали В. “Python и машинное обучение: машинное обучение и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и Tensorflow”.

VIDEOBOX: ИНТЕРАКТИВНЫЙ ВИДЖЕТ ДЛЯ ПОКАДРОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВИДЕОЗАПИСЕЙ

Щербина Д. Н.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

НИТЦ Нейротехнологий,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: dnsherbina@sfedu.ru

Для решения задачи покадрового исследования экспериментальных видеозаписей синхронно с просмотром развертки биосигналов был реализован интерактивный виджет на основе `ipywidgets`. Jupyter Widgets – это система представления интерактивных элементов управления JavaScript для объектов Python в ядре Jupyter (`ipykernel`). Необходимость собственной разработки объяснялась отсутствием необходимого функционала в пакетах для решения похожих задач. Наиболее продвинутым альтернативным решением для покадрового просмотра видео непосредственно в Jupyter можно назвать Quick and Simple Labeler, в котором видео показывается в теге `<video>`, что подразумевает полную загрузку файла, что неприемлемо в нашем случае.

Составной виджет VideoBox был реализован как совокупность взаимосвязанных стандартных элементов `ipywidgets`. На рисунке показан интерфейс при синхронном просмотре двух видео (экранного и фронтально-лицевого), записанных параллельно в ходе психофизиологического исследования (панели управления позиционированием во времени и отображения биосигналов не показаны).

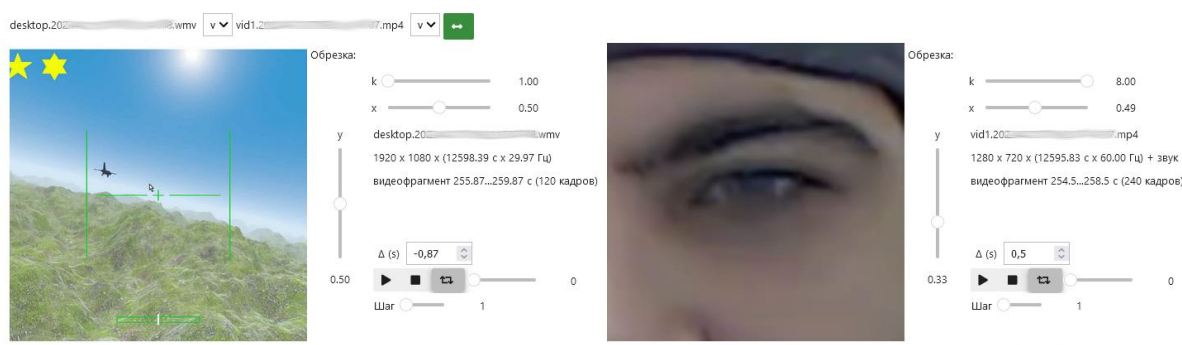


Рис. Внешний вид двух виджетов VideoBox с синхронизированным покадровым просмотром

В верхней части интерфейса отображены найденные для данного исследования медиафайлы с соответствующими выпадающими списками представления. При выборе `v` (как на рисунке) – отображается видеопоток

из этих файлов. Выбор пробела в выпадающем списке позволяет скрыть виджет для ускорения работы остального интерфейса. Для работы с видео применялся компонент VideoFileClip из пакета moviepy, в котором реализованы функции получения кадров по заданной временной метке с помощью вызова программы ffmpeg с соответствующими командами [1]. Такой подход позволяет экономить на операциях чтения диска при быстрых прыжках по многочасовым записям, использовать возможности ffmpeg для перекодировки и обрезки. Издержкой такого подхода при развертывании приложения с помощью библиотеки Voila на выделенном сервере было то, что для каждого пользователя для каждого открытого виджета VideoBox был запущен процесс ffmpeg с открытым на чтение сетевым видеофайлом.

Функционал виджета построен вокруг отображения текущего кадра средствами widgets.Image, значение которого на лету меняется на бинарное представление картинки в формате PNG. Картинку можно интуитивно кадрировать с помощью трех слайдеров путем 1–8-кратного зума и перемещения влево-вправо и вверх-вниз. Так, например можно сосредоточиться на нужной детали видеоряда. Поле ввода с обозначением Δ (s) служит для подбора задержки видео от биосигнала. Если все подобрано правильно, то при позиционировании на каком-то моменте эксперимента, картинка в виджете будет подобрана с точностью до кадра с учетом этой задержки и частоты работы камеры. Часто по одному кадру трудно оценить происходящее на видео — поэтому в виджете реализовано проигрывание 4-секундного фрагмента. Проигрывание можно запустить, остановить в любом месте или зациклить. Также в пределах фрагмента можно перетаскивать бегунок мышкой или клавишами для детального покадрового просмотра. Самый нижний элемент Шаг предназначен для установления ускоренного в 5 или 10 раз проигрывания в цикле.

Фиксированная длительность фрагмента позволяет синхронизировать проигрывание нескольких виджетов. Так, по нажатию кнопки со стрелочками справа в верхней части интерфейса (см. рис) запускается синхронное зацикленное проигрывание всех открытых виджетов с перемещением курсора вдоль временной оси развертки биосигналов (не показано на рисунке), что позволяет оценить происходящее в эксперименте с нескольких точек зрения. Сдержанность текстовых меток в дизайне виджета компенсируется тем, что при застывании курсора мыши над любым элементом всплывает подсказка.

Представленный виджет VideoBox может использоваться как в составе исследовательских приложений, так и в учебных блокнотах, в которых интерактивные виджеты уже десятилетие служат для развития алгоритмического мышления студентов [2].

Литература

1. Subhash V. Quick Start Guide to FFmpeg: Learn to Use the Open Source Multimedia-Processing Tool like a Pro. – Berkeley, CA: Apress, 2023.
2. Щербина Д. Н. Jupyter Notebook как среда для развития алгоритмического мышления студентов / Материалы конференции "Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития". Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2015. С. 520–521.

МАСШТАБИРУЕМЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ IPYWIDGETS

Экизян А. Х., Щербина Д. Н.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

НИТЦ Нейротехнологий,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: ekizyan@sfedu.ru

Использование скриптбуков широко вошло в практику развития вычислительных навыков у студентов [1]. Скриптбуки удобны для быстрого последовательного решения исследовательских задач с использованием популярных библиотек на языке Python. Благодаря своей универсальности и простоте Python является одним из самых популярных инструментов разработки, причем наблюдается бурный рост числа программных пакетов на этом языке во всех областях науки и техники.

Потребность в интерактивной визуализации [2] в скриптбуках реализуется средствами библиотеки `ipywidgets`, которая позволяет создавать интерактивные компоненты (виджеты) в Jupyter Notebook. Библиотека охватывает широкий набор элементов управления: кнопки, слайдеры, переключатели и т. д., с помощью которых можно подбирать параметры расчетных алгоритмов, контролируя результаты вычислений с помощью наглядных визуализаций. Синхронизация атрибутов HTML-элементов интерфейса с объектами этих элементов в Python поддерживается через протокол `websocket` средствами библиотеки `traitlets`.

Потребность в повторном многократном использовании удачного алгоритма действий породила ряд решений для конвертации скриптбука в отдельное приложение. Например, с помощью библиотеки `Voila`, скриптбук можно быстро преобразовать в приложение, которое может быть использовано локально или передано коллегам. Такие приложения удобны для разметки датасетов и настройки гиперпараметров моделей машинного обучения. При развертывании в качестве самостоятельного сервера созданный сайт может обслуживать нескольких клиентов, запуская отдельную вычислительную среду для каждого обратившегося пользователя. В случае достаточно сложных приложений с множеством виджетов в интерфейсе и тяжелых вычислений (например, нейросетевых) в ядре `ipython`, ресурсов выделенного сервера хватает лишь на небольшое количество одновременных пользователей. Кроме того, пользователи таких приложений могут страдать от медленного запуска и обрывах связи из-за особенностей веб-браузеров.

В среде коммерческих веб-разработчиков для создания Интернет-сайтов получили развитие фреймворки, уводящие разработчиков от работы с

HTML, CSS, JavaScript в сторону модульных компонентов со сложным поведением. Компоненты служат для создания повторно используемых модульных структур, из которых собирается приложение. Такие фреймворки эволюционировали параллельно с усложнением JavaScript и повышением возможностей веб-браузеров. Каждый из таких фреймворков породил свое сообщество, исповедующее свою парадигму разработки со своими инструментами, требующими знания JavaScript, глубокое освоение которых для рядового студента или исследователя не представляется возможным.

Недавний прогресс в дизайне и функциональности интерактивных компонентов существенно упростил масштабирование приложений с использованием экосистемы `ipywidgets` до уровня промышленных стандартов. Разработчики из компании `widgetti` под крышей проекта `Solara` предложили современно выглядящие виджеты, основанные на компонентах пользовательского интерфейса `vuetify`, которые реализуют спецификацию `Material Design` от Google с помощью фреймворка `Vue.js`. Также они внедрили способ написания повторно используемых компонентов в стиле фреймворка `React`, но уже на языке `Python`. `Solara server` очень эффективно отображает `ipywidgets` в браузере и заботится о многих других вещах, таких как маршрутизация многостраничных приложений и создание статических сайтов. Одним из ключевых преимуществ `Solara` является использование декларативного подхода к созданию интерфейсов, где автоматически синхронизируется состояние данных и интерфейса. Это позволяет разработчикам сосредоточиться на логике приложения, а не на деталях реализации интерфейса. В результате владея навыками использования виджетов в блокноте `Jupyter` (в т. ч. на платформах `Google Colab` и `Kaggle`) можно ценой небольших усилий получить полноценный сайт для решения текущих исследовательских задач.

Таким образом, в результате развития стека технологий на основе `ipywidgets` формируется новый подход к разработке компонентных веб-приложений, которые совмещают в себе мощные средства современной научной аналитики с легкостью создания и развертывания, доступной студентам.

Литература

1. Щербина Д. Н. Скриптбук для биологов // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXV научной конференции (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 17–18 мая 2018 г.). – Ростов-на-Дону, Таганрог: Изд-во ЮФУ, – 2018. – Р. 190–191.
2. Ochkov V. F., Tikhonov A. I. Interactive Applications with Graphic User Interfaces for STEM Engineering Education // 7th International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino) / – 2024. – Р. 1–8.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Юров И. А., Левониук С. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Таганрог

E-mail: svlevoniuk@sfedu.ru

Геоинформационные технологии уже на протяжении ряда лет активно используются органами государственного управления. При этом в последнее время эти технологии начинают реализовываться и органами местной власти. Муниципальная геоинформационная система представляет собой инструмент комплексного управления территорией, который обеспечивает информационную поддержку различным сферам муниципального управления, в том числе муниципальному территориальному планированию [1]. В настоящее время основными проблемами автоматизации муниципального планирования являются разнородность задач территориального планирования и отсутствие либо дефицит высококвалифицированных специалистов в области информационных технологий. Поэтому весьма актуальным является решение задачи разработки специализированного программного обеспечения геоинформационных систем для проведения пространственного анализа с целью решения ряда конкретных задач из области территориального планирования.

В данном докладе рассматриваются особенности проведения пространственного анализа и разработки картографической модели для территориального планирования.

Как правило, проведение пространственного анализа сводится к реализации не одного, а нескольких алгоритмов, которые выполняются последовательно друг за другом. Конструктор модели позволяет объединить эти алгоритмы в одну группу путем создания картографической модели [2, 3]. В результате появляется новый (комплексный) алгоритм, который выполняется как единое целое. При проведении исследования удобным является многократный прогон полученной модели при изменении значений входных параметров этой модели.

Одной из типичных задач планирования использования территории органами муниципального управления является выбор в границах населенного пункта мест расположения новых центров коллективного пользования. Примерами таких центров являются торговые центры, multifunctional центры, оздоровительные центры и другие. При этом критерием оптимального расположения центров является их равномерное распределение по

территории населенного пункта, что позволит обеспечить однородные по расстоянию зоны доступности этих центров для населения.

Для равномерного распределения центров всю территорию населенного пункта необходимо разделить на участки приблизительно одинаковой площади и каждый участок будет представлять зону обслуживания одного центра коллективного пользования. Решить данную задачу можно, задавая случайное распределение центров по территории и выполняя для полученного точечного векторного слоя построение зон обслуживания. С помощью многократного прогона модели можно подобрать оптимальное расположение центров коллективного пользования.

Для разработки картографической модели следует определить исходные векторные и растровые слои, которые понадобятся для проведения пространственного анализа, а также необходимые для обработки инструменты (алгоритмы) ГИС. По сути, картографическая модель представляет собой алгоритм реализации пространственного анализа.

Разработанная картографическая модель представлена на рис. 1.

Входным слоем модели является векторный слой «Boundary». Данный слой содержит полигон границ муниципального образования.

Входными параметрами модели являются размер внутреннего буфера «Buffer Size» для полигона границ муниципального образования, количество центров коллективного пользования «Points Quantity» и минимальное расстояние между центрами «Min Distance». При этом размер внутреннего буфера и минимальное расстояние между центрами задаются с учетом протяженности населенного пункта и количества центров коллективного пользования. В модели для проведения пространственного векторного анализа используются инструменты ГИС «Буферизация», «Случайные точки внутри полигонов», «Полигоны Вороного», «Пересечение» и «Калькулятор полей».

В соответствии с полученной картографической моделью, для векторного слоя «Boundary» с использованием входного параметра модели «Buffer Size» и инструмента «Буферизация» строится внутренний буфер «Internal Buffer». В пределах полученного полигона, используя входные параметры модели «Points Quantity» и «Min Distance», с помощью инструмента «Случайные точки внутри полигонов» формируется векторный слой точек «Random Points» – мест расположения центров коллективного пользования. Данный векторный слой используется инструментом «Полигоны Вороного» для создания векторного слоя «Poligoni_Voronogo». Инструмент «Пересечение (несколько слоев)» позволяет разделить территорию населенного пункта на зоны обслуживания центрами коллективного пользования, при этом на основе векторных слоев «Boundary» и «Poligoni_Voronogo» создается векторный слой полигонов «Result». В итоге, инструмент «Калькулятор полей» используется для вычисления площадей полученных полигонов – зон обслуживания центров.

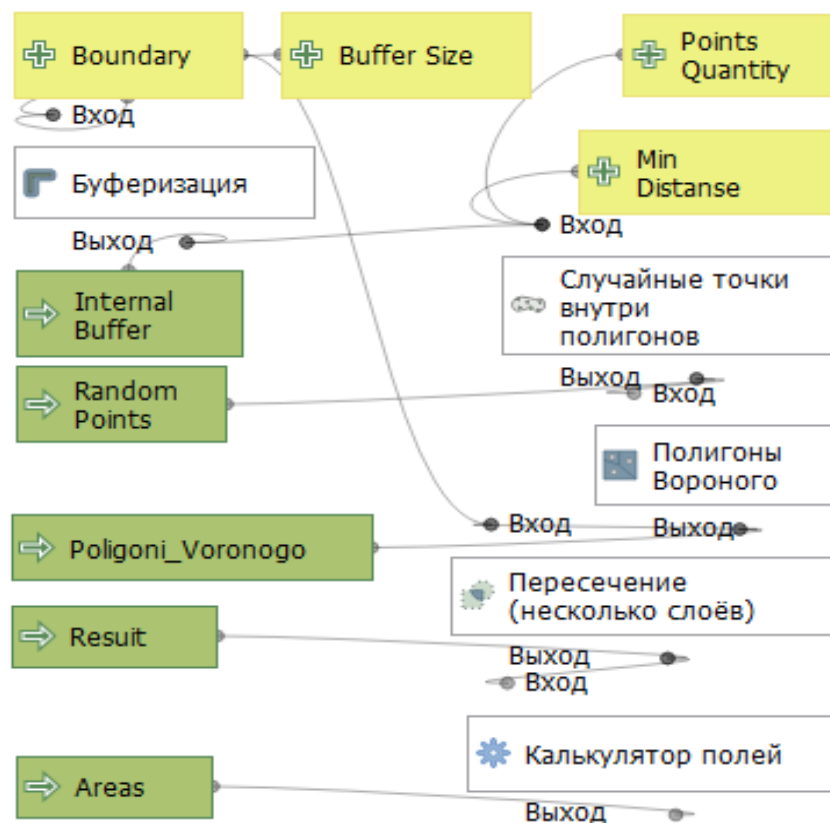


Рис. 1. Структура картографической модели для планирования использования территории органами муниципального управления

Результаты вычислений позволяют проверить степень оптимальности расположения центров коллективного пользования. При этом степень оптимальности может быть оценена, как отношение минимальной (S_{min}) и максимальной (S_{max}) площадей зон обслуживания, выраженное в процентах ($S_{min}/S_{max} \cdot 100\%$). С помощью многократного прогона модели можно подобрать оптимальное расположение центров коллективного пользования.

Рассмотрим использование данной картографической модели для определения местоположений шести центров коллективного пользования для одного из райцентров Ростовской области. При этом была поставлена задача обеспечить соотношение площадей зон обслуживания центров ($100\% \cdot S_{min}/S_{max}$) на уровне не менее 70%. Результаты разбивки территории населенного пункта на шесть зон обслуживания показаны на рис. 2. На данном рисунке приведены векторные слои модели «Result» и «Random Points».

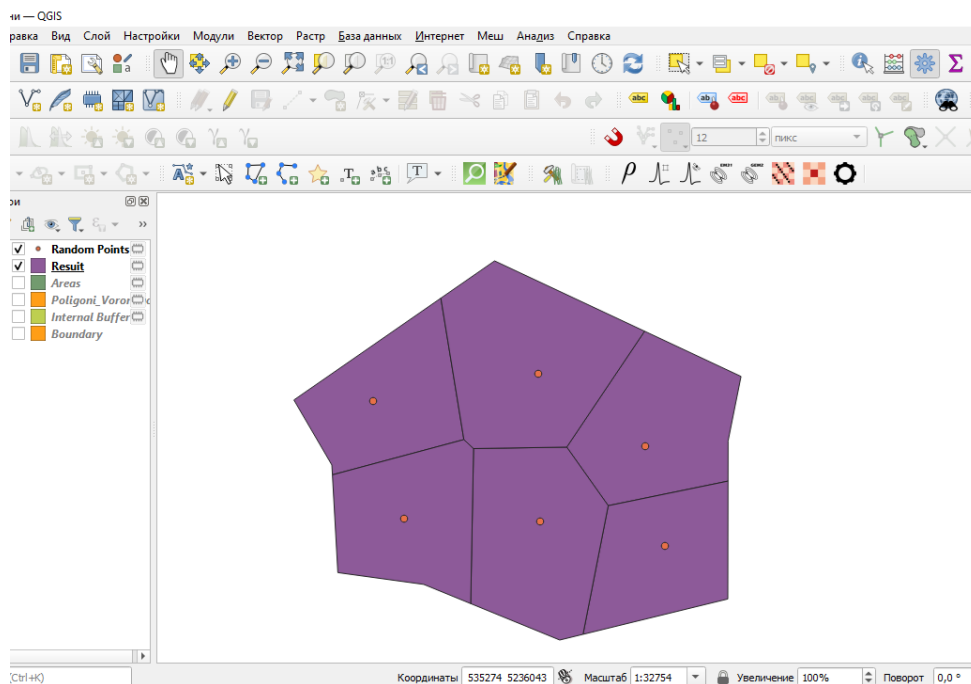


Рис. 2. Векторные слои модели «Result» и «Random Points»

Разработанная картографическая модель позволяет автоматизировать процесс муниципального территориального планирования.

Литература

1. Махотлова М. Ш., Балкизов А. Б., Беканова Р. Р., Беннаева Д. И., Нырова Р. Н., Тхашокова С. В. Землеустройство и управление территориальным развитием с применением ГИС [Текст] // Московский экономический журнал. – 2022. – Т. 7, № 9. С. 17–20.
2. DeMers, Michael N. Fundamentals of Geographic Information Systems. 4 Edition. Wiley, 2015.
3. Tomlin, CD. Geographic Information Systems and Cartographic Modeling. Englewood Cliffs, NJ:, Prentice-Hall, 2020.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗЮМЕ И ВАКАНСИЙ С АССИМЕТРИЧНОЙ ОЦЕНКОЙ ПОЗИЦИЙ

Яценко А. А., Юрушкин М. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: aryacenko@sfedu.ru*

На сегодняшний день одной из ключевых задач в сфере рекрутинга является эффективное сопоставление резюме кандидатов с требованиями вакансий. Этот процесс требует глубокого понимания как навыков и опыта соискателей, так и специфики предлагаемых позиций.

Эту проблему можно разбить на несколько подзадач. Например, имеет смысл применять разные алгоритмы для оценки навыков соискателей и для оценки их предыдущих должностей. Данный доклад описывает подход к решению последней из упомянутых задач.

Очевидно, что простые алгоритмы на основе ключевых слов не подходят для решения этой проблемы, так как существует вероятность того, что кандидат использует другие формулировки, чем те, которые указаны в вакансии. Например, такие термины, как «Software Engineer» и «Developer», хотя и схожи по смыслу, не будут распознаны как совпадения алгоритмом, основанным на ключевых словах.

Традиционным методом решения задачи семантического сопоставления являются эмбединговые модели. Однако метрика косинусного расстояния, используемая для сравнения эмбедингов текстов, является симметричной. Это нежелательно в контексте рассматриваемой задачи. Например, переход от «Middle Software Engineer» к «Senior Software Engineer» логичен и положителен, тогда как обратный переход – не вполне. Для традиционного метода семантического поиска оба этих перехода равнозначны.

В данном докладе на примере собственной разработки описывается решение по автоматическому сопоставлению резюме и вакансий с использованием эмбединговой модели, которая учитывает асимметричное отношение между позициями.

Нововведение заключается в разработке функции потерь (лосс-функции), которая позволяет учитывать несимметричность переходов между позициями. Применен следующий подход: финальное решение состоит из двух моделей. Первая – это привычная модель семантического поиска, которая находит кандидатов с опытом, схожим с требуемым. Вторая модель производит оценку «seniority», позволяя определить, какая из двух позиций требует большего опыта и является более высокой в иерархии.

Для обучения были выбраны резюме и вакансии из множества областей человеческой деятельности, чтобы модель могла не только отличать «грейды» IT-профессионалов, но и правильно оценивать позиции в других сферах.

В результате, система способна более точно рекомендовать вакансии, соответствующие карьерным устремлениям кандидатов, и, наоборот, помогать работодателям находить наиболее подходящих соискателей, обладающих требуемым уровнем экспертизы.

Однако, данное решение имеет свои недостатки. Во-первых, оно требует качественных и объемных данных для обучения модели. Во-вторых, из-за специфики вводимой функции потерь обучение достигает сходимости ощутимо медленнее, чем в задаче обычного семантического поиска.

Литература

1. *Ashish Vaswani, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N. Gomez, Lukasz Kaiser, and Illia Polosukhin.* Attention Is All You Need. arXiv preprint arXiv:1706.03762.
2. *Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, and Kristina Toutanova.* BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. arXiv preprint arXiv:1810.04805.
3. *Yinhan Liu, Myle Ott, Naman Goyal, Jingfei Du, Mandar Joshi, Danqi Chen, Omer Levy, Mike Lewis, Luke Zettlemoyer, and Veselin Stoyanov.* RoBERTa: A robustly optimized BERT pretraining approach. arXiv preprint arXiv:1907.11692.
4. SentenceTransformers Documentation: Semantic Search. URL: <https://sbert.net/examples/applications/semantic-search/README.html> (дата обращения: 16.03.2025).
5. *Pranav Rajpurkar, Jian Zhang, Konstantin Lopyrev, and Percy Liang.* SQuAD: 100,000+ Questions for Machine Comprehension of Text. arXiv preprint arXiv:1606.05250.

APPLICATIONS OF SPIKING NEURAL NETWORKS TO COMPUTATIONAL FINANCE

Guanghang Huang

Southern Federal University,

*Vorovich Institute of Mathematics, Mechanics and Computer Sciences,
Rostov-on-Don*

E-mail: gkhuan@sfedu.ru

Up to this day, computational intelligence methods have been widely applied in economic and financial fields. In recent years, Spiking Neural Networks (SNN) have become a research hotspot in the fields of neuroscience and computational intelligence [1]. In this paper, we mainly use the Monte Carlo method to calculate the probability of barrier crossing events under the Kou model. The Kou model is a stochastic process that combines jumping and continuous motion, defined as follows [2]:

$$X_T = \gamma_0 t + \sigma W_t + \sum_{i=1}^{N_t} Y_i,$$

where $\gamma_0 t$ is called Drift term, σW_t is called Diffusion term, W_t is Brownian motion, $W_t \sim N(0, t)$, N_t is a Poisson process with intensity λ , which is the number of jumps up to time t . The Compound Poisson jump term is given by:

$$\sum_{i=1}^{N_t} Y_i,$$

Y_i are independent and have an asymmetric double exponential distribution with density:

$$f_Y(y) = (1 - P)\Lambda_- e^{\Lambda_- y} \mathbf{I}_{y < 0} + P\Lambda_+ e^{-\Lambda_+ y} \mathbf{I}_{y > 0}.$$

In this paper, we propose a Monte Carlo-SNN joint modeling framework, and our results verify the effectiveness of SNN in continuous probability prediction tasks and reveal the correspondence between spike emission modes and probability values.

Methodology

We propose a joint algorithm for calculating and predicting the probability of barrier crossing events under the Kou model. We study a series of Monte Carlo methods for the probability of barrier crossing events under the framework defined by the Kou model, and use spiking neural networks to predict the probability of barrier crossing events, verifying the effectiveness of SNN in continuous probability prediction tasks.

Data Generation

We generate the asset price path X_T through the Kou jump diffusion model, and then we sample 1000 barrier values from a uniform distribution $U(0, 1)$ as

samples of h and divide 80% of the data into a training set and 20% into a test set. For example, when the barrier value h is 0.644284, the probability of barrier crossing calculated by the Monte Carlo method is 0.001115.

Calculate Barrier Crossing Probability

Then we calculate the target probability $P(X_T \geq h)$ for each barrier value. However, due to the complex distribution caused by the coupling of jump terms and Brownian motion, and the convolution of the double exponential distribution cannot be simplified, the analytical solution of the target probability is difficult to calculate directly in the Kou model. Therefore, we use the Monte Carlo method here to approximate the true probability through a large number of random samplings.

Time Step Comparison

When we train the model for 25 time steps, the spike performance is shown below:

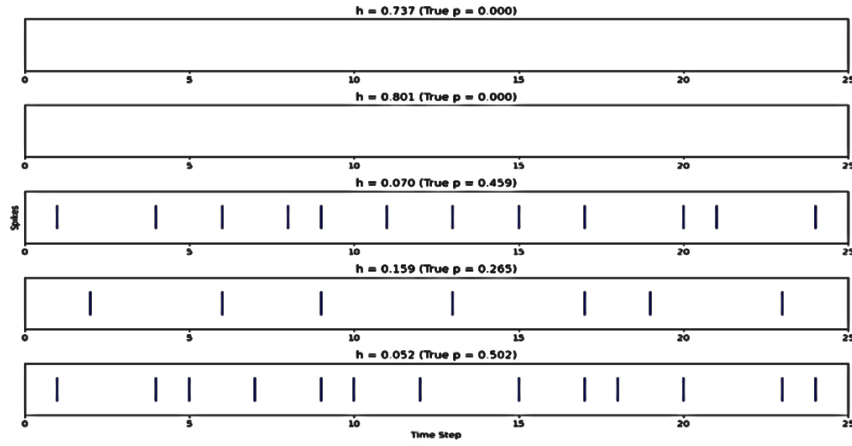


Fig. 1. Example of spiking behavior at 25 time steps

It is not difficult to find that due to insufficient time steps, the spike processing in the small probability area is not good, so we increase the time step to 100, and its spike performance is shown in the following figure:

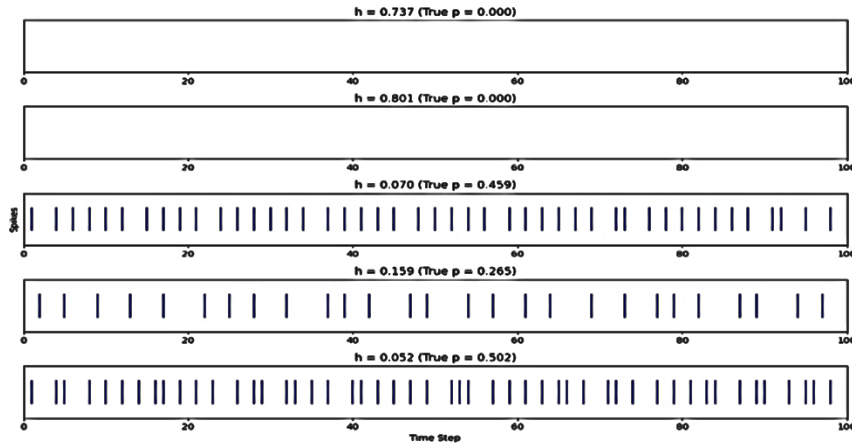


Fig. 2. Example of spiking behavior at 100 time steps

It can be clearly seen that the spike performance has been significantly improved at this time.

Loss Analysis

We use mean absolute error (MAE), root mean square error (RMSE), and relative error (RE) to evaluate the performance of the model. At 100 time steps, we found that $MAE = 0.0028$, $RMSE = 0.0045$, but the relative error $RE = -53.74\%$, which indicates that the model seriously underestimates the true probability in the small probability area because the loss function does not impose sufficient punishment on small probability errors. Therefore, we introduced the Kullback-Leibler (K-L) divergence [3] to control both the absolute error and the relative error. The formula is as follows:

$$KL = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[(\hat{p}_i - p_i) \log \left(\frac{\hat{p}_i}{p_i} \right) + \lambda (\hat{p}_i - p_i)^2 \right].$$

Here λ is the balance coefficient, which is used to adjust the weights of the two errors. When the probability value is small, the K-L term will dominate the loss and impose a stronger penalty on small probabilities. After adjusting the loss function, fixing $\lambda = 1$ and retraining the model with 100 time steps, we can see that $MAE = 0.0039$, $RMSE = 0.0067$, $RE = -9.70\%$, the relative error has been greatly reduced. Correspondingly, if λ is fixed to 0, the result is:

$$MAE = 0.0039, RMSE = 0.0064, RE = -7.15\%.$$

Small Probability Area Analysis

Although the double exponential distribution has a thicker tail than the normal distribution, the exponential decay still leads to an extremely low probability of extreme events. Moreover, when the barrier value is high, the estimated value of the Monte Carlo algorithm will fluctuate significantly. Therefore, we pay more attention to the low probability area. From the diagnosis of the low probability area, it can be seen that a total of 137 samples fall into the low probability area, the average absolute error of the area is 0.0031, and the average relative error is -10.61% .

Results and analysis

Our results show that SNN can predict continuous probabilities. For low barrier values, the output neurons continue to fire at high frequencies; for medium barrier values, the spikes are intermittent; for high barrier values, the spikes are rarely or almost not fired, indicating the sparse response characteristics of the network to low probability events. The spiking neural network performs well on the test set, with a very small average prediction error, which can meet the accuracy requirements of risk management.

Conclusion

In this paper, we propose a joint algorithm for calculating and predicting the probability of barrier crossing events under the Kou model. Our results verify the effectiveness of SNN in continuous probability prediction tasks, revealing the corresponding relationship between spike emission patterns and probability values.

SNN successfully captures the nonlinear relationship between probability and barrier value through spike timing encoding, demonstrating the ability to accurately model the Brownian motion and jump coupling mechanism and adaptability to thick-tailed features.

References

1. *J. K. Eshraghian et al.*, "Training Spiking Neural Networks Using Lessons From Deep Learning," in *Proceedings of the IEEE*, vol. 111, no. 9, pp. 1016–1054, Sept. 2023.
2. *Kou S G*. A Jump Diffusion Model For Option Pricing[J].*Ssm Electronic Journal*, 2000.
3. *Shlens, Jonathon*. "Notes on kullback-leibler divergence and likelihood theory." *Systems Neurobiology Laboratory* 92037.1 (2007).

THE CONSTRUCTION OF CONVECTION-DIFFUSION MATHEMATICAL MODEL FOR WATER POLLUTION

Wang Youfang

Southern Federal University,

*Vorovich Institute of Mathematics, Mechanics and Computer Sciences,
Rostov-on-Don*

E-mail: yufv@sfedu.ru

Introduction

Water is the vital source of humanity life. With the rapid development of industry and agriculture, water pollution has become an increasingly prominent issue, causing a series of detrimental impacts on society. Not only does it severely affect crops and aquatic life, but it also poses significant threats to human health. Therefore, research on water quality forecasting and early warning is of great significance for the timely supervision and management of water pollution.

In recent years, with the rapid advancement of computer and predictive technologies, research on water quality forecasting has become increasingly diversified. The current body of work primarily encompasses water quality prediction models based on statistical regression, ARIMA-based models, support vector machine models, and neural network models. However, these studies typically rely on historical water quality data from specific monitoring sites to forecast future changes at those same locations—that is, they conduct predictions solely in the temporal dimension. In current river water quality monitoring practices, budgetary constraints often result in the sparse deployment of monitoring devices, leaving water quality at unmonitored locations unobserved and impeding the timely detection and mitigation of pollution events. Consequently, it is of considerable research significance to predict water quality at unmonitored locations using data from known monitoring points to achieve fine-grained surveillance of riverine environments. This study utilizes the convection–diffusion equation from fluid mechanics to perform spatial dimension predictions of water quality in regions without monitoring devices. It allows to realize fine-grained monitoring of the river water environment and to provide decision support for environmental protection agencies and related personnel in the management of water pollution.

1. Water Quality Convection–Diffusion Equation

Based on the temporal progression and spatial transport and diffusion laws of pollutants in water, different water quality models have been developed and applied to the prediction and analysis of pollutant transport and diffusion in water bodies 1. According to the spatial distribution characteristics of parameters within the system, water quality models can be classified as one-dimensional, two-dimensional, and three-dimensional models. In terms of the transfer characteristics of water quality parameters, these models are further divided into advection-only

models, diffusion models, and advection–diffusion models. For rivers, if the depth and width are much smaller than the length, the vertical and lateral concentration gradients of pollutants can be neglected, thereby allowing the calculation of pollutant concentrations at various points along the river to be simplified to a one-dimensional water quality model. Moreover, since molecular diffusion occurs during the transport and transformation processes of pollutants in water, the one-dimensional convection–diffusion equation is generally employed to simulate the transport and diffusion of pollutants—as shown in equation (1). The development of a water quality prediction model involves selecting a pollutant transport mathematical model and combining it with known parameters and initial and boundary conditions to predict the spatiotemporal distribution of pollutants in the aquatic environment.

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} = E \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + Kc \quad (1)$$

In the equation, u represents the flow velocity ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$), E denotes the dispersion coefficient ($\text{km}^2 \cdot \text{h}^{-1}$), K is the pollutant decay coefficient (h^{-1}), and c indicates the pollutant mass concentration ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$).

Equation (1) represents a one-dimensional convection–diffusion equation, which is a partial differential equation. Currently, the finite difference method is the most commonly used numerical solution approach for this equation due to its high accuracy and minimal grid point requirements [2]. The finite difference method can be further divided into explicit and implicit schemes, with the explicit method being further classified into forward, backward, and central difference schemes based on the formulation. The overall procedure of the finite difference method involves substituting the continuous solution domain with discrete grid nodes, performing a Taylor series expansion at each node to approximate the derivatives by finite difference expressions, and then solving the resulting system of difference equations to obtain the final solution of the partial differential equation.

The accuracy of these difference approximations is determined by the order of the error term with respect to Δx in the Taylor expansion. A comparative analysis reveals that both the forward and backward difference schemes are first-order accurate, whereas the central difference scheme is second-order accurate, demonstrating its higher precision relative to the former schemes. Moreover, although the explicit difference method is relatively simple in form, it often entails longer computation times under many circumstances. Existing literature indicates that the implicit difference method is more stable, precise, and more closely approximates the true solution than the explicit method. Based on the above analysis, this study employs both the explicit central dif-

ference method and the implicit difference method to predict pollutant concentrations and subsequently validates the solution accuracy of these two methods.

2. Solution and accuracy verification of convection-diffusion equation

The validation of different numerical solutions for the convection-diffusion equation is conducted using water quality data from a river. A point source discharges pollutants for 1 hour at $x = 0$. The river parameters are: velocity $u = 5$ km/h, diffusion coefficient $E = 2$ km²/h, decay coefficient $K = 0.151$ h⁻¹, time step size $\Delta t = 0.1$ h, and spatial step size $\Delta x = 0.5$ km. The initial pollutant concentration at the upstream boundary $x = 0$ is 10 mg/L (based on monitoring data), and the downstream boundary $x = 10$ km has a concentration of 0 mg/L. Using these conditions, the pollutant concentrations at all nodes for each time step are simulated.

2.1 Explicit Finite Difference Method

Based on the principle of replacing derivatives with finite difference quotients in the numerical solution of partial differential equations, Equation (1) can be approximated using finite differences. In this context, the first-order partial derivative with respect to x is approximated by the forward difference:

$$\frac{\partial c}{\partial x} \approx \frac{c_{i+1}^n - c_{i-1}^n}{2\Delta x}$$

and the second-order partial derivative with respect to x is approximated by the central difference:

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \approx \frac{c_{i+1}^n - 2c_i^n + c_{i-1}^n}{\Delta x^2}$$

By replacing $\frac{\partial c}{\partial x}$ and $\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ with forward differences and $\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ with the central difference, and by combining like terms, Equation (1) can be approximated by the finite difference Equation (2):

$$c_i^{n+1} = c_{i-1}^n \left(\frac{u\Delta t}{2\Delta x} - \frac{E\Delta t}{\Delta x^2} \right) + c_i^n \left(1 - \frac{2E\Delta t}{\Delta x^2} + K\Delta t \right) + c_{i+1}^n \left(\frac{E\Delta t}{\Delta x^2} - \frac{u\Delta t}{2\Delta x} \right) \quad (2)$$

Let

$$\alpha = \frac{u\Delta t}{2\Delta x} - \frac{E\Delta t}{\Delta x^2} \quad \beta = 1 - \frac{2E\Delta t}{\Delta x^2} + K\Delta t \quad \gamma = \frac{E\Delta t}{\Delta x^2} - \frac{u\Delta t}{2\Delta x}$$

Then the equation simplifies to

$$c_i^{n+1} = \alpha c_{i-1}^n + \beta c_i^n + \gamma c_{i+1}^n \quad (3)$$

As indicated by Equation (3), the concentration value at node i for the next time step is determined by the pollutant concentrations at nodes $i-1$, i , and $i+1$ of the current time step. Therefore, to compute the concentration values at N nodes for the $n+1$ -th time step, it is necessary to start from the first-time step and iteratively solve the N equations derived from Equation (3) for each subsequent time step. The concentration values at the n -th time step, denoted as $(c_1^n, c_2^n, c_3^n, \dots, c_N^n)$, can only be obtained after progressively determining the values for all preceding time steps.

To facilitate the computation of pollutant concentrations at all nodes across time steps, Equation (3) can be reformulated into the matrix form shown in Equation (4). By leveraging Equation (4) and the given boundary conditions, the pollutant concentrations at each node for every time step can be iteratively computed. This approach yields an approximate solution to the original problem across the entire computational domain.

$$\begin{bmatrix} \beta & \gamma & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \alpha & \beta & \gamma & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & \beta & \gamma & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \alpha & \beta & \gamma & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha & \beta \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1^n \\ c_2^n \\ c_3^n \\ c_4^n \\ \vdots \\ c_{N-1}^n \\ c_N^n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_0^n \\ + \\ \vdots \\ \gamma c_{N+1}^n \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} \alpha c_0^n + \beta c_1^n + \gamma c_2^n \\ \alpha c_1^n + \beta c_2^n + \gamma c_3^n \\ \alpha c_2^n + \beta c_3^n + \gamma c_4^n \\ \alpha c_3^n + \beta c_4^n + \gamma c_5^n \\ \vdots \\ \alpha c_{N-2}^n + \beta c_{N-1}^n + \gamma c_N^n \\ \alpha c_{N-1}^n + \beta c_N^n + \gamma c_{N+1}^n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1^{n+1} \\ c_2^{n+1} \\ c_3^{n+1} \\ c_4^{n+1} \\ \vdots \\ c_{N-1}^{n+1} \\ c_N^{n+1} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Here, $(c_1^n, c_2^n, c_3^n, \dots, c_N^n)$ represents the pollutant concentration values at N nodes for the current time step, while $(c_1^{n+1}, c_2^{n+1}, c_3^{n+1}, \dots, c_N^{n+1})$ denotes the unknown pollutant concentration values at N nodes for the next time step.

Table 1

Comparison of Explicit Finite Difference Simulation Values and Measured Values (Unit: $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)

Monitoring Point	Simulated Value	Measured Value
1	0.0000	0.0000
2	0.2696	0.2768
3	0.4872	0.4708
4	0.6712	0.7523
5	0.7842	1.1294
6	0.8474	1.5927
7	0.8183	2.1100
8	0.6934	2.6259
9	0.3835	3.0700

Using equation (4), we can determine the pollutant concentrations at all nodes for each time step. The simulated values of pollutant concentrations at all nodes 1.5 hours after the discharge ceased are shown in Table 1. Comparing these simulated values with the field measurements from the monitoring stations, it can be found that the agreement between the calculated and observed values is 0.5102. It is observed that significant deviations between the simulated and measured values start from the 6th node. This discrepancy may arise because the explicit finite difference method is usually suitable for straight natural river channels, while the studied river contains topographic changes and bends, which leads to a decrease in the accuracy of the numerical solution.

References

1. Luo Na, Gao Kai, Li Zeli, et al. Research on Algal Bloom Prediction Using 2D Hydrodynamic-Water Quality Model in Yuqiao Reservoir [C] // China Society for Environmental Sciences. Proceeding of the 2021 Annual Scientific and Technological Conference of China Society for Environmental Sciences (Part 2). Tianjin: China Academic Journal (CD Edition) Electronic Magazine Co., Ltd., 2021: 6.
2. Li Yaguan, Wang Tao, Wu Yue, et al. Prediction of Temperature Distribution in Cooling Process of Metal Composite Plate Based on Finite Difference Method [J]. Precision Forming Engineering, 2021, 13(6): 64–69.

NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECTIVE MECHANICAL PROPERTIES FOR METAL LATTICE STRUCTURES WITH DIFFERENT POROSITY

Xu Shihao, Nasedkina A. A.

Southern Federal University,

*Vorovich Institute of Mathematics, Mechanics and Computer Sciences,
Rostov-on-Don*

E-mail: shisi@sfedu.ru, aanasedkina@sfedu.ru

Highly porous materials are artificial synthetic materials composed of a continuous solid skeleton and a large number of interconnected pores, and their porosity is usually more than 50%. This type of material has a porous structure, which makes it low in density, large in specific surface area, and has excellent energy absorption performance. Metal lattices are three-dimensional regular porous materials composed of periodically arranged unit cells [3]. Compared with other high-porosity materials, metal lattices have a regular and designable structure, which can be customized to specific functions by adjusting parameters such as unit cell type, porosity and unit cell arrangement. Among various lattice designs, cubic three-dimensional lattices have become the first choice for research due to their simple geometry and easy-to-control parameters.

Although many experimental and numerical studies on metal lattice structures have been conducted worldwide [1], there is still a lack of systematic investigation on the effect of geometric parameters on overall effective elastic properties. In this paper, a Representative Volume Element (RVE) model based on periodic cubic unit cells is constructed. The lattice structure is analyzed for different geometric parameters, such as unit cell size and edge thickness, as well as for different numbers of repeated unit cells and porosity values. The aim is to reveal the internal relationship between microstructural design and macroscopic effective mechanical properties.

In order to accurately simulate the mechanical behavior of materials, this paper uses the finite element method and the ANSYS Mechanical APDL software package [2] to construct a RVE model. We represent porous materials or foams in the form of an array of cubic cells. The basic geometry of the RVE is set as a cuboid. In this study, we consider the cubic cell with the same length in all directions: $LX = LY = LZ = L$. The complex pore structure inside the RVE is simulated by a series of spatially arranged pillars. The key parameter that determines the pillar geometry is LH , which represents the side length of the pillar cross section. To achieve parametric modeling of porous materials, two design variables are introduced: N and p , where N is the number of basic unit cells contained along each of the three dimensions of the RVE and p is the porosity of the composite structure.

The geometric construction, finite element meshing and calculation are all performed in the ANSYS Mechanical APDL software package. First, we build a cell framework, which consists of a cubic skeleton with selected cubic elements. The BLOCK command is used in ANSYS software to construct the pillar structure inside the RVE. The BLOCK command allows users to easily create a rectangular solid. By carefully designing the parameters of the BLOCK command, the position, size and direction of each pillar can be precisely controlled. The pillar structure within each unit cell is thus constructed. In order to simulate the macroscopic mechanical behavior of highly porous materials and consider the requirements of periodic boundary conditions, multiple unit cells need to be arranged in space to form a cubic lattice unit cell array. In this study, the VGEN command is used to efficiently generate such a unit cell array.

After constructing the geometric model of RVE, the next key step is to discretize the continuous geometric region into a finite number of elements, that is, to construct the finite element mesh. This study uses the finite element Solid185 to construct the finite element model. This element is a three-dimensional eight-node finite element suitable for analyzing the mechanical behavior of three-dimensional solid structures. Mesh size control is a key factor affecting computational accuracy. We use different meshes for calculation. In this way, it is guaranteed that a finer mesh is obtained in the critical geometric area (pillar), thereby more accurately capturing stress concentration and local deformation. The finite element meshes for the unit cell and the lattice with element size equal to LH can be seen in Fig. 3. and Fig. 4. In this study, the mapped meshing method is used for mesh generation. Mapped meshing is a meshing technique suitable for regular geometries that can generate regular and neatly arranged meshes. Since there may be overlapping nodes between adjacent RVE units when creating an RVE array, the NUMMRG command can merge these duplicate nodes to reduce the amount of calculation. The NUMCMP command can remove unused element numbers and reorder them, thereby improving computational efficiency.

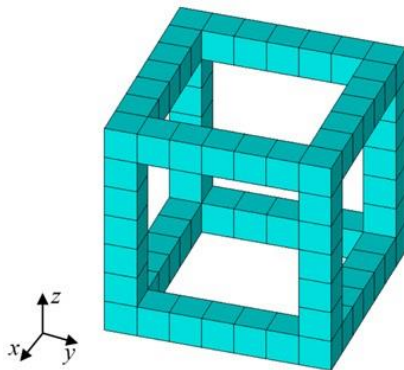


Fig. 3. The unit cell after meshing.

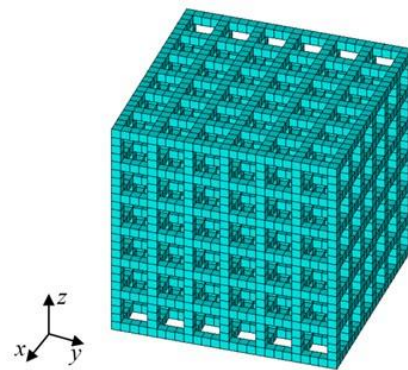


Fig. 4. A cubic lattice with $6 \times 6 \times 6$ unit cells after meshing.

We note that the geometric parameters of the Cubic lattice usually include the cell size L , the edge thickness LH and the number of cells N in each dimension. Without loss of generality, we can set the cell size LH to 1. Therefore, in our Cubic lattice model, the lattice porosity p depends only on two parameters: the edge thickness LH and the number of cells in each dimension N . If we fix N and set the porosity p , we can find the value of LH . The formula that relates the main geometric parameters of the lattice to the porosity is as follows:

$$p = \frac{N^2(2LH - 1)^2(LH * N + 3LH + N)}{(N(LH - 1) - LH)^3}$$

Through this formula, we fix N and set the porosity p , then solving the equation we can find the value of LH . Different values of the edge thickness for the porosity and number of unit cells are summarized in Table 1.

Table 1

The values of the lattice edge thickness LH for different number of unit cells per dimension N and lattice porosity p

$N \backslash P, \%$	65	70	75	80	85	90	95
1	0.199305	0.181629	0.163176	0.143570	0.122201	0.097900	0.067675
2	0.234573	0.216015	0.196222	0.174705	0.150661	0.122536	0.086338
3	0.249276	0.230566	0.210427	0.188319	0.163341	0.133755	0.095078
4	0.257341	0.238602	0.218330	0.195953	0.170517	0.140173	0.100147
5	0.262436	0.243698	0.223363	0.200838	0.175133	0.144327	0.103457
6	0.265946	0.247218	0.226850	0.204232	0.178352	0.147237	0.105787
7	0.268511	0.249795	0.229407	0.206728	0.180725	0.149388	0.107517
8	0.270467	0.251764	0.231364	0.208640	0.182546	0.151042	0.108852
9	0.272009	0.253316	0.232909	0.210152	0.183988	0.152355	0.109914
10	0.273255	0.254572	0.234159	0.211377	0.185159	0.153422	0.110778

This study uses iron as the skeleton material of the metal lattice skeleton. We solve the homogenization problem for the composite structure using the effective moduli method [3]. By solving the six boundary value problems, all 36 coefficients of the elastic moduli matrix can be calculated. The calculated elastic moduli matrix shows that the composite structure is orthotropic and is of a cubic syngony class for a lattice composed of cubic cells. Thus, we can calculate the orthotropic effective parameters of the lattice structure. The results of the calculations for different lattices are presented in Fig. 5, where the graphs show the dependences of the relative effective moduli on the porosity.

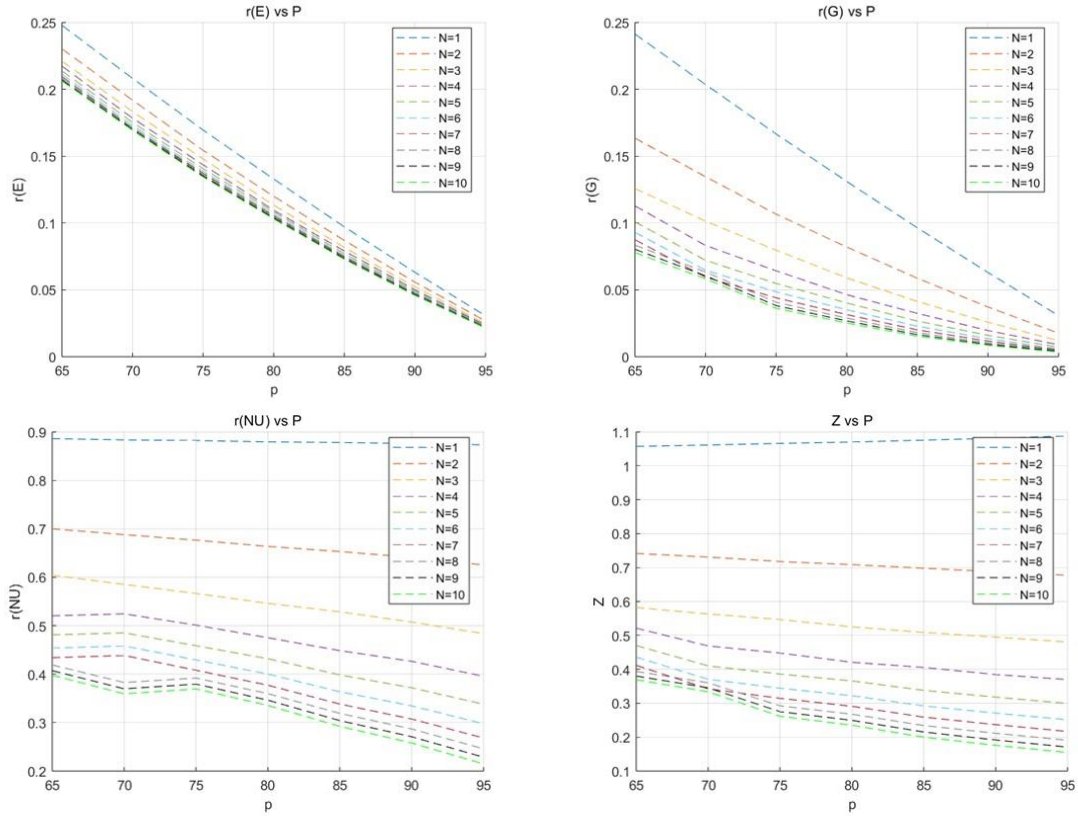


Fig. 5. Dependence of relative Young's modulus $r(E)$, relative shear modulus $r(G)$, relative Poisson's ratio $r(NU)$, and Zener coefficient Z versus porosity p for different numbers of cells N

The calculations reveal that the relative elastic $r(E)$ and shear $r(G)$ moduli of the metal lattice structure decrease with increasing porosity, stabilizing once the number N of unit cells per dimension surpasses a threshold of $N=5$. It is worth noting that in the high porosity region (such as $p > 85\%$), the elastic and shear moduli curves corresponding to different N values gradually converge. Zener coefficient Z allows estimating the level of the lattice anisotropy. From Fig. 5 its can be seen that it generally decreases with the increase of porosity, indicating that the anisotropy of the structure grows with the porosity increase. The Z value corresponding to $N=1$ is the highest and is close to one, indicating that the single unit cell structure is completely isotropic.

References

1. Miao Xun, et al. "Review on Mechanical Properties of Metal Lattice Structures." *Composite Structures*, vol. 342, 2024, article: 118267.
2. ANSYS mechanical APDL modeling and meshing guide. Inc. 275 technology drive, Canonsburg, PA 15317, 2013.
3. A. S. Kornievsky and A. V. Nasedkin. "Numerical Investigation of Mechanical Properties of Foams Modeled by Regular Gibson–Ashby Lattices With Different Internal Structures." *Materialia*, vol. 26, 2022, article: 101563.

Научное издание

**XXXII научная конференция
«Современные информационные технологии:
тенденции и перспективы развития»**

Компьютерная верстка: Багдасарян А. Л.

Электронное издание

Подписано к использованию 06.05.2025 г. Заказ № 9976. Тираж 10 экз.
Издательство Южного федерального университета.
Отдел полиграфической, корпоративной и сувенирной продукции
Издательско-полиграфического комплекса КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ.
344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, тел (863) 243-41-66.