



ИНСТИТУТ
МАТЕМАТИКИ
МЕХАНИКИ
КОМПЬЮТЕРНЫХ
НАУК

имени И.И. Воровича

XXIX НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

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

Материалы конференции

21 – 23 апреля 2022 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
XXIX научной конференции
(Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону, 21 – 23 апреля 2022 г.)**

**Ростов-на-Дону – Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2022**

УДК 004(063)
ББК 32.97я43
С568

Редакционная коллегия:

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

С568 **Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития** [Электронный ресурс] : Материалы XXIX научной конференции (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 21 – 23 апреля 2022 г.) – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 6,14 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Системные требования: процессор с тактовой частотой 1,5 ГГц и выше, 1 Гб оперативной памяти, Windows 7 SP1, Windows 8, 8.1, Windows 10 (32- и 64-разрядные версии), Acrobat Reader DC, привод DVD-ROM. – Загл. с экрана. – 290 с.

ISBN 978-5-9275-4142-3

В сборнике представлены доклады участников научной конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития» (Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, 21 – 23 апреля 2022 г.).

Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-9275-4142-3

УДК 004(063)
ББК 32.97я43

© Южный федеральный университет, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИТ-СФЕРЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	9
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗАДАЧНИК PROGRAMMING TASKBOOK: ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ МГУ-ППИ В ШЭНЬЧЖЭНЕ И НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЕРСИИ 4.22 Абрамян М. Э.	13
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА ВИРТУАЛЬНОГО МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ Абрамян М. Э., Агарков Ю. В., Бортова Л. В., Тихонова Н. А.	17
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗАДАЧНИК ПО КУРСУ «ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ» Абрамян М. Э., Ли Шэньюй (李圣禹)	20
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗАДАЧНИК ПО ПАТТЕРНАМ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ Абрамян М. Э., Лай Вэньтао (赖文涛)	23
ТРЕХМЕРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА С УДАЛЕНИЕМ ДВИЖУЩИХСЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ Авилов А. М., Демяненко Я. М.	26
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА COMSOL® В УЧЕБНО-НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ Амбарян К. В., Надолин К. А.	29
ПОСТРОЕНИЕ ДВУДОЛЬНЫХ ГРАФОВ С ЗАДАННЫМ ОБХВАТОМ МЕТОДОМ РАСШИРЕНИЯ МЕТАГРАФОВ Арутюнов О. В.	33
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВОГО СЛЕДА В ОБРАЗОВАНИИ Балякин А. А., Нурбина М. В.	36
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКА В ЗАМКНУТОМ ПОМЕЩЕНИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЯЧЕЕК Бараева Д. С., Сумбатян М. А.	40
КОНЦЕПТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ Барский Е. Д., Демина С. А.	45
КЛИЕНТ-СЕРВЕРНАЯ АРХИТЕКТУРА НА ПРИМЕРЕ ИГРОВОГО СЕРВЕРА МТА Белкин А. И., Майер С. Ф.	49
ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОНКУРСОВ В ОНЛАЙН-ФОРМАТЕ Бильченко А. К.	53
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ В КОНТЕКСТЕ ВНЕДРЕНИЯ ОБНОВЛЕННЫХ ФГОС Блинова Е. Е., Евланова А. Г.	57

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ НА ЯЗЫКЕ PUTHON ДЛЯ РАЗВИТИЯ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ Блинова Е. Е., Угненко А. А.	62
МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ ДВУХУРОВНЕВЫХ L2/L3 VPN ПОДСЕТЕЙ БОЛЬШИХ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ Букатов А. А.	66
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДВУХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕОДНОРОДНОЙ ТРУБЫ Ватульян А. О., Нестеров С. А.	70
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА PUTHON ДЛЯ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ РАСШИРЕНИЯ АЛГОРИТМА УНИФИКАЦИИ Волошин Б. И., Михалкович С. С.	73
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТРАНСФОРМАЦИИ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СТРУКТУРЫ СВЧ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П.	77
ИЗУЧЕНИЕ СИГНАЛА В СВЕРХСКОРОСТНОМ ЛОГИЧЕСКОМ ЭЛЕМЕНТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ Волощенко П. Ю. Волощенко Ю. П.	80
КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ, ОРГАНИЗАЦИИ И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ТЕРМОМИГРАЦИИ ВКЛЮЧЕНИЙ В КРИСТАЛЛАХ И СИНТЕЗУ ТОНКИХ ПЛЕНОК Гармашов С. И., Терехин К. А., Константинова М. Г., Хатламаджиян Ю. Б., Макинян Н. В., Иришин А. Г.	83
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ БОЛЬШОГО ОБЪЁМА ПЛОХО СТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ, НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА "АТЛАС НКО" Гуфан К. Ю., Борус А. И.	90
КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ В МОДИФИЦИРОВАННОЙ ЗАДАЧЕ МАРКОВИТЦА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ Данилова Н. В., Житников Д. И.	94
ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ В БАКАЛАВРИАТЕ И МАГИСТРАТУРЕ ФИИТ Демяненко Я. М.	99
ИГРОВАЯ АДАПТАЦИЯ ШЛИХОВОГО АНАЛИЗА Демяненко Я. М., Агарков Ю. В., Сергеев Н. А.	101
ПОЛНОСВЁРТОЧНЫЙ ВАРИАЦИОННЫЙ АВТОКОДИРОВЩИК Друзь А. С.	103
ПРОБЛЕМА РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ НАВЫКОВ БАКАЛАВРОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ Дудакова Ю. В., Кувшинова Е. Н.	107
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОСТОГО ВОКСЕЛЬНОГО ГРАФИЧЕСКОГО ДВИЖКА ДЛЯ АРКАДНЫХ ИГР Дуюнов С. И.	110

ЦИФРОВИЗАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО БИЗНЕСА КОМПАНИЙ В СТРАТЕГИЯХ ЕАЭС И ЕС	113
Евченко Н. Н.	
О НЕОБХОДИМОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ДИЗАЙНА В ПОДГОТОВКУ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ»	119
Евланова А. Г.	
ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ЧЕМПИОНАТА ЮФУ ПО СТАНДАРТАМ WORLDSKILLS RUSSIA ПО КОМПЕТЕНЦИИ «ПРЕПОДАВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ»	123
Егоров Н. Я., Егоров И. Н., Егорова С. И.	
СПЕКТР ОПЕРАТОРА ЛАПЛАСА НА ГРАФАХ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА	125
Жмуров А. С.	
РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА РЕДАКТИРОВАНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ПОВЕДЕНИЯ ДЛЯ UNITY	127
Задверняк Я. А.	
ОПТИМИЗАЦИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ВЕСОВ ДЛЯ ВАЛИДАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕОРИИ ТОНКОГО КРЫЛА	130
Казаков Е. А., Самсонов И. К.	
ОПЫТ АКТУАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА ПО ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ	134
Карякин М. И., Махно В. В., Ревина С. В.	
АНГЛОЯЗЫЧНАЯ МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА МЕХМАТА ЮФУ В ОБЛАСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ИСТОРИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	139
Карякин М. И., Надолин К. А., Наседкин А. В.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ГЕОЛОКАЦИИ В ANDROID ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФИТНЕС-ИГРЫ	144
Каспаров А. В.	
НАХОЖДЕНИЕ ОБЛАСТИ ДИФFUЗИОННОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ БРЮССЕЛЯТОРА	147
Келеметова К. А.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОУПРУГИХ СВОЙСТВ ПЛЕНКИ НА ПОДЛОЖКЕ	149
Клунникова Ю. В., Аникеев М. В.	
ГЕНЕРАЦИЯ РЕАЛИСТИЧНОГО ШУМА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ	151
Коваленко А. С., Демяненко Я. М.	
ИНТЕГРАЦИЯ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ. МЕТОДЫ. ЭТАПЫ ИНТЕГРАЦИИ	154
Косицына И. В.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ОСНОВАМ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ	158
Кувшинова Е. Н., Шаповалова Д. С.	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ГИБКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ («SOFT SKILLS») НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ В 6 КЛАССЕ	163
Курочкина В. А., Евланова А. Г.	

ЖУРНАЛИЗАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ДОКУМЕНТОВ БАЗЫ ДАННЫХ Литвиненко А. Н., Марочкина К. М.	167
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВИХРЕВЫХ ПЯТЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ ТОЧЕЧНЫХ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВИХРЕЙ Лысенко Ф. П., Говорухин В. Н.	171
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИАГНОСТИКИ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА Майер С. Ф., Махно В. В. Муратова Г. В., Литвиненко М. М.	176
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК ИТО ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ Малюков С. П., Саенко А. В., Рожко А. А.	181
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗИСТИВНОГО ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В МЕМРИСТОРНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ТАНТАЛА Малюков С. П., Саенко А. В., Тимощенко Д. В.	183
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ Маннаа А. С.	186
ИНТЕРАКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА В WEB-ВЕРСИИ ПАКЕТА ACELAN-COMPOS Мартыненко М. В., Москаленко Д. А., Оганесян П. А., Фоменко Е. И.	190
РЕШЕНИЕ ЧАСТИЧНОЙ ПРОБЛЕМЫ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДЛЯ СИММЕТРИЧНЫХ НЕЗНАКООПРЕДЕЛЕННЫХ МАТРИЦ НА ПОДПРОСТРАНСТВАХ КРЫЛОВА Мартынова Т. С., Муратова Г. В., Оганесян П. А., Штейн О. О.	193
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАБОТЫ БИНАРНЫХ И МУЛЬТАКЛАССОВЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ Михайличенко А. А.	198
ПЕРВОЕ СООБЩЕНИЕ О МОДУЛЕ НЕВИДИМОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКИ ЗАДАНИЙ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ В СРЕДЕ PASCALABC.NET Михалкович С. С.	204
ПУРЮТЕР-НОУТБУКИ ДЛЯ PASCALABC.NET И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ Михалкович С. С., Баглий А. П., Кобзарь Д. В., Пахомов А. А.	208
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ КАК ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ Натробица А. И.	211
АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ АВТОПИЛОТА Нерчинский Н. В., Демяненко Я. М.	214
ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛА ПО ЗАЩИТЕ ПРОГРАММНОГО КОДА В КУРСЕ «АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО КОДА» Нестеренко В. А.	216

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ПРОЦЕССОВ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МИКРОПЕРЕПИСИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	218
Репенко Е. А., Гордиенко Л. В.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В ВОДОЁМАХ	221
Решетняк А. Н., Шабас И. Н.	
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОБЛАСТИ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПО ТЬЮРИНГУ СИСТЕМЫ БЕДДИНГТОНА-ДЕАНГЕЛИСА	225
Романовский М. М.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ ПЛЕНОК Cu_2O НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	228
Саенко А. В., Малюков С. П., Рожко А. А.	
КОНЦЕПТ ИГР ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ	231
Смехунов А. А., Демяненко Я. М.	
ПРОТОТИП МЕТА-РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИНТЕРНЕТ- МАГАЗИНОВ	233
Соколов М. И., Чердынцева М. И.	
ПРОЦЕДУРНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ В ИГРАХ. ПОЛЕЗНЫЕ ПРИМЕРЫ ИГРОВЫХ ПРОЕКТОВ, О КОТОРЫХ НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ	237
Стороженко В. Л.	
ПРИМЕНЕНИЕ БЫСТРОГО МЕТОДА МУЛЬТИПОЛЯ В МОДЕЛИРОВАНИИ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ	241
Сумбатян М. А., Пискунов А. С.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМ АКТИВНЫМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ	245
Тополов В. Ю.	
КОНЦЕПЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ	247
Торба И. В., Гордиенко Л. В.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ИНВЕРСИИ НАСЕЛЕННОСТЕЙ НА ИОННЫХ ПЕРЕХОДАХ СТРОНЦИЯ В РЕКОМБИНИРУЮЩЕЙ ПЛАЗМЕ	251
Чеботарев Г. Д.	
ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ»	253
Чеботарев Г. Д., Мазурицкий М. И.	
ВОССТАНОВЛЕНИЕ БИНОКУЛЯРНОГО ЗРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ VR-ТЕХНОЛОГИЙ	254
Черненко Г. В.	
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ НА ПРОЦЕССЫ СЕДИМЕНТАЦИИ В ТАГАНРОГСКОМ ЗАЛИВЕ	257
Чикина Л. Г., Чикин А. Л.	
РАЗРАБОТКА НЕЙРОИНТЕРФЕЙСА «МОЗГ-МОЗГ» НА ОСНОВЕ КВАЗИСТАЦИОНАРНЫХ ПАТТЕРНОВ ЭЭГ	260
Шапошников П. Д., Лазуренко Д. М., Шепелев Д. И.	

ПОСТРОЕНИЕ ОБЛАКА ТОЧЕК ПО ВИДЕО С АВТОРЕГИСТРАТОРА Шевцов О. И., Демяненко Я. М.	266
ПОИСК МОДЕЛИ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ РУКИ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С RGB-КАМЕРЫ Шепелев Д. И., Демяненко Я. М.	268
ПОВЫШЕНИЕ ИММЕРСИВНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ 3D СИМУЛЯЦИИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ Штейн О. О.	270
ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ EBRAINS ДЛЯ МУЛЬТИДОМЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ МОЗГА Щербина Д. Н.	272
ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ПУБЛИКАЦИЯ БУМАЖНОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ ВЕРСИЙ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ С ПОМОЩЬЮ JUPYTER BOOK Щербина Д. Н.	274
ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕОДНОРОДНЫХ СВОЙСТВ УПРУГОГО СТЕРЖНЯ ПРИ ЗАДАНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ Яковлев В. Е.	276
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ Ярославцева Н. Э.	280
NEURAL NETWORKS FOR ORDINARY AND FRACTIONAL DIFFERENTIAL EQUATIONS Hu N., Rokhlin D. B.	283
TWO ROBUST MODELS FOR OPTIMAL PORTFOLIO PROBLEM Yao Keyu	287
A NEURAL NETWORK SOLUTION FOR THE BANKRUPTCY MODELING Yazici M.	288

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИТ-СФЕРЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В 29-ый раз традиционная ежегодная конференция «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития» (СИТО2022) собирает своих участников. По материалам докладов, публикуемых в сборниках конференций СИТО, можно проследить историю развития ИТ-сферы в университете, нашей стране и в мире в целом.

С начала своего зарождения и по настоящее время ИТ являются отраслью с наибольшей скоростью развития. Это отражается в постоянном увеличении количественных и качественных показателей существующих методов и средств, а также в появлении принципиально новых понятий и приемов. То, что вчера считалось инновацией, сегодня морально устаревает.

За прошедшие годы мы пережили много разных событий, которые коснулись и ИТ-сферы. Но нынешний год стал годом особых испытаний для российских ИТ-специалистов. В связи со сложной внешней обстановкой, уходом многих ИТ-компаний с российского рынка, нашим разработчикам и пользователям информационных ресурсов приходится перестраиваться, искать новые решения и подходы.

Прогнозы, высказанные экспертами в декабре 2021 года, о перспективах развития ИТ-сферы, могут претерпеть изменения в нынешней ситуации. Но только время покажет, какие из них оказались справедливыми.

Эксперты ведущих аналитических компаний, таких как IDC, Gartner и TrendForce прогнозировали уверенный рост ИТ-отрасли в 2022 году. Отмечено, что именно ИТ-рынок за годы пандемии не только не пошатнулся, но и, напротив, преуспел. Это стало возможно благодаря гибкости и специфике информационных продуктов. Поскольку практически весь мир перешёл на удалённый формат работы, появились соответствующие сервисы и возобновилась поддержка старых. Эти тенденции будут продолжены и в нынешнем году [1].

Аналитики Gartner прогнозируют в 2022 году увеличение ИТ-рынка на 8,6%, тогда как мировой ВВП вырастет на 4,9%.

Аналитики IDC ожидают, что в 2022 более 50% мировой экономики в той или иной степени испытает влияние информационных технологий. Именно поэтому бизнесу самых разных масштабов и отраслей следует уделить ИТ особое внимание. Вероятно, уже к 2024 году свыше половины инвестиций в ИТ будет направлено на цифровую трансформацию.

Приведем основные тенденции развития ИТ в 2022 году по версии IDC:

- Ускоренный переход к облачным технологиям. Около 80% предприятий начнут переходить на облачную инфраструктуру в два раза быстрее, чем это было до пандемии.

- Обновлённые «облака». Самой важной задачей станет защита и оптимизация облачных ресурсов с упором на бизнес-результаты. Кроме того, вырастет спрос на облачные сервисы с поддержкой искусственного интеллекта.
- Искусственный интеллект. В IDC ожидают, что уже к концу 2022 года четверть компаний из списка Forbes Global 2000 купят хотя бы один стартап по разработке ИИ.
- Контроль за эффективным и правильным использованием данных — это направление станет приоритетом для лидеров в цифровой сфере и повлечёт за собой увеличение расходов на работу с данными.
- Экология. Эко-мероприятия становятся неотъемлемой частью ИТ-индустрии. Поэтому одной из тенденций в развитии информационных технологий в 2022 станет снижение энергозатрат и переиспользование ИТ-оборудования.
- Проблемы с совмещением офиса и удалённого формата работы. Направленные на это мероприятия и автоматизация ряда процессов потерпят неудачу из-за недостатка финансов на формирование команд с необходимыми навыками. Решением станет краудсорсинг и переподготовка кадров.

Другая аналитическая компания — Gartner прогнозирует, что в 2022 г. рынок гиперавтоматизации достигнет отметки в 596,6 млрд долларов. Это на 115 млрд больше, чем в 2020 и на 64,2 млрд больше, чем в 2021 году. Гиперавтоматизация — это масштабная автоматизация процессов с использованием искусственного интеллекта, платформ с низким уровнем затрат на разработку (LCAP) и роботизированной автоматизации процессов (RPA). [1]

Эксперты компании Gartner определяют главные тенденции развития ИТ в 2022 году следующим образом:

Фабрики данных (Data Fabric). Это архитектура для гибкой и устойчивой интеграции данных между бизнес-пользователями и платформами. Спрос на Data Fabric вырос и продолжит расти, поскольку количество разрозненных хранилищ выросло, а вот аналитиков и других специалистов по работе с данными больше не стало.

Вычисления, повышающие конфиденциальность (PEC). В Gartner ожидают, что в ближайшие три года больше половины крупных компаний начнут использовать методы таких вычислений. Благодаря им вся конфиденциальная информация будет защищена на уровне ПО. PEC основываются на трёх основных технологиях для защиты данных:

— обеспечение надёжной среды, где производятся анализ и обработка данных;

- децентрализованные анализ и обработка;
- шифрование данных перед анализом и обработкой.

Облачные платформы. В 2021г. лишь 40% цифровых инициатив основываются на облачных платформах. К 2025 г. этот показатель вырастет до 95%.

Искусственный интеллект (AI). В Gartner, как и в IDC, придерживаются мнения, что наступает эпоха AI. В 2022 году прогнозируется разработка более эффективных инструментов в данной сфере. А уже к 2025 году 10% компаний, внедряющих передовые ИИ-решения, заработают на этом в 3 раза больше, чем те предприятия, которые останутся со старыми решениями.

Территориально-распределенные предприятия. С распространением удалённого режима работы исключительно офисные предприятия превращаются в распределённые — такие, в которых работают территориально разбросанные сотрудники. Около 75% компаний, которые перейдут на такую модель, к 2023 году ускорят рост доходов на 25%.

Автономные системы. Это системы, которые способны сами изменять свои алгоритмы без обновлений извне. Вскоре они станут нормой и будут повсеместно использоваться в дронах, роботах и различных производственных машинах.

Мобильные операторы в нынешнем году запустят значительно больше тестовых проектов для сегментирования автономных 5G-сетей и приложений с малой задержкой.

Аналитики уверены, что технологии IoT (Интернет вещей) станут основной метавселенной. Развитие интернета вещей будет сосредоточено на киберфизических системах (CPS).

Интеграция дополнительных датчиков и алгоритмы ИИ позволят производителям AR и VR оборудования (виртуальной и дополненной реальности) экспериментировать с полным погружением.

Экспертами были проведены исследования в области языков программирования. Победителями конкурса на звание лучшего языка программирования 2021 года стали C# и Python, которые обошли оппонентов в лице C++ и Kotlin соответственно.

Как уже отмечалось выше, 2022 год принес особые сложности и проблемы во многих областях исследований и практических проектов, коснувшиеся также и ИТ-сферы. Приведенные прогнозы экспертов могут претерпеть определённые изменения. В нынешних условиях правительство РФ принимает активные меры поддержки ИТ-отрасли.

Одной из больших проблем нынешнего момента российские эксперты называют почти катастрофическую нехватку ИТ-кадров, особенно в области искусственного интеллекта, машинного обучения и нейросетей и языков программирования в сфере искусственного интеллекта [3]. Это, в свою очередь, ставит серьезные задачи перед университетским и вузовским со-

обществом в плане подготовки высококвалифицированных кадров для ИТ-сферы. Данная проблема станет отдельной темой обсуждения в рамках СИТО2022.

В сборник материалов нынешней конференции вошли доклады участников, посвященные новым научным достижениям в области информационных технологий и вычислительных систем, разработки современных научно-образовательных информационных ресурсов, компьютерных игр и мобильных приложений, задач вычислительной механики и моделирования, а также актуальным проблемам цифровизации образования и методики обучения информатике.

Оргкомитет СИТО2022 выражает благодарность всем участникам конференции за интересные статьи и многолетнюю поддержку развития современных информационных технологий.

Литература

1. Алина Уткина. Развитие информационных технологий в 2022 году. <https://tproger.ru/articles/tendencii-razvitija-it-2022/>.
2. Полуфинал битвы языков программирования 2021. https://tproger.ru/articles/polufinal-bitvy-jazykov-programmirovanija-2021/?utm_source=tproger&utm_medium=post&utm_campaign=article_banner&utm_content=programming_languages_battle_banner.
3. Российский искусственный интеллект остается без специалистов. Профильные кадры уже за границей, а вузы не умеют обучать новых https://www.cnews.ru/news/top/2022-04-11_rossijskij_iskusstvennyj.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗАДАЧНИК PROGRAMMING TASKBOOK: ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ МГУ-ППИ В ШЭНЬЧЖЭНЕ И НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЕРСИИ 4.22

Абрамян М. Э.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича
E-mail: mabr@sfnu.ru*

В 2021–2022 учебном году автор настоящего доклада был приглашен в Университет МГУ-ППИ в Шэньчжэне (КНР) для чтения курсов по компьютерным дисциплинам на факультете вычислительной математики и кибернетики. Повышенные меры безопасности, принимаемые в Китае для борьбы с коронавирусом, привели к тому, что в течение нескольких месяцев в каждом семестре занятия проводились в дистанционном режиме. В такой ситуации оказался весьма полезным опыт организации и проведения дистанционных лабораторных занятий с применением электронного задачника Programming Taskbook [1, 2].

На 2 курсе (весенний семестр) в рамках дисциплины «Практикум на ЭВМ» использовался базовый вариант задачника Programming Taskbook; студентам был предложен вариант индивидуальных заданий, включающий задачи на разработку функций, обработку массивов, строк, файлов, на рекурсивные алгоритмы и работу с динамическими структурами данных (стеки, очереди, списки, деревья). Особенностью практики было параллельное рассмотрение двух языков: C++ и Python.

На 3 курсе (осенний семестр) читалась дисциплина «Объектно-ориентированное программирование», в рамках которой выполнялись индивидуальные задания с задачами из двух расширений задачника: PT for STL (задачник по стандартной библиотеке шаблонов C++) и PT for OOP (задачник по паттернам объектно-ориентированного проектирования). Использовался язык C++. На этом же курсе в весеннем семестре читалась дисциплина «Языки программирования», в которой изучались технологии современного программирования на примере языка C#. Студентам были предложены задачи из базового варианта задачника, а также расширений PT for LINQ (задачник по LINQ-технологиям) и уже использованного в предыдущей дисциплине расширения PT for OOP, задания из которого требовалось выполнить на новом языке.

На 4 курсе (осенний семестр) читалась дисциплина «Параллельное программирование», в рамках которой выполнялись индивидуальные задания с задачами из расширений PT for MPI-2 (задачник по параллельному программированию на основе технологии MPI-2) и PT for

OpenMP (задачник по многопоточному программированию). Использовался язык C++.

Таким образом, благодаря поддержке различных языков и наличию специализированных расширений, задачник удалось использовать при организации лабораторных занятий для различных компьютерных дисциплин; при этом активно применялась подсистема задачника Programming Taskbook, обеспечивающая удаленное взаимодействие студента и преподавателя на основе ftp-репозитория [3].

Хотя преподавание в Университете МГУ-ППИ ведется на русском языке, потребовалось решить ряд проблем, связанных со спецификой работы в ОС Windows с китайскими региональными настройками. Кроме того, для учета особенностей различных дисциплин оказалось желательным внести в задачник ряд дополнений. Ниже описываются наиболее важные из дополнений, реализованных в версии задачника 4.22.

Был завершен перевод ядра задачника на платформу среды Free Pascal Lazarus (см. [4]); как результат, достигнута полная унификация интерфейса окна задачника для 32-разрядных и 64-разрядных сред программирования.

Благодаря существенно более полной поддержке кодировок Unicode в системе Free Pascal Lazarus по сравнению с системой Turbo Delphi 2006, удалось обеспечить корректное отображение русского текста даже при использовании задачника в ОС Windows с региональными настройками, отличными от русской.

Для всех поддерживаемых задачиком языков программирования была реализована возможность вывода в раздел отладки окна задачника текстовых данных, содержащих символы Юникода. Кроме того, файлы дополнений и файлы внешних групп [5] в версии 4.22 можно определять не только в однобайтной ANSI-кодировке Windows-1251, но и в кодировке UTF-8. Это позволяет снабжать любые задания дополнительными указаниями на любом языке без необходимости изменения динамических библиотек, в которых эти задания реализованы.

Была добавлена поддержка языка Julia — сравнительно нового языка, обладающего рядом интересных возможностей (в частности, он, в отличие от большинства распространенных языков, позволяет использовать множественную диспетчеризацию).

Продолжена адаптация задачника к новым средам программирования. В версии 4.22 была добавлена поддержка среды Microsoft Visual Studio 2022 (языки C++, C#, F#, VB.NET), реализована поддержка новых версий сред для языка C++ (Code::Blocks 20.03 и Dev-C++ 6.30), а также версии Eclipse 2021-12 для языка Java. В дополнение к реализованной в предыдущей версии поддержке среды Visual Studio Code для языка C# реализована поддержка этой среды для языков C++, Python, Java, Ruby и Julia.

Была обновлена и дополнена справочная система; в разделы для каждого языка добавлен пункт с описанием процедуры настройки задачника для сред, использующих этот язык. Наиболее подробные указания приводятся для среды Visual Studio Code, поскольку для возможности компиляции в ней программ на различных языках необходимо выполнить ряд дополнительных действий.

Следует отметить, что после необходимой начальной настройки среда Visual Studio Code оказывается очень удобной для выполнения заданий с использованием электронного задачника благодаря развитым инструментам редактирования и средствам для запуска и отладки программ.

В версии 4.22 набор вспомогательных программных модулей задачника пополнился новым модулем PT4Panel, предназначенным для быстрого запуска остальных модулей и различных вариантов справочной системы, а также для выбора текущего рабочего каталога (рис. 1). Окно модуля PT4Panel всегда располагается поверх других окон на рабочем столе; в модуле предусмотрена группа команд для быстрого позиционирования окна в углах рабочего стола или вверху или внизу по его центру. Другая группа команд позволяет выбирать вариант справочной системы — локальный (chm-файл) или сетевой (сайт задачника) — а также ее язык интерфейса (русский или английский). Возможность выбора текущего рабочего каталога оказывается полезной при выполнении заданий на различных языках, поскольку для каждого языка удобно использовать отдельный рабочий каталог.

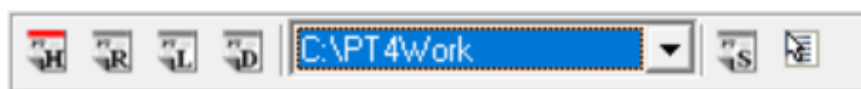


Рис. 1. Окно панели быстрого запуска PT4Panel

В модуль настройки задачника PT4Setup были добавлены средства для одновременного определения нескольких рабочих каталогов и подключения к этим каталогам сертификатов доступа к репозиторию. Все эти возможности упростили настройку задачника для дисциплины «Практикум на ЭВМ», в которой требовалось выполнять задания на двух языках программирования (C++ и Python).

Были расширены средства работы с удаленными репозиториями: при временном отсутствии подключения к репозиторию все варианты учебных программ теперь автоматически сохраняются в локальном репозитории, создаваемом на компьютере студента, а при восстановлении подключения сохраненные данные автоматически пересылаются в удаленный репозиторий.

Для поддержки практической части дисциплины «Объектно-ориентированное программирование» было разработано новое расширение

электронного задачника: Programming Taskbook for OOP — задачник по паттернам объектно-ориентированного проектирования. Особенности этого расширения посвящен отдельный доклад, представленный на настоящей конференции.

Был дополнен набор систем, обеспечивающих разработку и запуск параллельных программ с использованием технологии MPI для задачника PT for MPI-2. К ранее поддерживаемым системам MPICH 1.2.5 и MPICH2 1.3 была добавлена система MS-MPI 10.0, которая, как и MPICH2, поддерживает стандарт MPI 2.0 и обеспечивает более быструю работу параллельных программ для ОС Windows 10.

Все отмеченные возможности, наряду с базовыми возможностями задачника, позволили значительно повысить интенсивность проведения практических занятий, особенно в режиме дистанционного обучения.

Литература

1. Абрамян М. Э. Инструменты и методы разработки электронных образовательных ресурсов по компьютерным наукам: монография. Ростов н/Д, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2018. 260 с.
2. Абрамян М. Э. Об опыте дистанционного чтения курса по параллельному программированию // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXVIII научной конференции. Ростов н/Д, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2021. С. 14–16.
3. Абрамян М. Э. Удаленные ftp-репозитории, управляемые сертификатами доступа, и их использование на лабораторных занятиях по программированию // XXV научная конференция «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Материалы конференции. Ростов н/Д, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2018. С. 15–18.
4. Абрамян М. Э., Лебедев Е. С. Об одном подходе к реализации кроссплатформенного электронного задачника по программированию // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXVII научной конференции. Ростов н/Д, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020. С. 19–20.
5. Абрамян М. Э. Новые возможности электронного задачника Programming Taskbook: файлы дополнений и внешние группы учебных заданий / XXIII научная конференция «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Материалы конференции. Ростов н/Д, 2016. С. 20–22.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА ВИРТУАЛЬНОГО МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

Абрамян М. Э., Агарков Ю. В., Бортова Л. В., Тихонова Н. А.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
Институт наук о Земле
E-mail: mabr@sfedu.ru, yagarkov2011@yandex.ru,
lyukashka@yandex.ru, ntihonova@sfedu.ru

Реалии современного мира иногда не предоставляют людям возможности посещать интересующие их музеи в силу временных, территориальных или иных ограничений. В то же время музеи постепенно начинают приспосабливаться к новой цифровой индустрии, создавая 3D-версии своих интереснейших выставок [1]. Особенно это актуально для музеев минералогии, которые в полной мере могут показать свои невероятные образцы в ходе виртуальной экскурсии. Посещение 3D-музеев становится всё более и более интересным для молодых людей, так как они дают возможность всё детально рассмотреть понравившиеся модели образцов и узнать о них больше. Доклад продолжает тему разработки виртуального минералогического музея, начатую на предыдущей конференции СИТО [2].

Виртуальный музей на базе Минералогического музея Института наук о Земле ЮФУ (http://geo.sfedu.ru/?page_id=191) позволит посетителю совершить экскурсию по залам музея в трехмерном пространстве, полюбоваться выбранным экспонатом, выполняя его приближение и вращение. В рамках виртуального тура у посетителя будет возможность выбора различных экспозиций. Виртуальный минералогический музей имеет следующую структуру:

- Кристаллография
- Систематическая минералогия
 - Формы выделения минералов
 - Физические свойства (твердость, цвет, блеск и др.)

В музее для детального рассмотрения доступно более 50 3D-моделей минералов нескольких классов и минеральной разновидности. Ниже приводится систематический список минералов и их классов:

- Простые соединения (Золото, Серебро, Медь, Алмаз, Графит, Сера)
- Соли бескислородных кислот
- Сульфиды (Галенит, Сфалерит, Киноварь, Пирит, Халькопирит)
- Оксиды (Магнетит, Гематит, Лимонит, Корунд, Кварц, Халцедон, Опал)

- Галогениды (Галит, Сильвин, Флюорит)
- Соли кислородных кислот
- Карбонаты (Кальцит, Доломит, Магнезит, Сидерит, Малахит)
- Сульфаты (Гипс, Ангидрит, Барит)
- Фосфаты (Апатит)
- Соли кремниевых кислот – Силикаты
- Островные силикаты (Оливин, Гранаты, Эпидот)
- Кольцевые силикаты (Турмалин)
- Цепочные силикаты
- Пироксены (Гиперстен, Диопсид)
- Ленточные силикаты
- Амфиболы (Актинолит, Роговая обманка)
- Листовые силикаты (Тальк, Серпентин)
- Глинистые минералы (Каолинит, Монтмориллонит, Иллит)
- Слюды (Мусковит, Биотит)
- Гидрослюды (Глауконит)
- Хлориты (Хлорит)
- Каркасные силикаты
- Полевые шпаты
- Калиевые полевые шпаты (Ортоклаз, Микроклин)
- Натрий-кальциевые полевые шпаты – Плаггиоклазы (Альбит, Анортит)
- Фельдшпатоиды (Нефелин)

Сканирование образцов проводилось с использованием 3D-сканера 3D Systems Sense 2. Данный сканер является ручным, поэтому при сканировании необходимо соблюдать несколько требований: наличие холодного рассеянного света, медленное перемещение сканера вдоль всего минерала, повторное сканирование образца для более детального отображения его формы или текстуры. Не все образцы подошли для сканирования. Полированные экземпляры, экземпляры, отражающие свет, прозрачные кристаллы, экземпляры диаметром менее 3 см не удовлетворяли требованиям. Постобработка полученных 3D-моделей происходила в программе 3D Systems Sense, а дополнительная обработка выполнялась в программе Adobe Photoshop.

Для хранения сведений о минерале (название, химическая формула, диагностические свойства, место добычи) был выбран формат JSON, так как он лучше всего подходит для хранения и использования данного вида информации.

Виртуальный музей создан в среде Unity-3d. Музей представлен трехмерной сценой. Для создания более реалистичной визуализации в

комнате музея размещены 3D-модели предметов интерьера Минералогического музея Института наук о Земле ЮФУ, созданные в ПО для создания трёхмерной компьютерной графики Blender (рис. 1). Доработка 3D-моделей происходила в студии Unity. При посещении музея пользователь может выбрать несколько видов экскурсий: экскурсия по всей экспозиции или экскурсия, содержащая только один класс минералов. Для каждой экскурсии написан скрипт, подсказывающий пользователю дорогу во время экскурсии.

После посещения музея пользователю предлагается пройти тестирование по основной информации, полученной при посещении музея. Тестирование представлено набором вопросов с одним или несколькими вариантами ответов. После ответа на последний вопрос пользователь вводит своё имя, которое будет сохранено с его результатами в файл формата csv, в котором будут также сохранены и результаты других пользователей.



Рис. 1. Комната виртуального музея

Литература

1. Агарков Ю. В., Агарков А. Ю. Концепция создания российского музейно-паркового комплекса естественной истории // Экологические проблемы и стратегия устойчивого развития агломерации город-курорт Сочи: сборник научных статей по материалам II научно-практической конференции (Сочи, июнь 2016 г). – Сочи: Изд. Дом Sochi 23, 2016. С. 201–205.
2. Абрамян М. Э., Агарков Ю. В., Бортова Л. В., Тихонова Н. А. Проект виртуального минералогического музея // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXVIII научной конференции. Ростов н/Д, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2021. С. 20–22.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗАДАЧНИК ПО КУРСУ «ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

Абрамян М. Э.^{1,2}, Ли Шэньюй (李圣禹)²

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

² Университет МГУ-ППИ в Шэньчжэне (КНР)

E-mail: mabr@sfedu.ru, lishengyu@mail.ru

Традиционным видом практических заданий по IT-дисциплинам являются задачи на разработку программ, связанных с изучаемыми технологиями, библиотеками и алгоритмами. Набор подобных задач по дисциплине «Операционные системы» приводится, например, в пособии [1] и в завершающих разделах задачника [2]. Как сам процесс решения задач студентами, так и проверку решенных задач преподавателем можно упростить и ускорить, если при решении и проверке задач использовать специализированные программные средства — *электронные задачники* [3].

Примером электронного задачника по программированию является задачник Programming Taskbook. Хотя особенности задачника Programming Taskbook не позволяют разработать его расширение для курса по операционным системам (поскольку текущая версия задачника реализована только для ОС Windows), принципы, лежащие в основе его архитектуры [4], были использованы при разработке задачника Unix Taskbook, описываемого в представленном докладе.

Задачник реализован на языке C++ для Unix и включает ядро, обеспечивающее его основную функциональность, и расширяемый набор динамических библиотек, каждая из которых содержит набор задач по определенной теме.

Ядро задачника обеспечивает выполнение следующих действий:

- компиляция учебной программы;
- генерация нескольких наборов тестовых данных для проверяемого решения;
- запуск учебной программы и передача ей подготовленного набора тестовых данных в виде параметров командной строки;
- проверка результатов, полученных программой;
- отображение информации, связанной с задачей и результатами ее проверки.

Каждая из динамических библиотек, предоставляет функции, предназначенные для следующих действий:

- подготовка текста формулировки задачи;

- генерация набора тестов с применением датчика случайных чисел;
- генерация контрольных данных, соответствующих правильным результатам для каждого теста;
- сравнение результатов, полученных учебной программой, с контрольными данными (для разных групп задач можно определить различные алгоритмы сравнения);

- генерация дополнительной информации о результатах тестирования.

Текущая версия задачника включает динамические библиотеки с задачами по следующим темам (в скобках указывается количество задач):

- Dir: работа с файловой системой Unix (9);
- File: обработка однострочных символьных файлов (17);
- Text: обработка многострочных текстовых файлов (16);
- Shell: порождение процессов и их взаимодействие (9);
- Thread: работа с потоками POSIX thread, их синхронизация (16).

Механизм взаимодействия учебной программы с задачиком Unix Taskbook отличается от механизма, реализованного в задачнике Programming Taskbook. В то время как в задачнике Programming Taskbook взаимодействие осуществляется с помощью набора специальных функций ввода-вывода (функции ввода позволяют получить учебной программе исходные данные, подготовленные задачиком, функции вывода передают задачику для проверки результаты, полученные программой), в задачнике Unix Taskbook не требуется применять специальные функции: вся информация, необходимая учебной программе, передается ей в виде параметров командной строки, а результаты ее работы выводятся в поток вывода (на экран или в файл), который анализируется задачиком.

Таким образом, учебная программа «ничего не знает» о задачнике, она использует только средства языка C и его стандартных библиотек, и ее тестирование может быть выполнено независимо от него. Однако применение задачника существенно упрощает и ускоряет процесс тестирования за счет автоматизации подготовки необходимых тестовых данных, передачи информации о них учебной программе и проверки полученных результатов.

Способы проверки правильности учебных программ определяются изучаемой темой и могут быть весьма разнообразными. Например, в заданиях группы Dir задачник автоматически генерирует тестовое дерево вложенных каталогов с входящими в них файлами, после чего передает учебной программе имя корневого каталога созданного дерева и проверяет правильность анализа дерева каталогов, выполненного программой в соответствии с конкретным заданием.

В заданиях группы Shell учебная программа должна смоделировать выполнение определенной команды командного интерпретатора, причем

ей передаются различные варианты параметров, соответствующие параметрам моделируемой команды, а задачник проверяет правильность программы, сравнивая ее результаты (выводимые на экран или в файл) с результатами, которые должна вывести моделируемая команда интерпретатора при обработке тех же параметров.

Перед тестированием учебной программы задачник Unix Taskbook выполняет ее компиляцию, передавая компилятору gcc все необходимые настройки. Это ускоряет процесс тестирования учебной программы, а также упрощает интеграцию задачника в среды разработки. Текущая версия задачника интегрирована в редактор Visual Studio Code. Чтобы обеспечить компиляцию и проверку программы, загруженной в этот редактор, достаточно нажать комбинацию клавиш Ctrl+Shift+B.

Вывод всей информации осуществляется задачиком Unix Taskbook на стандартный терминал; для повышения наглядности используется цветное выделение. Предусмотрена возможность отображения формулировки задания на русском, английском и китайском языке.

В числе дополнительных возможностей для преподавателя можно отметить режим тестирования нескольких учебных программ, размещенных в различных каталогах, что позволяет при однократном запуске задачника проверить правильность набора решений, выполненных различными студентами. Для задачника Unix Taskbook предполагается также реализовать средства для работы с удаленными репозиториями, аналогичные средствам, имеющимся в задачнике Programming Taskbook.

Для установки текущей версии задачника достаточно выполнить команду `/bin/bash -c "$(curl -fsSL https://github.com/KCNyu/UnixTaskbook/releases/download/v1.0.0/install.sh)"`

Литература

1. Вдовикина Н. В., Машечкин И. В., Терехин А. Н., Тюляева В. В. Программирование в ОС UNIX на языке Си. М., 2009. 101 с.
2. Руденко Т. В. Сборник задач и упражнений по языку Си. М, 1999. 80 с.
3. Абрамян М. Э. Инструменты и методы разработки электронных образовательных ресурсов по компьютерным наукам: монография. Ростов н/Д, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2018. 260 с.
4. Абрамян М. Э. Об архитектуре универсального электронного задачника по программированию // Информатизация образования и науки. 2015. № 3 (27). С. 134–150.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗАДАЧНИК ПО ПАТТЕРНАМ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Абрамян М. Э.^{1,2}, Лай Вэньтао (赖文涛)²

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

² Университет МГУ-ППИ в Шэньчжэне (КНР)

E-mail: mabr@sfnu.ru, lventao@bk.ru

В докладе описывается первая версия электронного задачника по паттернам объектно-ориентированного проектирования Programming Taskbook for OOP (PT for OOP).

Основной целью задачника является поддержка практической части университетских курсов, посвященных объектно-ориентированному программированию. Он дает возможность изучить и реализовать на практике, при решении задач, 21 паттерн ООП из 23, описанных в классической книге [1].

Задачник содержит 44 задачи, объединенные в четыре группы. Вводная группа **ООР0Begin** содержит 6 задач, демонстрирующих принципы и приемы объектно-ориентированного программирования:

- создание классов и объектов, скрытие данных (инкапсуляция);
- порождение новых классов из существующих (наследование);
- обеспечение возможности единообразной обработки объектов разных типов, входящих в одну иерархию (полиморфизм);
- использование информации о типе времени выполнения (RTTI);
- обработка исключений;
- шаблонные классы.

Задачи группы ООР0Begin образуют серию, в которой последовательно выполняется разработка и модификация иерархии из двух классов, связанных с реализацией простой структуры данных «Стек».

Три основные группы задач соответствуют трем категориям паттернов, рассмотренным в [1] (в скобках указано количество задач, посвященных каждому паттерну):

- **ООР1Creat** – порождающие паттерны: Factory Method (3), Abstract Factory (2), Singleton (1), Prototype (2), Builder (2);
- **ООР2Struc** – структурные паттерны: Adapter (4), Composite (2), Decorator (2), Proxy (1), Bridge (1), Flyweight (1);
- **ООР3Behav** – паттерны поведения: Observer (2), Strategy (2), Template Method (2), Iterator (1), Command (2), State (2), Mediator (1), Chain of Responsibility (2), Visitor (1), Interpreter (2).

В пределах каждой группы паттерны распределены в соответствии с частотой их использования, причем группа начинается с рассмотрения наиболее простых и распространенных паттернов (которые, в частности, подробно рассмотрены в известной книге [2]), а заканчивается наиболее сложными и редко используемыми.

В начальном задании, посвященном каждому паттерну, приводятся основные сведения о паттерне, в том числе диаграмма классов (взятая из [1]) и ее краткое описание. Задание состоит в разработке системы классов, которые должны взаимодействовать в соответствии с изучаемым паттерном. В конце формулировки задания описываются тестовые данные и результаты, которые позволяют протестировать правильность разработанной системы классов.

Как правило, первое задание содержит описание модельной системы классов, связанной с обработкой простых наборов данных. Чтобы упростить понимание взаимосвязи различных компонентов паттерна и прояснить основные идеи, связанные с его реализацией, имена основных классов, их ключевых полей и методов выбираются совпадающими с именами, используемыми при словесном описании паттерна и в его диаграмме классов. Для большинства паттернов предусмотрено два задания, причем во втором задании обычно рассматривается конкретная, хотя и простая, задача с реальным содержанием. Например, для паттерна Decorator строятся классы для генерации суперпозиции различных функций и вычисления их значений, а для паттерна Strategy — классы-валидаторы, обеспечивающие проверку правильности различных наборов текстовых данных.

Задачник PT for OOP является расширением базового варианта электронного задачника Programming Taskbook версии 4.22, поэтому в нем доступны все возможности, предоставляемые базовым вариантом; в частности, задания можно выполнять на любом языке и в любой среде программирования, поддерживаемой базовым вариантом задачника [3].

Одновременно с разработкой задачника по паттернам ООП была выполнена адаптация базового варианта задачника к среде Visual Studio Code, ставшей за последние несколько лет очень популярной [4]. Благодаря специальным расширениям (extensions), эту среду можно настроить для большинства современных языков программирования. Задачник версии 4.22 позволяет использовать среду Visual Studio Code для выполнения заданий на языках C++, C#, Java, Python, Ruby, Julia. Таким образом, используя единственную среду Visual Studio Code совместно с задачиком PT for OOP, можно изучить особенности реализации классических паттернов ООП для разных языков.

В задачнике по паттернам ООП также использована возможность базового задачника Programming Taskbook, связанная с созданием файлов

дополнений [5]. В то время как формулировки заданий содержат общее описание паттерна, связанной с ним системы классов и наборов тестовых данных, файлы дополнений включают информацию об особенностях реализации паттерна для конкретного языка программирования. Кроме того, применение файлов дополнений позволяет создавать особые программы-заготовки для каждого задания на различных языках. В задачнике PT for OOP подобные программы-заготовки с фрагментами описания классов, связанных с изучаемым паттерном, предусмотрены для языков C++, C#, Java, Python и Ruby. Файлы дополнений являются обычными текстовыми файлами, поэтому любой преподаватель может их корректировать, добавляя или изменяя указания или тексты программ-заготовок для различных языков.

Предварительная версия задачника использовалась при проведении лабораторных занятий по дисциплине «Объектно-ориентированное программирование» (3 курс факультета вычислительной математики и кибернетики Университета МГУ-ППИ в Шэньчжэне) и по дисциплине «Языки программирования» (1 год магистратуры мехмата ЮФУ, программа «Разработка компьютерных игр и мобильных приложений»). Это позволило существенно увеличить количество выполненных заданий и упростило проверку их правильности. Кроме того, оказалось, что задачник удобно применять и на лекциях при изучении конкретных паттернов, поскольку обсуждение формулировок задач, программ-заготовок и тестовых данных позволяет осветить различные аспекты рассматриваемого паттерна и продемонстрировать его работу на наглядных примерах.

Литература

1. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. СПб.: Питер, 2015. 368 с.
2. Фримен Э., Робсон Э., Сьерра К., Бейтс Б. Head First. Паттерны проектирования. СПб.: Питер, 2018. 656 с.
3. Абрамян М. Э. Об использовании задачника Programming Taskbook в качестве платформы для разработки специализированных электронных задачников / Ершовская конференция по информатике 2014. 24–27 июня 2014 г., Санкт-Петербург. Секция «Информатика образования». Доклады и тезисы. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. С. 1–8.
4. Johnson B. Visual Studio Code: End-to-End Editing and Debugging Tools for Web Developers. Indianapolis: Wiley. 176 p.
5. Абрамян М. Э. Разработка компонентов электронных задачников по программированию для автоматизации проведения лабораторных занятий // Информатизация образования и науки. 2020, № 4 (48). С. 12–28.

ТРЕХМЕРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА С УДАЛЕНИЕМ ДВИЖУЩИХСЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Авилов А. М., Демяненко Я. М.

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

E-mail: arseniy1099@gmail.com, demyanam@gmail.com

На данный момент существует несколько основных сценариев трехмерной реконструкции, большинство из которых базируется на следующих входных данных: набор изображений одного и того же объекта с разных ракурсов и разреженная карта глубины. Так устроены современные 3D сканеры, беспилотные автомобили, современные пользовательские устройства. Комбинация из камеры или нескольких камер для получения RGB изображений и лидара либо его альтернативы для получения разреженной карты глубин совместно с удачным подбором ракурсов позволяет достаточно точно восстановить 3D объект. Данный подход хорошо зарекомендовал себя в ситуациях, когда нужно реконструировать форму отдельного объекта, даже достаточно сложной формы, который будет в дальнейшем использоваться в качестве полигональной модели. В задаче реконструкции окружающей среды проблема несколько сложнее. Не всегда имеющийся набор данных содержит всю необходимую информацию. В рассматриваемой в данной работе постановке задачи предполагается использование монокулярной камеры без дополнительной информации о картах глубин на каждом кадре. Кроме того, объект, ведущий фотосъемку, движется по дорогам в режиме обычного автомобиля, который не совершает дополнительных маневров для получения недостающих ракурсов. Это ограничивает возможности восстановления сцены с высокой точностью, однако польза таких ограничений заключается в применимости разрабатываемых методов с использованием более доступного оборудования в условиях, приближенных к реальным.

Данная работа состоит из двух модулей: один отвечает за предсказание масок движущихся объектов, для их последующего удаления, а другой отвечает за предсказание карты глубины по значению, полученному в предыдущем модуле перемноженному с объемом затрат (cost volume), полученному из набора кадров и позиций камер для этих кадров.

Объем затрат (cost volume) — это тензор, который для текущего кадра и набора кадров, ближайших к текущему кадру, хранит средние фотометрические ошибки, проецируя пиксели текущего кадра на остальные [1]. Такая структура, поданная на вход нейронной сети, позволяет выделить некоторую геометрическую информацию, опираясь на которую можно

лучше предсказывать глубину того или иного пикселя. Объем затрат (cost volume) получается путем применения функции Structural Similarity Index Measure (SSIM) [2] к текущему кадру и набору кадров, ближайших к текущему кадру.

Для прогнозирования попиксельной карты глубины для каждого кадра, первый модуль получает объем затрат (cost volume) (один для всех кадров), конкатенированный с текущим кадром. Чтобы исключить неверные предсказания глубины для движущихся объектов, выполняется пиксельное умножение между результатом из другого модуля и объемом затрат для каждого шага глубины. Таким образом, в регионах, где остались движущиеся объекты, не будет максимумов, и модулю предсказания глубин придется полагаться на информацию из особенностей изображения и окружения, чтобы определить глубину движущихся объектов. Используется архитектура U-Net [3] с многомасштабными выходами глубины из декодера [5].

За удаление динамических объектов из карты глубины отвечает второй модуль. Определение движущихся объектов только по текущему кадру является неоднозначной задачей и трудно поддается обобщению. Поэтому принимаются на вход кадр изображения и множество объемов затрат (cost volume) (построенных по всевозможным парам текущего кадра и кадра, не являющегося текущим) которые кодируют геометрические приоритеты между текущим кадром и ближайших к нему. Используются объемы затрат (cost volume), построенные для других кадров, а не только для текущего, поскольку непоследовательная геометрическая информация из разных объемов затрат дает больше информации для предсказания движущихся объектов – динамические пиксели дают непоследовательные оптимальные шаги по глубине в разных объемах затрат. Однако одних геометрических признаков из объема затрат недостаточно для предсказания движущихся объектов, поскольку плохо текстурированные или неламбертианские поверхности также могут привести к несоответствиям. Более того, объемы затрат (cost volume) имеют тенденцию к достижению консенсуса по неверным глубинам, которые семантически не вписываются в контекст сцены для объектов, движущихся с постоянной скоростью. Поэтому используется предварительно обученные веса ResNet-18 [4] для кодирования семантических приоритетов в дополнение к геометрическим. Сеть адаптирует архитектуру U-Net [3]. Все объемы затрат проходят через кодировщики с общими весами.

В итоге, входная последовательность кадров, сделанная на проезжей части, сначала проходит через модуль, строящий карту глубины, а затем через следующий модуль, удаляющий динамические объекты. Таким образом мы можем получить карты глубин без движущихся динамических объектов.

1. Felix Wimbauer, Nan Yang, Lukas von Stumberg, Niclas Zeller, Daniel Cremers. MonoRec: Semi-Supervised Dense Reconstruction in Dynamic Environments from a Single Moving Camera. arXiv:2011.11814v3 [cs.CV] 6 May 2021.
2. Zhou Wang, Alan C Bovik, Hamid R Sheikh, and Eero P Simoncelli. Image quality assessment: from error visibility to structural similarity. *IEEE transactions on image processing*, 13(4):600–612, 4 April 2004.
3. Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, and Thomas Brox. UNet: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In *International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI)*, pages 234–241. Springer, 18 May 2015.
4. Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, and Jian Sun. Deep residual learning for image recognition. In *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pages 770–778, 10 Dec 2015.
5. Clement Godard, Oisín Mac Aodha, Michael Firman, and Gabriel J. Brostow. Digging into self-supervised monocular depth estimation. In *International Conference on Computer Vision (ICCV)*, pages 3828–3838, 17 Aug 2019.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА COMSOL® В УЧЕБНО-НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Амбарян К. В., Надолин К. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

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

E-mail: kambaryan@sfedu.ru, kanadolin@sfedu.ru

1. На кафедре математического моделирования Южного федерального университета на протяжении ряда лет ведутся исследования по созданию и исследованию математических моделей адекватной сложности, описывающих течение и перенос вещества в естественных русловых потоках малой мутности [1]. За прошедшие годы разработана методика получения редуцированных квазитрехмерных математических моделей пассивного массопереноса в протяженных и слабо искривленных сдвиговых течениях. Эти модели существенно проще полных трехмерных уравнений и имеют ряд преимуществ перед осредненными профильными или плановыми моделями, поскольку учитывают трехмерную структуру турбулентного водотока. При этом важной задачей является верификация редуцированных моделей в условиях дефицита экспериментальных данных гидрофизических измерений, их неполноты и невысокой точности. Одним из подходов к верификации упрощенных моделей является сравнение результатов моделирования с данными «эталонных» расчетов, полученными по итогам вычислительных экспериментов, выполненных с помощью таких авторитетных программных комплексов, как COMSOL® [2]. Проведение соответствующих вычислительных экспериментов составляет предмет учебно-научных исследований студентов и содержание их выпускных квалификационных работ.

2. Конечно-элементный пакет COMSOL Multiphysics® весьма популярен среди специалистов, проводящих разнообразные научные исследования и инженерные расчеты. Южный федеральный университет обладает лицензией на использование пакета в весьма обширной конфигурации, включая модули CFD и Heat and Mass Transfedr. Что касается учебного процесса, то условия академической лицензии позволяют активно использовать пакет в учебном процессе и подготовке ВКР бакалавров, магистров и аспирантов. В модуле «Вычислительная гидродинамика» представлен обширный набор моделей турбулентных течений на основе осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса (RANS-модели) и различных гипотез о турбулентной вязкости. С помощью представленных моделей

можно моделировать стационарные и переходные турбулентные течения в широком диапазоне параметров.

Для моделирования турбулентных течений в пакете COMSOL Multiphysics® реализованы несколько моделей турбулентности, среди которых отметим модели L-VEL, *yPlus*, Спаларта-Аллмараса, k - ϵ , k - ω , низкорейнольдсовая k - ϵ , SST и $v2$ - f . Относительно перечисленных моделей был поставлен вопрос об их использовании для верификации результатов вычислительных экспериментов на основе редуцированной квазитрехмерной математической модели глубокого руслового потока [1]. Доклад носит учебно-исследовательский характер и в его основе лежит информация, полученная из [2], а также опыт освоения пакета COMSOL Multiphysics® одним из авторов.

3. Рассмотренные восемь моделей турбулентности основаны на использовании уравнений Рейнольдса и различаются подходами к описанию течения в пристеночной области, а также количеством и физическим смыслом дополнительных неизвестных переменных, определяющих характеристики турбулентного течения. Во всех этих моделях в уравнениях Навье-Стокса появляется дополнительное слагаемое для турбулентной вихревой вязкости, однако рассчитывается это слагаемое в разных моделях по-разному.

Модели L-VEL и *yPlus*. Алгебраические модели турбулентности L-VEL и *yPlus* позволяют рассчитать коэффициент турбулентной вязкости в заданной точке течения в зависимости от локальной скорости жидкости и расстояния до стенки. Никаких дополнительных уравнений переноса в этих моделях решать не требуется. При этом они могут использоваться для расчета во всей области течения. Из всех восьми перечисленных моделей они отличаются наибольшей устойчивостью и самой низкой требовательностью к вычислительным ресурсам. Несмотря на то, что это наименее точные модели, полученные с их помощью результаты являются хорошим приближением для внутренних течений.

Модель Спаларта-Аллмараса (*Spalart-Allmaras*). Эта модель относится к классу однопараметрических моделей турбулентности. Здесь появляется только одно дополнительное уравнение для расчета кинематического коэффициента вихревой вязкости. Это низкорейнольдсовая модель, которая описывает всю область течения, включая пристеночные слои. Изначально модель была предложена для решения аэродинамических задач. Ее выгодно отличают относительно хорошая устойчивость и надежность, а также не слишком высокие требования к плотности расчетной сетки. Опыт показывает, что данная модель не очень хорошо описывает сдвиговые и отрывные течения, а также затухание турбулентности. Преимуществом этой модели является ее устойчивость и хорошая сходимость.

k-ε модель турбулентности. В $k-\varepsilon$ модели турбулентности записываются два дополнительных уравнения для расчета кинетической энергии турбулентности k и скорости диссипации кинетической энергии ε . Буферный слой не моделируется, для расчета скорости у стенки используются пристеночные функции. Благодаря быстрой сходимости и относительно низким требованиям к объему памяти $k-\varepsilon$ модель очень популярна при решении промышленных задач. Она не очень точна при моделировании течений с положительным градиентом давления, струйных течений и течений в области с сильно искривленной геометрией.

k- ω модель турбулентности. Модель $k-\omega$ похожа на $k-\varepsilon$, только здесь решается уравнение для удельной скорости диссипации кинетической энергии ω . Эта модель относится к низкорейнольдсовым, но она также может быть использована совместно с пристеночными функциями. Она отличается более высокой степенью нелинейности, а потому хуже сходится, чем стандартная $k-\varepsilon$ модель, а кроме того, достаточно чувствительна к начальному приближению. Использование $k-\omega$ модели дает хорошие результаты в тех задачах, где $k-\varepsilon$ модель недостаточно точна, например, при моделировании внутренних течений, течений по сильно искривленным каналам, отрывных и струйных течений.

Низкорейнольдсовая k-ε модель. В отличие от стандартной $k-\varepsilon$ модели в низкорейнольдсовой модификации этой модели пристеночные функции не используются; модель применима ко всей области течения. Она является логическим продолжением стандартной $k-\varepsilon$ модели и сохраняет многие ее преимущества, однако для ее реализации, как правило, требуется более плотная расчетная сетка, причем не только в пристеночной области, но везде, где низкорейнольдсовые свойства играют роль и подавляют турбулентность. Часто рекомендуется использовать стандартную $k-\varepsilon$ модель для расчета хорошего начального приближения для решения уравнений низкорейнольдсовой модели.

SST-модель. Представляет собой комбинацию $k-\varepsilon$ и $k-\omega$ моделей турбулентности: для расчета течения в свободном потоке используются уравнения $k-\varepsilon$ модели, а в области вблизи стенок — уравнения $k-\omega$ модели. Это низкорейнольдсовая модель, которая стала своего рода стандартом для инженерных приложений. Требования к плотности сетки здесь те же, что и у $k-\omega$ модели и низкорейнольдсовой $k-\varepsilon$ модели, однако эта модель лишена некоторых недостатков исходных $k-\omega$ и $k-\varepsilon$ моделей.

v_2 -f модель турбулентности. Около твердых стенок интенсивность флуктуаций скорости в направлении по касательной к стенке обычно намного превышает интенсивность флуктуаций в направлении по нормали к стенке. Другими словами, флуктуациям скорости свойственна анизотропия. По мере удаления от стенки интенсивность флуктуаций во всех

направлениях становится одинаковой. Флуктуации скорости становятся однородными или изотропными.

Анизотропия турбулентных флуктуаций в погранслое описывается v^2 - f моделью турбулентности за счет введения двух дополнительных уравнений, решаемых совместно с уравнениями для кинетической энергии турбулентности (k) и скорости диссипации кинетической энергии (ϵ). Первое дополнительное уравнение описывает перенос турбулентных флуктуаций скорости в направлении по нормали к линиям тока. Второе уравнение учитывает нелокальные эффекты, а именно обусловленное стенкой демпфирование перераспределения кинетической энергии между нормальным и касательным направлениями. Эту модель рекомендуется использовать для расчета внутренних течений и в системах с искривленными границами.

4. В заключение отметим, что в процессе проведения расчетов для простых модельных задач течения в трубах обнаружено расхождение результатов, полученных при различных (но теоретически эквивалентных) граничных условиях во входном и выходном сечениях. Выяснению причин этого противоречия будут посвящены дальнейшие исследования.

Литература

1. Надолин К. А. Упрощенные трехмерные математические модели гидродинамики и пассивного массопереноса в спокойных русловых потоках // Дифференциальные уравнения и оптимальное управление, Итоги науки и техн. Сер. Современ. мат. и ее прил. Темат. обз., **196**, ВИНТИ РАН, М., 2021, С. 66–89 (DOI: <https://doi.org/10.36535/0233-6723-2021-196-66-89>).
2. Программные продукты COMSOL // [электронный ресурс]. – URL: <https://www.comsol.ru/products>).

ПОСТРОЕНИЕ ДВУДОЛЬНЫХ ГРАФОВ С ЗАДАНЫМ ОБХВАТОМ МЕТОДОМ РАСШИРЕНИЯ МЕТАГРАФОВ

Арутюнов О. В.

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

E-mail: ArutunoffOleg@yandex.ru

Двудольные графы активно применяют в современных алгоритмах помехоустойчивого кодирования [1]. Например, в LDPC-кодах используются графы Таннера. Вершины одной доли графа Таннера соответствуют всем передаваемым данным. В то время как вершины другой доли – проверкам на чётность, нарушение которых свидетельствует о повреждении передаваемых данных. Пример графа Таннера изображён на рис. 1.

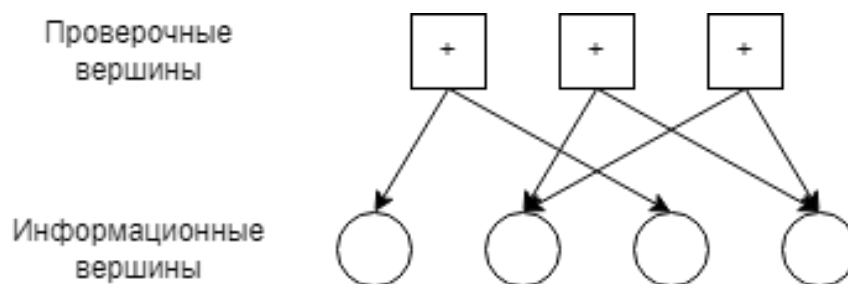


Рис. 1. Граф Таннера

Для построения таких графов можно использовать метаграфы, представленные в работе [2].

Определение 1

Метаграфом будем называть тройку $\langle V, E, w \rangle$ такую, что $\langle V, E \rangle$ – двудольный граф, а $w: E \rightarrow Z$ – отображения, задающее веса дуг.

Определение 2

Пусть $G = \langle V, E, w \rangle$ – метаграф, тогда его расширением будем называть граф $G = \langle V, E \rangle$, построенный по следующим правилам:

Каждой вершине $v \in V$ поставим в соответствие множество вершин $T_v^{(r)} = \{v^{(j)}\}_{j=0}^r$;

Каждой дуге $e \in E$ (для определённости будем считать, что $e = (a, b)$) поставим в соответствие множество дуг $R_e^{(r)} = \{(a^{(j)}, b^{(j+w(e) \pmod{r})})\}_{j=0}^r$;

Положим $V' = \cup_{v \in V} T_v^{(r)}$, $E' = \cup_{e \in E} R_e^{(r)}$.

Определение 3

Пусть $G = \langle A \cup B, E, w \rangle$ – метаграф, а $\mu = (e_1, \dots, e_d)$ – путь на нём. Определим функцию $\chi_\mu(e): E \rightarrow \{-1, 1\}$ следующим образом:

$$\chi_\mu(e_1) = \begin{cases} 1, & e_1 \in A; \\ -1, & e_1 \in B. \end{cases}$$
$$\forall i = 2, \dots, d \quad \chi_\mu(e_i) = \begin{cases} 1, & a \text{ инцидентна дуге } e_{i-1}, e_i = (a, b); \\ -1, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Определение 4

Пусть $G = \langle A \cup B, E, w \rangle$ – метаграф. Характеристикой пути $\mu = (e_1, \dots, e_d)$ будем называть функцию $h(\mu) = \prod_{e \in \mu} \chi_\mu(e)w(e)$.

Справедливы следующие теоремы:

Теорема 1

Характеристика пути соответствует номеру компоненты, в которой находится конечная вершина пути, начавшегося в нулевой компоненте.

Теорема 2

Если характеристика цикла на метаграфе равна нулю, то ему будет соответствовать цикл на расширении.

Пусть G – метаграф, дуги которого помечены не целыми числами, а неизвестными $x_i \in Z, i = 0, \dots, d$, где d – количество дуг в метаграфе. И пусть заданы некие числа $l, r \in N$.

Составим систему из неравенств вида $ch(\mu) \neq ch(\phi) \pmod{r}$ для всех несовпадающих путей μ и ϕ , с общими первыми и последними вершинами и имеющих одинаковую длину меньше или равную l . Приведём её к виду (1).

$$\begin{cases} a_{1,l}x_1 + \dots + a_{1,e}x_e + b_1 \neq 0 \pmod{r} \\ \dots \\ a_{e,l}x_1 + \dots + a_{e,e}x_e + b_e \neq 0 \pmod{r} \end{cases} \quad (1)$$

Теорема 3

Если у этой системы уравнений (1) есть решение, то расширение метаграфа с весами, соответствующими найденному решению в r раз будет графом с обхватом не меньше $2l$.

В противном случае не существует расширения этого метаграфа в r раз с обхватом меньшим или равным $2l$.

Решение системы неравенств (1) может быть найдено при помощи следующего алгоритма:

Алгоритм 1

- Если есть неравенство вида $0 \neq 0$, сообщаем, что решения нет, завершаем работу алгоритма.
- Найдём все неравенства вида $ax_e + b = 0$. Обозначим множество таких неравенств I .
- Выберем число $v : v \neq -b/a \ \forall ax_e + b \in I$.
- Зафиксируем x_e равным v .
- Если $e = 1$ — завершим работу алгоритма.
- Запустим алгоритм для полученной системы неравенств с $e - 1$ переменной.

Литература

1. Johnson S. J. Introducing Low-Density Parity-Check Codes. University of Newcastle, Australia, 2006.
2. Арутюнов О. В. Построение (m, n) -регулярных двудольных графов с наибольшим обхватом методом увеличения метаграфов. Материалы XXIX научной конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития», Ростов-на-Дону, Россия, 2021.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВОГО СЛЕДА В ОБРАЗОВАНИИ

Балякин А. А., Нурбина М. В.
НИЦ «Курчатовский институт»,
г. Москва
E-mail: Balyakin_AA@nrcki.ru

Одной из наиболее ёмких сфер деятельности для внедрения цифровых технологий является образование. Использование цифровых технологий, прежде всего – технологий больших данных, в образовании является в настоящее время как очевидной реальностью, так и необходимостью [1]. Спектр применения цифровых технологий в образовании чрезвычайно широк, к числу наиболее перспективных относятся следующие: технологии подачи учебного материала [1]; цифровизация управления в образовании [2]; цифровой след учащихся [3]; система создания «умной» среды для студентов и школьников [4, 5]; электронная интернационализация научно-образовательной деятельности [6] и др.

В настоящей работе мы рассматриваем частный случай использования технологий больших данных, используемых для анализа цифрового следа учащегося. Практически, речь идет о создании на базе технологий обработки больших данных предсказательных систем в сфере обучения. Под термином «цифровой след» мы понимаем весь набор данных, который может быть отнесен к конкретному индивидууму, сгенерированный осознано или неосознанно, аккумулированный и обработанный при помощи технологии больших данных.

Первоначально предполагалось, что цифровой след формируется на основании сбора и анализа доступных данных об учащемся [1, 3, 7]. Как правило, источником выступают оцифрованные данные об успеваемости, работы учащегося и результаты тестов (контрольных работ). В дальнейшем (во многом под влиянием пандемии) появилось требование осознанного формирования цифрового следа, где, однако, возник ряд сложностей. Так, в рамках деятельности Университета 20.35 в области цифрового образования в ходе ряда длительных мероприятий был организован процесс сбора данных для формирования цифрового следа участников. Согласно оценкам организаторов, бесполезная информация составляла более 51% от общего объема загружаемых данных, достигая 98% на начальном этапе [5].

Очевидно, что необходимо регулировать процессы, позволяющие оптимизировать сбор и использование цифрового следа, причем не только в техническом разрезе (реализация технологий прогностического или предиктивного моделирования посредством аппарата нейронных сетей и методов глубокого машинного обучения [2, 3, 4]), но и в организационном.

По мнению авторов, полезным может оказаться опыт по использованию цифровых двойников и цифрового следа научных установок. Необходимо, с одной стороны, обеспечить максимальное наполнение озер данных (сбор всей возможной информации), а с другой – предусмотреть возможность неоднократного обращения к данным (для повторной обработки).

Важным прикладным вопросом является интерпретация полученных данных, используемые модели и алгоритмы [8]. Их наличие, с одной стороны, упрощает обработку (алгоритмизацию), а с другой – во многом предопределяет результат. Данные теряют свою «нейтральность», в будущем они будут «этичны» уже по своему происхождению на основании некоей иерархии блага, формулируемой государством [9]. В настоящее время идут активные дискуссии, как это будет реализовано: в виде идеологии (условные «точки контроля») или алгоритмов (априорно прошитые модели). США идут по пути «исправления» полученных решений искусственным образом, КНР делает упор на идеологию программистов и заказчиков алгоритмов («правильные» задачи). ЕС предлагает ввести градацию алгоритмов («разрешенные» - «частично разрешенные» - «запрещенные»). Российская Федерация пока не сформулировала свою собственную позицию.

Особенностью цифровых технологий выступает тот факт, что в эпоху перехода к инновационной экономике (при несформировавшихся новых институтах) зачастую определение задач развития перекладывается на бизнес. Происходит, как по аналогии с правом в цифровой экономике, усиление роли внешних интересантов, не связанных с государством [10]. Следовательно, сам выбор становится ситуативен и спонтанен, подвержен влиянию сиюминутных факторов и эмоций, обусловлен получением мгновенной выгоды или эмоциональной окраской [11].

Эти тенденции вступают в противоречие с государственными интересами, направленными, в том числе, на проектирование образовательной среды. Государство заинтересовано в получении «нужного» цифрового следа, достаточного для использования технологии больших данных для его последующей обработки. Соответственно, появляется перспектива принудительного формирования цифрового следа. На данный момент не ясно, какой механизм принуждения будет реализован (материальная стимуляция, убеждения, приказ и пр.). Одним из первых шагов в этом направлении является обязательный перевод всех госслужащих и бюджетников на российские мессенджеры, почту и сервисы видео-конференц-связи [12].

Помимо количества растет запрос к качеству собираемых данных. Университетом 20.35 было предложено два подхода, повышающих эффективность цифрового следа [5, 13]. Во-первых, создание специализированной среды, в которой облегчается продуцирование цифрового следа (специально оборудованном пространстве, где активность людей может быть зафиксирована в точной и многоаспектной цифровой модели). Это гейми-

фикация образования или так называемый Edutainment. Отметим, что аналогичные процессы наблюдаются и в научной среде, когда специализированная среда (например, Майнкрафт) используется для размещения цифрового следа уникальных научных установок.

Во-вторых, развитие культуры и компетенций создателей цифрового следа и его потребителей (заказчиков). Это предполагает как совершенствование человека (разработчиков алгоритмов и потребителей цифрового контента), так и оптимизацию используемых алгоритмов обработки и представления (прежде всего, визуализации) информации [14] с учетом их этической неоднозначности и априорной предвзятости [8].

Внедрение цифровых технологий в образовательный процесс требует также доработки и нормативных документов, что в настоящее время несколько затруднительно. Вместе с тем законодательные пробелы не являются непреодолимыми и уже сейчас Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» содержит указание на возможность применения электронного обучения, что как минимум говорит о готовности к трансформации. 16 июля 2021 года приказом Росстандарта утверждён ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546-2021 "Информационные технологии. Большие данные. Обзор и словарь" – терминологический стандарт, ставший первым отечественным нормативно-техническим документом в сфере больших данных (Big data).

В целом, цифровизация образования, при всех своих плюсах, как показывает отечественный и международный опыт, является необходимым, но недостаточным условием для повышения эффективности воспитательной и учебной работы. Активное внедрение цифровых технологий способствует улучшению работы отдельных творческих педагогов, но оно не способно повысить эффективность традиционно организованного образовательного процесса [15].

Одновременно критически важным становится наличие обратной связи общество – технологии (прежде всего, – через науку). Процесс влияния алгоритмов на человека нельзя считать однонаправленным. Это означает, что жизненно необходимо критическое мышление, осознанный, ответственный выбор.

Авторы верят, что все перечисленные сложности будут успешно преодолены, и прогресс науки и технологий будет способствовать построению сбалансированного справедливого общества, выраженного, в том числе, и в новых педагогических формах и форматах.

Литература

1. Седова А. П., Крюкова А. А. Применение технологии Big Data в сфере образования // Science Time. 2015. №11 (23). С. 505–509.

2. Ben Kei Daniel. Big Data and Learning Analytics in Higher Education: Current Theory and Practice, Springer, 2016. 272p.
3. Ferriter, W. M. (2011). Digitally Speaking. Positive Digital Footprints. Educational Leadership, 68(7), 92-93.
4. Mobasher G., Shawish A., Ibrahim O. Educational data mining rule based recommender systems // CSEDU (1). – 2017. – P. 292–299].
5. 20.35 University, <https://2035.university/>.
6. Бакуменко О. Электронная интернационализация и научные бренды университетов. <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/nuzhna-li-rossiyskim-universitetam-elektronnaya-internatsionalizatsiya-nauchnoy-deyatelnosti>.
7. Аналитика больших данных и Machine Learning в образовании: 5 кейсов из ВУЗов // <https://www.bigdataschool.ru/blog/big-data-analytics-education-cases.html>.
8. Birhane, A.: Algorithmic injustice: a relational ethics approach. Perspective, Patterns 2, vol. 2(2), 100205, February 12 (2021).
9. Кай-Фу Ли. Сверхдержавы искусственного интеллекта. Китай, Кремниевая долина и новый мировой порядок. Манн, Иванов и Фербер, 2019 г. 240 с.
10. Жулего В. Г., Балякин А. А., Нурбина М. В., Тараненко С. Б. Цифровизация общества: новые вызовы в социальной сфере // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 9–2. – С. 36–43.
11. Грекова А. А. Особенности мышления представителей «цифрового поколения» // Вестник ЮУрГУ. Серия: Психология. 2019. Т. 12. № 1. С. 28–38.
12. Чатно-государственное партнерство. Учителей и чиновников переведут на российские мессенджеры. Коммерсант, 10 августа 2021 г. <https://www.kommersant.ru/doc/4936094>.
13. Цифровой след: новые задачи системы образования в эпоху данных // <https://habr.com/ru/post/513616/>.
14. Harari, Y. N: 21 Lessons for the 21st Century. p. 416, Vintage Digital (2018).
15. Крамаренко Н. С., Квашин А. Ю. Психологические и организационные аспекты введения цифрового образования, или как внедрение инноваций не превратить в «цифровой колхоз» // Вестник МГОУ. 2017. № 4. С. 1–16.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКА В ЗАМКНУТОМ ПОМЕЩЕНИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЯЧЕЕК

Бараева Д. С., Сумбатян М. А.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: baraeva@sfnedu.ru

В данной работе рассматривается задача моделирования распространения звука в замкнутом помещении. Для разрешения задачи применяется метод пересечения пространственных ячеек для трассировки звуковых лучей.

Исходя из условий задачи, область исследования представляет собой замкнутый многогранник, внутри которого находится ряд отражающих плоскостей (рис. 1). Также отражение рассматриваемого звукового луча возможно как от границ области, так и от расположенных внутри отражающих плоскостей. В начальных данных задаются координаты вершин отражающих поверхностей, отражающие поверхности по номерам их вершин (с указанием материала), координаты источника, координаты приёмника.

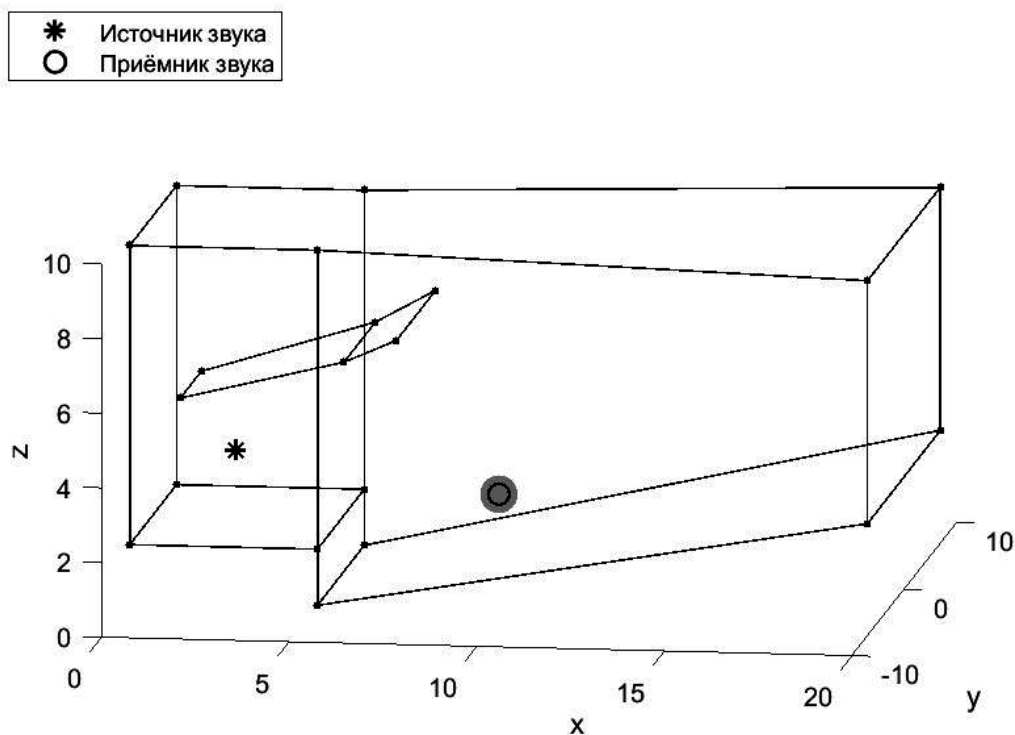


Рис. 1. Пример исследуемой модели

Алгоритм метода трассировки лучей (МТЛ) отслеживает траекторию звукового луча от точки источника, проверяя все поверхности в пределах исследуемого помещения на пересечение с лучом. В случае нахождения точки пересечения луча с отражающей поверхностью, его направляющий вектор пересчитывается по формуле:

$$\bar{q}_1 = \bar{q} - 2(\bar{n} \cdot \bar{q})\bar{n}, \quad (1)$$

где \bar{q}_1 – новый направляющий вектор, \bar{q} – старый направляющий вектор, \bar{n} – нормаль отражающей поверхности. Энергия в отражённом луче вычисляется путём умножения на $(1-\alpha)$, где α – коэффициент звукопоглощения материала отражающей поверхности [1, 2].

Метод равномерных пространственных сеток (воксельный метод, метод пересечения ячеек) очень удобен для задач трассировки в помещениях с большим числом объектов и переотражений лучей, поскольку позволяет эффективно хранить часть необходимой информации для расчётов в самих ячейках сетки. Метод пересечения ячеек был выбран для повышения эффективности трассировки в рассматриваемой задаче из-за простоты структуры организации данных в его алгоритме. Это качество позволяет эффективно модифицировать алгоритм, сокращая время, затрачиваемое на предварительную обработку данных перед запуском трассировки.

Применение метода пересечения ячеек требует дополнительной подготовки начальных данных. Основной частью данного процесса является построение пространственной сетки. В созданном программном коде она представляет собой трёхмерный массив ячеек фиксированного размера, хранящих информацию обо всех поверхностях, пересекающих определяемую ими область пространства. Для упрощения последующего заполнения сетки осуществляется триангуляция всех отражающих поверхностей помещения.

После создания сетки осуществляется её заполнение. Прежде всего, определяется положение в сетке источника и приёмника звука, которые являются заданными и фиксированными. Дальнейший процесс заполнения сетки может быть осуществлен путём перебора всех объектов с поиском списка ячеек, которым принадлежит рассматриваемый объект.

Процесс трассировки лучей для метода пересечения ячеек начинается с ячейки, в которой располагается источник звука. В начале работы алгоритма в полный телесный угол пространства из заданного точечного источника звука испускаются N виртуальных звуковых лучей. В простейшем случае, их направляющие вектора определяются в сферической системе координат прохождением с малым шагом по двум сферическим углам φ и θ . Для достижения требуемой точности обычно требуется взять не менее нескольких тысяч звуковых лучей, выпущенных из точечного источника.

В ходе алгоритма отслеживаем отдельно каждый луч пучка, начиная с ячейки, в которой расположен источник. Для каждого из этих звуковых лучей, исходя из координат его направляющего вектора и размеров ячейки сетки, можно вычислить, какую из граней текущей ячейки луч пересечёт первой, что позволяет определить путь луча по сетке. При этом в ходе трассировки для каждой ячейки, в которую попадает луч, осуществляется проверка, не пересекает ли луч какой-либо из объектов помещения, закреплённых за данной ячейкой. Если пересечение не найдено, то продолжается перемещение луча по сетке. Если были обнаружены точки пересечения луча с объектами комнаты в пределах данной ячейки, то среди всех найденных точек выбирается ближайшая к началу луча. Эта же точка становится новым началом отражённого луча, его направляющие векторы и энергия пересчитываются по формулам МТЛ, описанным ранее. В случае попадания луча в *eps* окрестность приёмника, его параметры фиксируются.

Для реализации перехода между ячейками сетки применяется метод быстрого пересечения ячеек [3]. Данный метод позволяет существенно сократить число и вычислительную сложность операций, необходимых для перехода между соседними ячейками, ограничиваясь несколькими сравнениями и одним сложением.

Рассмотрим уравнение луча в пространстве:

$$\begin{aligned}x &= x_0 + r_x t \\ y &= y_0 + r_y t \\ z &= z_0 + r_z t\end{aligned}\tag{2}$$

где (x, y, z) — координата произвольной точки луча, (x_0, y_0, z_0) — координата начала луча, (r_x, r_y, r_z) — направляющие косинусы луча.

На каждом переходе между ячейками производится оценка расстояний от начала луча до ближайшей границы текущей ячейки для каждой из координат и скорость смещения луча также по каждой из координат. По данным параметрам определяется направление, в котором происходит перемещение по сетке.

Трассировка каждого луча продолжается до тех пор, пока его энергия в результате переотражений не уменьшится настолько, что воздействием, оказываемым им на приёмник, можно будет пренебречь.

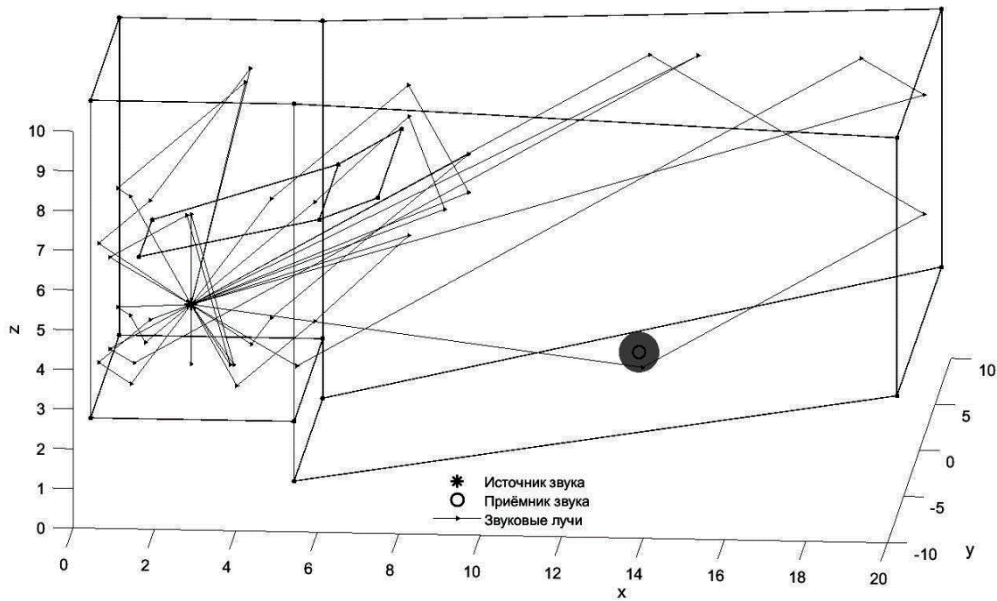


Рис. 2. Пример визуализации результатов трассировки в MATLAB

В качестве примера рассмотрим тестовую модель помещения с 25 отражающими плоскостями (после триангуляции). Программный код составлен на языке C++. Результатом работы являются координаты точек отражения для каждого из лучей, вышедшего из источника, и информация о лучах, попавших в приёмник.

На рис. 2 показан пример построения модели распространения звука на основе полученных данных. Для этой модели была выполнена трассировка при числе лучей 3321 и максимальном числе отражений 100. На рис. 3 приводится построение функции импульсного отклика исследуемой модели на основе полученных данных. При этом число лучей, прошедших в *eps* окрестности приёмника, равно 998, по ним и построен график.

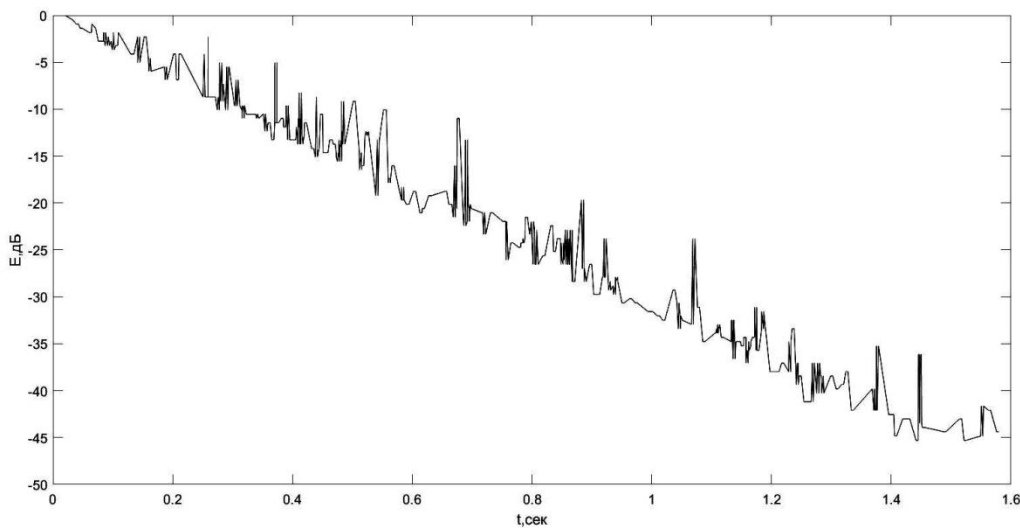


Рис. 3. Пример визуализации результатов трассировки в MATLAB

Из рисунка можно заключить, что уровень сигнала -30дБ по энергии достигается примерно за одну секунду. Следовательно, время реверберации RT, за которое сигнал спадает на 60дБ, равно примерно 2 секунды, что физически правдоподобно для помещения рассматриваемого объёма со звукопоглощением $\alpha = 0.1$ для всех отражений. При этом энергетический уровень сигнала в децибелах является логарифмической характеристикой абсолютного значения по энергии: $E, \text{дБ} = 10 \lg E$.

Второй автор признателен РФФИ за поддержку, проект № 19-29-06013.

Литература

1. Kuttruff H. Room Acoustics. (5thed.). Spon Press: London, 2009.
2. Макриненко Л. И. Акустика помещений общественных зданий. М.: Стройиздат, 1986.
3. Amanatides J., Woo A. A fast Voxel Traversal algorithm for Ray Tracing // Dept. of Computer Science University of Toronto. Toronto, Ontario, Canada M5S 1A4.

КОНЦЕПТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ

Барский Е. Д., Демина С. А.

*ФГБОУ ВО Московский педагогический государственный университет,
г. Москва*

E-mail: ed.barskiy@mpgu.su, sa.demina@mpgu.su

Система управления знаниями создается на основе фундаментальных наук, а также усилий менеджеров и инженерного корпуса, способных измерять спрос на знания и осуществляющих коммерческое применение знаний [4, с. 36]. Система производства знаний создается институтом образования. Поэтому роль педагогического образования в современной экономике сложно переоценить. «Образование прямо связано с конкурентоспособностью. Ни одно общество не может иметь высококачественную продукцию без высококачественных исходных материалов. Образование создает «человеческий капитал», который в соединении с «физическим капиталом» и дает увеличение производительности и качества. Это было верно всегда, но вдвойне верно для глобальной, технически сложной экономики» [1].

Школьное образование представляет собой базовую сферу воспроизводства человеческого потенциала, где закладывается не только базовый объем знаний для дальнейшего получения профессиональных знаний, но закладывается и мотивация к обучению. Именно учителя участвуют в формировании ценностно-смысловых ориентиров, формируют познавательные потребности у детей, дают базовые знания. От того какого учителя мы подготовим будет зависеть какой будет наша страна через 20 лет.

Мотивация человека в процессе всего периода его обучения в школе и профессиональном учебном заведении определяется в целом сложным, постоянно меняющимся соотношением разных побуждений. При этом важно отметить, что сформированное в детстве ожидание от обучения оказывает значительное влияние на активность человека в будущем, в том числе, на его стремление к достижению поставленных профессиональных задач. Эти ожидания могут как мотивировать, так и наоборот – отталкивать ребенка, все будет зависеть от способа обучения и личности самого педагога.

Сформированная в школьные годы мотивация к обучению оказывает влияние на продуктивность работы человека в течение всей жизни. Если ребенок обучался «из-под палки» и привык к постоянному внешнему подкреплению, то он не сможет решать сложные и творческие задачи.

Недостатки внешнего стимулирования вскрыл эксперимент Дана Ариэли, экономиста из MIT [6]. Давая группе студентов несколько игр с разными заданиями, он с коллегами наблюдали как будут справляться сту-

денты с этими заданиями, получая вознаграждение одного из трёх видов – малое, среднее или крупное.

Эксперимент Ариэли показал, что если от студентов требовались только механические усилия, премии имели ожидаемый эффект: чем сумма выше, тем лучших результатов достигали студенты. Но как только задание требовало хотя бы элементарного умственного труда, более крупная премия вела к понижению продуктивности. Эти эксперименты ставились не раз и другими зарубежными исследованиями¹ и каждый раз вывод подтверждался: внешняя мотивация работает только тогда, когда задача достаточно проста, по мере увеличения сложности решаемой задачи, внешняя мотивация приводит к понижению продуктивности.

Все это актуализирует задачу эффективной цифровой трансформации педагогического образования с учетом современной специфики обучения будущих педагогов. По мнению автора, важнейшей задачей цифровой трансформации педагогического образования является задача создания необходимых условий для непрерывного самообучения и самообразования, получения дополнительных знаний, навыков и компетенций как студентами вуза, так и представителями широкой общественности. Цифровая трансформация образования должна рассматриваться как инструмент достижения образовательных целей на различных уровнях образовательной системы, но не выступать целью внедрения цифровых инструментов и сред.

Не отрицая, что технологии являются серьезным драйвером трансформации, стоит заметить, что само по себе их использование не приводит к системному изменению. Например, использование цифровой платформы дистанционного обучения не обязательно приведет к изменению технологии обучения. Можно привести массу примеров, где преподаватель, работая в цифровой среде занимается только трансляцией знаний. Несмотря на то, что он формально использует цифровые инструменты, он сам зачастую остаётся пассивным в этом процессе.

Для осуществления радикальных положительных изменений в системе педагогического образования необходимо признать, что цифровизация образования является ничем иным, как изменением технологии, в данном случае технологии подготовки будущих учителей.

Если проводить параллель с изменением технологии в производстве, то там переход на новые станки и оборудование, повлечет за собой изменения всей технологии производства. Меняется технология, а соответственно пересматриваются нормы труда, его организация и оценка, проводится повышение квалификации персонала. В противном случае увеличивается количество брака, снижается качество и это отражается на финансо-

¹ Знаменитый тест, придуманный Карлом Данкером в 1935 году для экспериментов в области продуктивного мышления.

вом результате. Поэтому в современном производстве менеджмент очень хорошо это понимает, зарплата менеджера зависит от доходов предприятия. Но в производстве результат не отсрочен по времени, он ограничен только рамками производственного цикла, и он монетизирован. С образованием так не получается.

Ведущие вузы России уже несколько лет работают над реализацией модели цифрового университета. В попытках сформировать единое образовательное пространство интегрируются в традиционный процесс различные цифровые инструменты и сервисы: системы учебной аналитики и менеджмента, онлайн-платформы, доступ к массовым открытым онлайн-курсам и т.п.

Но какими бы ни были частные результаты, уровень российского образования падает. Согласно рейтингам Quacquarelli Symonds и Times Higher Education в России стремительно снижется ранг лучшего российского вуза. Если в 2012 году по оценке World University Rankings ранг МГУ был на уровне 276–300 единиц, то к 2020 он снизился до 189 единиц. По оценке журнала Times Higher Education ранг лучшего российского вуза также снижается: со 116 до 84 единиц.

По данным отчёта о развитии человечества за 2019 год, опубликованным 15 декабря 2020 года, наша страна стремительно продолжает терять позиции в мировом рейтинге по уровню человеческого развития (ИЧР)². Так, в 2019 году Россия опустилась на 52 место в рейтинге, уступив по ИЧР Казахстану и Румынии. Для сравнения: в 2017 году Россия по ИЧР занимала 49-е место в мировом рейтинге [7]. Снижение происходит, в том числе, за счет падения уровня школьного образования, которое долгие годы обеспечивало России высокие позиции по ИЧР и ИРЧП.

Безусловно, проблема снижения качества российского образования является комплексной. Однако нельзя не заметить, что формальное обучение переживает кризис мотивации. Интернет и новые технологии сделали информацию доступной, но не спасли учеников от апатии и потерянности в информационных джунглях. Процесс социальной дезориентации и демотивации в новом цифровом обществе будет только усугубляться по мере роста разрыва между знаниями и цифровыми технологиями. Внедрение технологии искусственного интеллекта только усугубит этот разрыв, а непонимание приведет к отторжению и хаосу.

Поэтому программа цифровой трансформации вуза должна содержать не только и не столько направления в части внедрения ИТ-технологий и развития информационных систем, а, в первую очередь, отражать задачи по изменению подходов к рабочим процессам всего университета и управление этими изменениями.

² Индекс человеческого развития (ИЧР) является комплексным сравнительным показателем ожидаемой продолжительности жизни, грамотности, образования и уровня жизни для стран во всём мире.

Результатом цифровой трансформации образования должно стать достижение каждым обучающимся необходимых образовательных результатов за счет персонализации образовательного процесса на основе использования растущего потенциала цифровых технологий, включая применение методов искусственного интеллекта, средств дополненной и виртуальной реальности; развитие в образовательных организациях цифровой образовательной среды; обеспечение общедоступного широкополосного доступа к интернету, работы с большими данными.

Литература

1. Грейсон Дж., О'Делл К. Американский менеджмент на пороге XXI века: пер. с англ. – М.: Экономика, 1991. – 432 с.
2. Кризисы мотивации и смешанное обучение. URL: <http://newtonew.com:81/higher/motivation-in-blended-learning> (дата обращения: 19.01.2022).
3. Шмелькова Л. В. Кадры для цифровой экономики: взгляд в будущее // Дополнительное профессиональное образование в стране и мире. – 2016. – № 8 (30). – С. 1-4.
4. Якушина Е. А. Новая роль сферы образования в экономике знаний // Научный вестник ЮИМ. – 2013. – №1. – С. 35.
5. Bonk C. The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs / Curtis Bonk & Charles Graham. Available from: http://curt-bonk.com/toc_section_intros2.pdf.
6. What makes us feel good about our work? URL: https://www.ted.com/talks/dan_ariely_what_makes_us_feel_good_about_our_work#t-5024 (дата обращения: 13.01.2022).
7. Human Development Report 2020 (англ.) // United Nations Development Programme / Conceição Pedro. – N. Y.: United Nation, 2020. – ISBN 978-92-1-005516-1. – ISSN 2412-3129.

КЛИЕНТ-СЕРВЕРНАЯ АРХИТЕКТУРА НА ПРИМЕРЕ ИГРОВОГО СЕРВЕРА МТА

Белкин А. 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: abelkin@sfedu.ru

МТА – это сетевая модификация для игры GTA San Andreas. Мод написан на языке C и C++ и имеет гибкий скрипт-интерфейс на языке Lua для создания пользовательских гейммодов. Для оптимизации игрового процесса скрипты имеют серверную и клиентскую направленность. Серверные скрипты отвечают за подключение и отключение игроков, их взаимодействие, выполняют операции с базой данных, администрирование сервера. Клиентские скрипты отвечают за отображение объектов и создание пользовательского интерфейса и выполняются на компьютере игрока, что снижает нагрузку на сервер.

Сервер запускается приложением mtaserver.exe с описанными заранее конфигурациями (пароль сервера, максимальное количество игроков и т. п.). В консоли сервера вводятся команды для его управления. Команда debugscript3 позволяет отслеживать возможные ошибки в коде Lua. Командой start <имя ресурса> запускается наш ресурс — каталог со скриптами, описывающими процесс игры.

Скрипты состоят из обработчиков событий и функций, которые вызываются этими обработчиками. Для каждого события определён набор сопутствующих параметров, которые обработчик передаёт в функцию при вызове.

Когда игрок выбирает сервер в списке браузера и успешно подключается, срабатывает событие onPlayerConnect. Опишем функцию для этого события:

```
function PlayerConnect(playerNick)
    outputChatBox(playerNick.." только что подключился к серверу.")
end
```

Функция выводит в чат оповещение о подключении игрока с его никнеймом.

Следующая функция добавляет новый обработчик:

```
addEventListener("onPlayerConnect", getRootElement(), PlayerConnect)
```

В данную функцию мы передали первым аргументом нужное нам событие, третьим - сопровождающую его функцию, а второй аргумент – это элемент, к которому привязывается обработчик.

В МТА всё взаимодействие происходит между элементами, которые структурированы в виде дерева. Корневой элемент дерева – это сам гейммоод, а его потомки – это персонажи игроков, транспорт, маркеры и прочее. Функции могут применяться к корневому элементу и влиять на весь гейммоод или на его отдельных потомков [1].

Подключение сервера к базе данных происходит при помощи функции `dbConnect` с параметрами тип, имя, хост, порт, логин, пароль базы. Функция вернёт элемент подключения к БД. Ниже представлена функция, которая при старте гейммоода создаёт объект с подключением к базе данных:

```
function Connection()
  connectToPlayers = dbConnect("mysql",
    "dbname=server_mta;host=127.0.0.1;port=3306",
    "root", "password")
  if connectToPlayers then
    outputChatBox("Подключение к базе данных")
  else
    outputChatBox("Не удалось подключиться")
  end
end
addEvent-
en-
tHandler("onResourceStart",getResourceRootElement(getThisResource()),Conn
ection)
```

Данный элемент можно использовать при запросах к базе данных.

Функция `dbQuery` отправляет запрос. После вопросительного знака указаны переменные, которые передаются через запятую после запроса.

```
select_id = dbQuery(connectToPlayers, "SELECT id FROM players WHERE log-
in=?", login)
```

Результат запроса сохраняет функция `dbPoll`, в которую передаётся элемент запроса и время в миллисекундах для ожидания запроса. 0 используется для запроса без ожидания, -1 – для ожидания без ограничения по времени.

```
id = dbPoll(select_id, -1)
```

Запрос без результата выполняется функцией `dbExec` :

```
newplayer = dbExec(connectToPlayers,"INSERT INTO players(login, password)
VALUES (?,?)",login, password)
```

При помощи описанных функций игроки регистрируют свой аккаунт в базе данных, куда сохраняется весь полученный прогресс. Собственные события можно создавать при помощи функции `addEvent`:

```
addEvent("GiveMoney", true)
```

Сохранение игрового процесса очень важно, поэтому эффективнее всего делать это в момент его получения. Однако это сильно затрудняет работу сервера. Для оптимизации данного процесса следует сохранять сразу только критичную при потере данных для игрока информацию (например, деньги на балансе, заработанный уровень и т. д.). Информация, при обнулении которой не потеряется прогресс, может сохраняться с некоторой периодичностью или при выходе из игры по событию `onPlayerQuit`. Также несостоявшиеся запросы очищаются функцией `dbFree`.

Интерфейс игры создаётся в клиентской части. Рассмотрим пример создания простого приветственного окна, где можно размещать любую текстовую информацию для вошедших игроков. Для этого в функцию передаётся координата самого верхнего левого пикселя, ширина и высота окна, строка с заголовком, а также булево значение относительности размеров. Если этот аргумент равен `true`, то все значения указываются от 0 до 1 и относительно родительского элемента (для внешнего окна — относительно экрана), в противном случае значения абсолютны.

```
GreetWindow = guiCreateWindow(40,80,100, 270, "Добро пожаловать!", false)
```

Элемент с текстом создаётся схожим образом. Укажем для него созданное окно родительским элементом в последнем аргументе:

```
Text = "Уважительно относитесь к другим игрокам, соблюдайте вежливость при общении. Приятной игры!"
```

```
Greeting = guiCreateLabel(0.1, 0.1, 0.7, 0.2, Text, true, GreetWindow)
```

Добавим к окну кнопку:

```
Button = guiCreateButton(0.4, 0.9, 0.3, 0.1, "Начать игру!", true, GreetWindow)
```

Для созданной кнопки добавим обработчик и функцию, скрывающую окно, передав в `guiSetVisible` элемент окна и значение видимости (`false`, если скрыто, `true` – наоборот). Это скроет и все дочерние элементы интерфейса.

```
function CloseWindow()
```

```
    guiSetVisible(GreetWindow, false)
```

```
end
```

```
addEventHandler("onClientGUIClick", Button, CloseWindow)
```

На клиенте можно менять визуальную часть игры. Пользовательскими моделями окружения (транспорт, оружие, здания, деревья и т. д.), созданными в 3D редакторах, можно заменять существующие модели.

У каждой модели есть три составляющие:

- текстура модели определяется в файлах. `txd`;
- габариты модели определяется в файлах. `dff`;
- коллизия модели определяется в файлах. `col`;

Загружаем нужные файлы:

```
txd = engineLoadTXD ("model.txd")
```

```
dff = engineLoadDFF ("model.dff")
```

```
col = engineLoadCOL ("model.col")
```

Теперь импортируем созданные элементы модели (необходимо знать существующий ID модели в игре):

```
engineImportTXD(txid, 587)
```

```
engineImportDFF(dff, 587)
```

```
engineImportCOL(col, 587)
```

Таким образом, можно менять весь окружающий мир игры на клиентской части для создания интересного игрового опыта.

Программируя серверные и клиентские скрипты, можно написать оптимальный гейммоd для нескольких сотен игроков онлайн.

Для оптимизации скриптов Lua при создании переменных используется ключевое слово `local`. Такие переменные существуют только внутри объявленной функции или скрипта [2]. При вызове переменной сначала смотрятся локальные переменные, что ускоряет работу скрипта.

Если создавать эффективные скрипты, которые хорошо работают как на клиенте, так и на сервере, то техническую часть этого процесса дополняет творческая составляющая. В итоге может получиться достаточно увлекательный процесс создания игры, правила которой по большей части ограничиваются фантазией её автора.

Литература

1. Иерусалимски Р. Программирование на языке Lua. – М.: ДМК-Пресс, 2016. – 382 с.
2. Руководство МТА [Электронный ресурс] URL: https://wiki.multitheftauto.com/wiki/Main_Page.

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОНКУРСОВ В ОНЛАЙН-ФОРМАТЕ

Бильченко А. К.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

E-mail: bilchenko@sfedu.ru

Проведение крупных конкурсов и соревнований в традиционном – очном – формате в последние пару лет затруднено. К сожалению, целый ряд соревнований в 2020 и 2021 годах были перенесены или отменены, зачастую в последний момент, когда участники уже купили билеты и забронировали места в гостиницах. Всё чаще при планировании мероприятий приходится держать в уме вероятность их переноса в онлайн-формат. Фототехнический клуб – структурное подразделение Станции юных техников г. Волгодонска – накопил определённый опыт проведения конкурсов в таком формате и готов им поделиться.

Для начала следует определиться с терминами. Есть дистанционные конкурсы, а есть конкурсы в онлайн-формате. В дистанционных конкурсах участники отправляют свои работы, а судьи их оценивают, при этом между отправкой и оценкой может пройти какое-то время, и участникам не нужно подключаться к каким-либо активностям по расписанию: им достаточно отправить работу в установленный срок и ждать результатов. Такие конкурсы проходили и раньше, а сейчас их стало больше; среди тех, что проводили мы – Олимпиада робототехников Волгодонска на изоляции (2020 год), конкурсы по лего-конструированию «Звёздные ковчег» и «Андроидные роботы» (2021 год) и некоторые другие.

Более интересный, но и более сложный в организации формат – онлайн-конкурсы. Они подразумевают живое общение в прямом эфире организаторов и участников. Участники выполняют задание одновременно, все вместе, под наблюдением судей, как на настоящих очных конкурсах, но при этом находятся дома. Наш первый опыт проведения конкурса по робототехнике в таком формате относится к осени 2020 года, и это был сразу конкурс всероссийского уровня – квалификационный этап международного онлайн-марафона «РобоФинист-2020». Международный фестиваль «РобоФинист» проходил в Санкт-Петербурге ежегодно с 2014 по 2018 год, но из-за эпидемии в 2020 году его было решено провести в онлайн-формате, и в некоторых категориях организаторы делегировали проведение отборочных (квалификационных) этапов региональным представителям, среди которых были и мы. Волгодонску было доверено право провести квалификационный этап по категории «Большое путешествие» в младшей возрастной группе. В других категориях квалификационные этапы проводили органи-

заторы из Санкт-Петербурга, Сарова, Пензы, Уфы, Самары, Саранска, Минска и республики Крым. С помощью коллег из Санкт-Петербурга нам удалось всё подготовить, и квалификационный этап прошёл успешно: в нём поучаствовали 39 юных робототехников из 7 городов России и около 200 зрителей (соревнования транслировались в прямом эфире на Ютубе, запись доступна на канале «РобоФиниста»). Опыт проведения был признан успешным, и в апреле 2022 года мы будем проводить отборочный этап фестиваля «РобоФинист-2022» в десяти категориях, одна из которых будет проходить в онлайн-формате, остальные – в очном.

В 2021 году наш проект «Энергия мечты» победил в конкурсе мероприятий проекта «Школа Росатома», и Волгодонск получил право принять у себя финал инженерного форума для городов-участников проекта «Школа Росатома». В концепции форума изначально была заложена смешанная форма проведения: одну из категорий (научно-практическую конференцию) планировалось провести в онлайн-формате, остальные – очно. Отборочный этап конференции мы провели онлайн, по остальным направлениям в городах присутствия в сентябре прошли очные муниципальные этапы, были отобраны победители для участия в финале, но очередная волна эпидемии привела сначала к переносу финала на декабрь, а затем и к необходимости проводить его онлайн. Было непросто за пару недель переделать все задания и подготовить технику, но, по оценкам представителей «Школы Росатома», финал прошёл успешно. В нём поучаствовали около 60 ребят из более чем 10 городов присутствия Росатома. В качестве экспертов мы привлекли специалистов из Новосибирска, Уфы, Пскова. Церемонии открытия и закрытия, а также образовательная часть форума транслировались в прямом эфире на Ютубе, записи эфиров доступны в группе форума ВКонтакте.

Таким образом, за время эпидемии мы организовали два крупных онлайн-конкурса и поучаствовали примерно в полутора десятках конкурсов, проводимых другими организациями («РобоФинист», открытые петербургские соревнования по робототехнике, олимпиада НТИ, Всероссийская робототехническая олимпиада и многие другие). Кроме того, прошлым летом я проходил стажировку в Корпоративной академии Росатома на инженерной онлайн-смене «Юниоры Росатома», что позволило нам впоследствии провести инженерную смену в Волгодонске совместно с ВИТИ НИЯУ МИФИ и Ростовской АЭС (она прошла осенью 2021 года в очном формате). Также на конференции Академии юных исследователей – 2022 часть секций прошла в онлайн-формате (мы проводили в этом формате конкурс «Скоростной набор текста» и одно из направлений секции «Робототехника»).

При проведении большинства конкурсов использовалась платформа Discord, по функциям подобная Зуму и Яндекс.Телемосту. В робототехни-

ческих соревнованиях в России это де-факто стандарт: на этой платформе проходит всероссийский этап Всемирной робототехнической олимпиады, соревнования в рамках «РобоФиниста», на ней же мы проводили и наш форум «Энергия мечты». Существенным ограничением этой платформы является невозможность организации видеочата более чем на 25 участников (аудиочат поддерживает до 1000 участников, но без видео). Поэтому при проведении массовых эфиров приходится использовать несколько каналов и переключать участников между ними, а для зрителей организовывать трансляцию на Ютуб с использованием свободно распространяемой программы OBS Studio. Статья, рассматривающая технические аспекты проведения онлайн-соревнований с применением OBS Studio, доступна на портале «РобоФинист» (автор Кирилл Горев), мы использовали её при проведении квалификационного этапа «РобоФиниста-2020», она нам очень помогла.

При проведении онлайн-соревнований важно распределить обязанности между организаторами: как правило, выделяются такие роли, как главный организатор, главный судья, ведущий трансляции, режиссёр трансляции, модераторы и технические специалисты (а также судьи и эксперты). Режиссёр трансляции ведёт эфир на Ютуб и управляет различными эффектами, модераторы организуют подключение участников в Дискорде, технические специалисты поддерживают связь и ведут запись эфира, главный судья организует работу судей и отвечает за протоколы, ведущий трансляции общается с участниками и зрителями. На практике некоторые роли можно совмещать, но лучше, если каждую работу будет выполнять отдельный специалист. При этом важно организовать их слаженное взаимодействие, обязательно надо провести несколько репетиций и технических прогонов с участием всех организаторов.

Важно организовать работу с участниками: заблаговременно разослать им регламент работы и инструкцию по подключению, проверить связь (заранее!), выделить человека для оперативного созвона с участниками, испытывающими технические проблемы с подключением. Очень важна стабильная интернет-связь во время проведения конкурса. Помимо прямых эфиров на Ютубе и чата в Дискорде, желательно использовать и другие информационные каналы, в том числе социальные сети.

Литература

1. Горев К. В. Как запустить роботов в онлайн (Электронный ресурс). URL: <https://robofinist.ru/article/18>.
2. Квалификационный этап онлайн-марафона «РобоФинист-2020» в номинации «Большое путешествие: младшая категория». URL: <https://youtu.be/0OUSuzajeko>.

3. Открытие инженерного форума «Энергия мечты». URL: <https://youtu.be/dxF55O2ZKfA>.
4. Встреча с представителями предприятий Волгодонска в рамках форума «Энергия мечты». URL: <https://youtu.be/mdkbqSCrG60>.
5. Мастер-класс «Звёзды в кармане» в рамках форума «Энергия мечты». URL: <https://youtu.be/tzOSHPOkoPU>.
6. Лекция «Космический атом» в рамках форума «Энергия мечты». URL: https://youtu.be/ZlmioGINg_8.
7. Закрытие инженерного форума «Энергия мечты». URL: <https://youtu.be/jFywgusNMСk>.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ В КОНТЕКСТЕ ВНЕДРЕНИЯ ОБНОВЛЕННЫХ ФГОС

Блинова Е. Е.¹, Евланова А. Г.²

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

¹ Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,

² Институт наук о Земле

E-mail: eesivokon@sfedu.ru

Современный этап развития школьного образования связан с введением обновленных федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), где, как и в стандартах предыдущего поколения, преобладает ориентация на реализацию деятельностного и компетентностного подхода в обучении, при акцентуации на формировании надпредметных компетенций (soft skills), которые предлагается развивать в том числе и через проектную деятельность. Кроме того, проектной деятельности школьников по-прежнему отводится значимое место в обновленных ФГОС. В условиях дифференциации обучения по предмету «информатика», которая теперь начинается уже с уровня основного общего образования, требуется новое осмысление возможностей использования технологии проектного обучения.

Впервые «метод проектов» описал и стал использовать в обучении Дж. Дьюи в начале XX века, в российском образовании данный термин впервые системно применил С. Т. Шацкий в 1905–1931 гг. «Переоткрытие» метода и «второе дыхание» произошло в 1965 г., следующая «волна» – 1990-е годы. Далее этот метод был поэтапно, алгоритмически описан и преобразовался в технологию, однако, даже в настоящее время можно встретить научно-методические публикации, где данная технология описывается через терминологию «метод», даже встречается вариант названия «технология «метод проектов»».

В центре применения и метода, и технологии проектного обучения – понятия «проект», «проектирование (дизайн)», «реализация проекта» и «защита проекта». Термин «проект» берет свое начало, согласно разным источникам, от лат. «projektus» – «выброшенный вперед» и от франц. «projet» – «намерение, которое будет осуществлено в будущем», общим для которых является описание некоего образа «того, что не существует», но может быть представлено в том или ином виде и реализовано в будущем. Проектирование – процесс создания проекта как прообраза предполагаемого или возможного объекта, за рубежом вместо слова проектирование в этом же значении применяется термин «дизайн». Так Кембриджский

толковый словарь (Cambridge Dictionary) определяет глагол «design» как «создавать или рисовать объект» (1) или как «намереваться», «планировать», «предназначать(ся)» (2):

(1) to make or draw plans for something, for example clothes or buildings (a drawing or set of drawings showing how a building or product is to be made and how it will work and look);

(2) to intend. Например, This presentation designed for advanced Python programmers.

Технология проектного обучения – система взаимосвязанных средств и методов обучения, которая создает условия для формирования содержания компетенций в процессе самостоятельного планирования и реализации постепенно усложняющихся, практико-ориентированных заданий – проектов.

В настоящее время можно встретить такое определение проектного обучения: это деятельность учащихся, когда они, отвечая на систему вопросов, приходят к конкретному продукту. Источником данного определения является зарубежная трактовка технологии проектного обучения или project based learning (PBL): Project Based Learning is a teaching method in which students gain knowledge and skills by working for an extended period of time to investigate and respond to an authentic, engaging, and complex question, problem, or challenge. При этом в зарубежной практике призывают отличать эпизодическое «выполнение проекта (*doing a project*)», когда учащиеся время от времени работают над «dessert projects»¹ - короткими, intellectually-light projects, который педагог задает в качестве «десерта» после стандартного изложения учебного материала в рамках темы, - от «технологии проектного обучения», *project based learning*, где проект выступает основной формой обучения, в течение выполнения проекта учащиеся и получают знания, потому что «the project contains and frames curriculum and instruction»².

Существует несколько классификаций проектов в обучении:

– по преобладающей деятельности проекты разделяется на поисковые, творческие, ролевые, исследовательские, прикладные и т.д.

– согласно содержательной области выделяют монопроекты или межпредметные проекты;

– по характеру координации проекта проекты разделяются проекты с явным руководством и проекты со скрытой координацией;

– по «охвату» проекты делятся на индивидуальные; внутригрупповые (при работе в минигруппах в одном классе); проекты, которые задействуют параллель классов; проекты на уровне школы; проекты на уровне города (муниципальные проекты); региона (региональные проекты); страны (федеральные проекты) и международные проекты;

¹ дословно – проекты на десерт

² <https://www.pblworks.org/what-is-pbl>

– по продолжительности выделяют краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные проекты.

Основными требованиями при реализации проектного обучения независимо от уровня образования является наличие актуальной проблемы, практическая значимость результатов, самостоятельная деятельность учащихся структурирование содержательной части проекта, использование исследовательских методов (по цепочке: определение проблемы → постановка целей и задач → формулировка рабочей гипотезы → освоение методов исследования → обработка данных, обобщение, анализ, выводы → оформление проектной документации → представление работы).

Особенности применения технологии проектного обучения: диалогичность, проблемность, интегративность, контекстность.

В настоящее время существует понимание проекта как завершенного цикла продуктивной деятельности отдельного человека, коллектива, организации, предприятия или совместной деятельности многих организаций и предприятий: «Проект - это ограниченное во времени целенаправленное изменение отдельной системы с установленными требованиями к качеству результатов, возможными рамками расхода средств и ресурсов и специфической организацией» [3]. Особо крупные проекты называются Программами.

При реализации проектного обучения в полноценном формате в рамках школьного курса информатики необходимо помнить об отличительных свойствах современных проектов, к которым относятся: обязательное наличие начала и окончания работы, чёткая формулировка задания через практический результат; наличие этапов и точек контроля; ограниченный срок выполнения; наличие проектной документации; наличие этапов презентации результатов и группы исполнителей.

Данный подход (равно как и трактование проекта, предложенное С. А. Баркаловым и др. [3]) также важен при формулировании основных этапов реализации технологии проектного обучения, поскольку при изучении информатики педагог³ должен создать условия для реализации проектной деятельности, максимально приближенные к выполнению проектов в деятельности специалистов в области информационных и коммуникационных технологий. Поскольку в современных условиях практически все программные продукты и сетевые сервисы создаются как командные проекты с применением гибкой технологии проектирования, которая получила название Agile (базируется на адаптивном подходе к требованиям, которые

³ Учитель информатики в рамках профориентационной работы и профильного обучения, преподаватели в ссузе и вузе на направлениях, связанных с информационными технологиями могут применять технологию проектного обучения для формирования у будущих специалистов в сфере ИТ необходимой корпоративной культуры, навыков работы над проектами и развития «гибких навыков» (прежде всего, умения работать в команде, коммуникабельности, умения оценить и распределить собственные ресурсы)

могут изменяться и уточняться по мере взаимодействия с заказчиком при предъявлении ему работающего программного продукта или его минимальной работоспособной версии (MVP), что предполагает уточнение и дополнение технической документации во время его реализации (самоорганизующимися рабочими группами) [2], технология проектного обучения также приобретает характерные для Agile-подхода черты. Для реализации идеологии, Agile выделяются так называемые фреймворки (frameworks) – более детально описанные способы (они иногда называются методиками или даже методологиями) с максимально разработанным инструментарием, наиболее известными среди которых являются Scrum («подход структуры» с четким хронометражем циклов разработки (спринтов)), Kanban («подход баланса» с максимальной визуализацией происходящих процессов), их комбинация (Scrumban), методология бережливой разработки программных продуктов (Lean-разработка с максимальной экономией ресурсов). Каждый из перечисленных фреймворков содержит описание конкретных инструментов организации деятельности команды, ее документирования и может служить основой для организации проектной деятельности с учащимися. Например, можно применять такой инструмент, как канбан доска из фреймворка Kanban, суть работы с которой заключается в том, что некоторое количество карточек с учебными заданиями (канбан-жетонов), равное емкости изучаемого на данный момент модуля, запускается в обращение и движется последовательно от этапа «задания на выполнение» через этапы «учу теорию», «тренирую умение», «адаптирую алгоритм» к этапу «готово к проверке (оформлено)». Одна карточка соответствует одному типу задания по теме и выступает как сигнальный механизм. Каждый из обучающихся, входящих в группу, может взять задание в обработку (начать его выполнять), при этом остальные видят, как он продвигается по этапам, могут помочь ему или сами попросить помощи. Любое новое задание должно оставаться в очереди, пока карточка не освободится, после чего она снова запускается в обращение (подробнее [1]).

На первых порах, когда происходит обучение школьников работе по технологии проектного обучения, педагог (или эксперт – например, project manager) выступает координатором их деятельности и показывает цепочку действий, которые нужно реализовывать при выполнении проекта: изначально определяется тема проекта, его тип проекта (командный/индивидуальный, локальный (уровень класса, школы /региональный/федеральный/международный и др.) и количество участников (если проект командный на этом этапе осуществляется распределение по командам, определение ролей в команде) → выявляется и записывается в четком виде цель проекта (чаще всего цель формулируется через планируемый практический результат), требования к отчетной документации по проекту → возможные риски реализации деятельности по проекту и способы их

минимизации → осуществляется декомпозиция цели в виде задач и распределение задач по группам или по конкретным учащимся внутри команды → планируется цепочка реализации проекта по приоритетности задач (при применении Agile – приоритетность задач будет меняться на каждом шаге, для этого команда устраивает краткие совещания каждый день (каждое занятие) проектной деятельности) → происходит обсуждение возможных методов исследования поиска информации, творческих решений → обучающимся предоставляется время на самостоятельную деятельность по проекту → в течение этого времени происходит промежуточное обсуждение результатов и коррекция → защита проекта → коллективное обсуждение, внешняя оценка (экспертиза) и выводы по результатам проекта. Про демонстрации технологической цепочки реализации проекта важным компонентом является рефлексия каждого этапа.

Затем, постепенно, учащиеся приобретают навык работы по технологической цепочке и самостоятельно могут реализовать этапы реализации проектной деятельности. Однако, на перестроение деятельности требуется значительное количество времени, поэтому технология проектного обучения рекомендуется к адаптивному внедрению, то есть ее технологические этапы вводятся в основной школе (начиная с 5 класса) в рамках *dessert projects*, а затем, когда учащиеся в полной мере ознакомятся со все технологической цепочкой (к 8 классу), можно реализовать обучение информатике и ИКТ как серию проектов (PBL-технология) и с элементами Agile-подхода, а в старшей школе уже полноценно применять выбранные фреймворки Agile.

Литература

1. Блинова Е. Е., Евланова А. Г. Методика обучения информатике в системе непрерывного образования (Methods and techniques of Computer Science and ICT teaching in the lifelong education context) : учебное пособие / Е. Е. Блинова, А. Г. Евланова ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. – 167 с.
2. Гатулин Р. Р., Колупаева Д. А. Методология Agile для современного школьного образования // Санкт-Петербургский образовательный вестник. – 2017. – №11–12 (15–16). С. 53–55
3. Умное управление проектами / С. А. Баркалов, В. Н. Бурков, Я. Д. Гельруд и др.; под ред. чл.-корр. РАН Д. А. Новикова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 189 с.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ НА ЯЗЫКЕ PYTHON ДЛЯ РАЗВИТИЯ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ

Блинова Е. Е., Угненко А. А.

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

E-mail: nshemetova@sfnedu.ru

Средний школьный возраст – наиболее благоприятное время для развития алгоритмического мышления [1]. Навыки анализа, синтеза, проведения аналогии, сравнения уже к этому времени развиты в достаточной мере, чтобы приступить к развитию такого специфического типа мышления, как алгоритмическое. Среди школьных предметов наиболее удачным для освоения приемов алгоритмизации решаемых задач является информатика. Основы алгоритмизации и программирования, изучаемые в рамках этого предмета, дают возможность более комплексно и поэтапно прийти к высоким показателям алгоритмических навыков [2].

В процессе исследования особенностей использования алгоритмов и элементов программирования на языке Python была разработана разноуровневая система задач для учащихся 7-8 классов, направленная на развитие алгоритмического мышления школьников.

Методические требования к системе учебных задач представлены на рисунке 1 [3].

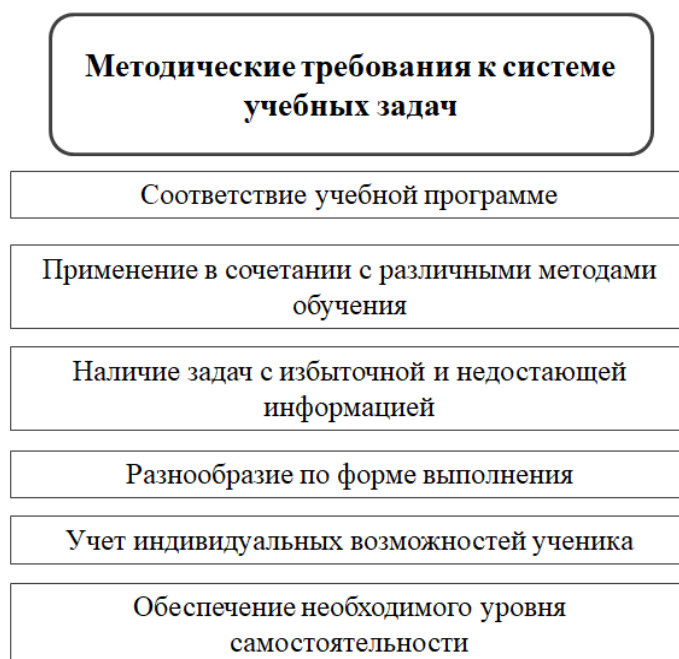


Рис. 1. Методические требования к системе учебных задач

Учитывая все вышеперечисленные требования, была предложена следующая разноуровневая система заданий, которая полностью подходит для базового изучения школьного курса информатики и может быть адаптирована под углубленное изучение информатики согласно предметным результатам обновленных ФГОС 2021г.:

Уровень 0. Разработка приближенного алгоритма.

Задания данного уровня помогают выявить аналогию использования блок-схем и школьного алгоритмического языка, ставят ученика в позицию исполнителя алгоритма с целью освоения и понимания структуры и последовательности выполнения действий в блок-схемах, повышают интерес и мотивацию к изучению алгоритмизации и программирования.

Уровень 1. Синтаксис, операторы ввода, вывода, типы переменных, случайные числа.

Задачи первого уровня дают возможность вспомнить структуру и синтаксис алгоритмического языка и обеспечат изучение и отработку написания простейших программ на языке программирования.

Уровень 2. Понятие о линейном алгоритме.

Задания этого уровня формируют понятие о линейном алгоритме, включающем в себя различные системы команд. При выполнении заданий для наглядности и нахождения оптимального алгоритма следует применять язык программирования Python. Отрабатывается навык анализа алгоритма, его оптимизации, изменения в зависимости от требований, самостоятельного создания. При необходимости можно также проиллюстрировать данную алгоритмическую структуру жизненными примерами.

Уровень 3. Ветвления и циклы.

Решение большинства заданий третьего уровня осуществляется на языке Python как наиболее удобном и простом для обучения учеников алгоритмизации. Среди алгоритмических конструкций наибольшее внимание уделено ветвлению и циклам, так как время на изучение алгоритмизации крайне ограничено, а функциональные возможности данных конструкций позволяют реализовать решение разнообразных задач.

В каждом из заданий применяются навыки, полученные в предыдущих задачах. Представленные задачи имеют разный уровень сложности. Если при выполнении алгоритма возникает ошибка или результат не соответствует ожидаемому, то перед учеником встает проблема: как найти ошибку в алгоритме? Данный вид мыслительной деятельности также является одним из компонентов развития алгоритмического мышления.

Уровень 4. Массивы.

При выполнении заданий четвертого уровня - ученики осваивают массивы. Задания подобраны таким образом, чтобы на их основе в будущем научиться работать не только с числовым типом информации, но и со

строковым. То есть проводится пропедевтика к линии программирования 9 класса.

Приведенная система задач обеспечивает:

- Усвоение понятий «исполнитель», «алгоритм», «синтаксис», «величина», «программа», «язык программирования», «ветвление», «цикл», «массив»;

- Возможность введения графовых моделей для анализа и поиска решения заданий;

- Умение составлять алгоритмы на школьном алгоритмическом языке, в виде блок-схем и на языке программирования;

- Навык реализации алгоритмов различными способами;

- Умение анализировать алгоритм, дополнять и оптимизировать его, искать ошибки и исправлять их;

- Применение алгоритмических конструкций в сюжетных задачах и нестандартных ситуациях;

- Использование данных задач для домашних, самостоятельных работ и внеурочных занятий;

- Продолжение формирования систем заданий дополнительными задачами;

- Включение школьников в процесс конструирования новых задач;

- Индивидуальный подход к ученикам разной степени подготовленности;

- Формирование алгоритмического типа мышления на операционном, системном и методологическом уровнях.

В 2020–2022 году проводилась экспериментальная проверка полученных результатов.

Весь эксперимент был разбит на следующие этапы: констатирующий, формирующий и контролирующий.

На констатирующем этапе была проведена проверка уровня развития алгоритмического мышления. В качестве критериев развития алгоритмического мышления использовались существенные признаки, свидетельствующие о достижении того или иного уровня развития мышления учащихся: операционный (К1, К2), системный (К3, К4), методологический (К5, К6).

На основании полученных данных на данном этапе был сделан вывод, что преобладающее число учеников имеют операционный, или близкий к системному, уровни развития алгоритмического мышления. Развернутые ответы показали, что ученики имеют некоторые знания об алгоритме, его свойствах, способны составить и прочитать небольшие блок-схемы, имеют представления о некотором классе алгоритмических задач.

На втором этапе эксперимента с учетом результатов учащихся были разработаны и подобраны разноуровневые задания на различные типы алгоритмических конструкций, отвечающие их возрастным особенностям, а

также способствующие развитию их алгоритмического мышления. Задачи подобраны таким образом, чтобы при изучении каждой алгоритмической конструкции ученики имели возможность решать задачи, как на школьном алгоритмическом языке, так и на языке программирования Python. Разработанные задания распределены по уровням формирования алгоритмического мышления.

На основании полученных результатов контролирующего эксперимента можно утверждать, что уровень алгоритмического мышления у большинства учеников значительно повысился и перешел от операционного к системному. У отдельных обучающихся уровень мышления стал методологическим, что доказывает целесообразность использования предложенной методики развития мышления и разработанной системы задач.

При проведении опытно-экспериментальной проверки были замечены следующие трудности. Ученики обладают достаточно слабым математическим аппаратом, что значительно усложнило перевод алгоритмических задач на язык формул и вычислений. Второй трудностью стал тот факт, что количество занятий было строго регламентировано количеством часов на данный раздет, отводимый рабочей программой К. Ю. Полякова, что не давало возможности выделить дополнительный час для проведения коррекционной работы.

В ходе экспериментальной работы было замечено повышение мотивации ее участников к изучению информатики. Некоторые из них высказались о более серьезном и заинтересованном отношении к предмету. Были также участники, которые решили в будущем принять участие в олимпиадах по программированию, и, стали рассматривать возможность, связать свою профессию с ИТ.

Литература

1. Алгоритмическое мышление [Электронный ресурс]/ Международный студенческий научный вестник – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2013/228/3395> (Дата обращения 04.04.2022 г.).
2. Блинова Е. Е., Угненко А. А. Особенности использования графовых моделей и исполнителей алгоритмов для развития алгоритмического мышления учащихся/ Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития [Электронный ресурс]: материалы XXVII научной конференции (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 24 – 26 сентября 2020 г.). – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020. – С. 61–64.
3. Информатика. Теория, методика, задачи. Методические рекомендации. Московский департамент образования, Московский городской институт повышения квалификации работников образования. – М., 2014.

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ ДВУХУРОВНЕВЫХ L2/L3 VPN ПОДСЕТЕЙ БОЛЬШИХ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ

Букатов А. А.

ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: baa@sfedu.ru

Единая сетевая инфраструктура больших корпоративных телекоммуникационных сетей (КТС) должна обеспечивать взаимодействие компонентов разнообразных приложений (прикладных систем) даже в случаях распределённого характера подключения компонентов этих приложений к сетевой инфраструктуре. К подобным распределённым приложениям относятся, например, единая система видеонаблюдения, единая система электронных проходных, сети доступа к рабочим местам сотрудников различных административных служб (кадровой, бухгалтерии, закупок и пр.) и ряд иных приложений.

В условиях построения сетей различных приложений на базе единой физической инфраструктуры КТС сеть каждого из таких приложений должна быть изолирована по трафику от сетей других приложений. Это необходимо для того, чтобы исключить любую возможность как преднамеренного, так и непреднамеренного (вызванного сетевыми атаками) несанкционированного «проникновения» в сеть любого конкретного сетевого приложения трафика (возможно атакующего) всех остальных приложений.

Разработка методов обеспечения такой изоляции логических сетей различных приложений, реализуемых на базе единой физической инфраструктуры крупной КТС, является предметом настоящей работы.

Поставленную задачу создания таких изолированных сетей предлагается решить путем виртуализации общей физической инфраструктуры КТС и наложения на эту инфраструктуру совокупности изолированных виртуальных «частных» сетей (VPN) корпоративных сетевых приложений.

Требуемая виртуализация может осуществляться на различных уровнях стека сетевых протоколов. В настоящее время известен и доступен к применению некоторый набор стандартизованных средств и методов, предназначенных для виртуализации работы различных компонентов КТС. При выборе метода виртуализации для каждого из компонентов КТС следует руководствоваться следующими основными принципами: выбранный метод должен обеспечивать полную изоляцию сетевых структур друг от друга, должен быть эффективным и минимально снижать производитель-

ность сетевого оборудования и телекоммуникационных каналов, а также должен быть удобным при настройке и администрировании.

Касательно типовой структурной организации КТС, отметим, что в соответствии с известной трехуровневой иерархической моделью компании Cisco [1] в структуре современных крупных КТС сетей обычно выделяют три уровня иерархии: базовый уровень (core layer), уровень распределения (distribution layer) и уровень доступа (access layer). Однако в целях простоты изложения дальнейшего материала нам удобнее воспользоваться более простой «старой» двухуровневой моделью структуризации, включающей два уровня: магистральную сеть (МС), примерно соответствующую базовому уровню, и сеть доступа (СД), примерно соответствующую объединению уровней распределения и доступа. При этом МС представляет собой совокупность маршрутизирующих устройств (МУ – маршрутизаторов и маршрутизирующих коммутаторов), и соединяющей эти устройства высокоскоростных сетей канального уровня (сегментов). В качестве СД выступают сегменты канального уровня, к которым подключаются компьютеры пользователей. Следует отметить, что в последнее десятилетие в подавляющем большинстве случаев сегменты сетей доступа, сегменты МС и даже сегменты МС многих операторов связи территориального, регионального и даже национального масштаба строятся на базе технологий семейства Ethernet. Отметим, что такое развитие этой технологии из первоначально предназначенных лишь для построения локальных вычислительных сетей было предсказано нами ещё в 2004 году [2].

Вполне естественно, что в различных компонентах КТС целесообразно применять различные методы виртуализации. Так, например, для виртуализации сетей доступа стандартом де-факто является применение технологии Ethernet VLAN (протокола IEEE 802.1q), см, например, [3], подраздел 2.3.5. Зачастую эту технологию называют также L2 VPN (виртуальная частная сеть 2-го уровня). Средства протокола IEEE 802.1q позволяют накладывать на один сегмент канального уровня множество изолированных друг от друга виртуальных сетей VLAN. Данное решение удовлетворяет всем перечисленным выше требованиям. Более того, средствами протокола вложенных виртуальных сетей IEEE 802.1ad (более известного среди сетевых инженеров как QinQ) различные сегменты содержательно единых VLAN КТС, подключённые к некому VLAN, арендуемому у оператора связи, могут быть соединены воедино через единственную VLAN сети оператора (инкапсулирующую все необходимые VLAN ТКС).

Что же касается виртуализации на магистральном участке ТС, то решить эту задачу только указанными выше способами вообще невозможно, так как на магистрали сети применяются МУ, работающие не на втором, а на третьем и более высоких уровнях стека сетевых протоколов и выполня-

ющие специальные процессы построения таблиц маршрутизации на этих уровнях.

Таким образом, для виртуализации магистрали, как минимум, необходимы средства виртуализации этих МУ. В ряде сетевых устройств такие средства уже реализованы. Так например, в МУ Cisco используется технология VRF Lite [4], позволяющая создавать виртуальные маршрутизаторы. Технически технологии VRF Lite в сочетании с протоколом IEEE 802.1q достаточно для создания виртуальных сетей на магистральном участке ТС ЮФУ, однако, добавление каждой новой виртуальной сети при этом требует значительных усилий, связанных с настройкой всех маршрутизаторов магистрали.

В работе [5] нами предложен подход, позволяющий строить виртуальные сети на магистральном участке и требующий настройки только пограничных устройств, т. е. тех устройств, к которым непосредственно подключены виртуальные сети доступа.

Этот подход основан на технологии BGP/MPLS VPN [6]. Как известно, в технологии MPLS (см. например [3], подраздел 3.5.3) к каждому IP пакету приписывается одна или несколько меток, образующих стек. Маршрутизаторы, работающие с помеченными пакетами, принимают решение о том, что делать с пакетом не на основе анализа IP заголовка, как это делается при обычной IP маршрутизации, а на основе поиска в таблице меток записи, соответствующей самой верхней метке пакета. Такой подход, помимо прочего, позволяет полностью виртуализировать процесс пересылки пакетов по MPLS сети. Действительно, путь следования пакетов через сеть определяется меткой и не зависит от содержимого классических таблиц маршрутизации и заголовков пакета. При этом правило назначения метки определяется идентификатором виртуальной сети доступа и задается только в точке подключения к МС этой сети. Таким образом, можно говорить, что технология MPLS позволяет обеспечить виртуальную среду передачи данных. При этом исключается необходимость настраивать каждое промежуточное устройство МС при добавлении новой виртуальной сети. Отметим, что виртуальные частные сети, построенные средствами технологии BGP/MPLS VPN, чаще называют L3 VPN (VPN 3-го уровня).

Как известно МУ обмениваются специальной информацией, позволяющей автоматически строить таблицы маршрутов. Однако в различных виртуальных сетях таблицы маршрутизации могут содержать различные маршруты для одинаковых адресов, ведь виртуализация предполагает полную изоляцию виртуальных сетей друг от друга. Для обмена маршрутной информацией используется технология BGP/MPLS VPN, тесно взаимодействующая с технологией виртуальных маршрутизаторов (VRF Lite). При этом в пограничных маршрутизаторах поддерживается не одна, а несколько таблиц маршрутизации, каждая из которых относится к одной из вирту-

альных сетей. Обмен информацией между несколькими таблицами маршрутизации основан на применении многопротокольных расширений BGP, однако рассмотрение деталей организации такого взаимодействия выходит за рамки настоящей работы.

Рассмотренные в настоящей работе методы прошли практическую апробацию в ТКС ЮФУ и рекомендуются к применению в других больших и/или распределенных КТС.

Литература

1. Иерархическая модель компании Cisco // Электронный ресурс http://network.xsp.ru/5_7.php, (дата просмотра 28.04.2022).
2. Букатов А. А., Букатов С. А., Монастырский М. И., Шаройко О. В. Анализ эффективных методов построения транспортной инфраструктуры региональных научно-образовательных телекоммуникационных сетей // Известия вузов. Северокавказский регион. Технические науки, № 3, 2004, с. 12–17.
3. Букатов А. А., Гуда С. А. Компьютерные сети, расширенный начальный курс. // СПб.: Питер, 2019, 496 с.
4. Как настроить изолированные процессы маршрутизации с помощью VRF Lite на Cisco IOS // Электронный ресурс <https://blog.sedicomm.com/2020/11/20/kak-nastroit-izolirovannyye-protsessy-marshrutizatsii-s-pomoshhyu-vrf-lite-na-cisco-ios/> дата просмотра 28.04.2022.
5. Букатов А. А., Шаройко О. В., Березовский А. Н. Принципы, задачи и методы построения интегрированной телекоммуникационной сети объединяемых учреждений // Информатизация образования и науки № 1(17), 2013, с. 48–63.
6. Chapter: Multiprotocol BGP MPLS VPN // Электронный ресурс https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/mp_13_vpns/configuration/15-mt/mp-13-vpns-15-mt-book/mp-bgp-mpls-vpn.html, дата просмотра 28.04.2022.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДВУХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕОДНОРОДНОЙ ТРУБЫ

Ватульян А. О.¹, Нестеров С. А.²

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону

² ФГБУН «Южный математический институт – филиал
ВНЦ РАН»,
г. Владикавказ
E-mail: 1079@list.ru

Обычно расчеты, связанные с нахождением термонапряженного состояния цилиндрических конструкций проводят для однородных материалов. Однако в настоящее время в различные области техники все шире внедряются функционально-градиентные материалы (ФГМ) – неоднородные материалы с заданными свойствами [1]. Из-за сложной и многоступенчатой технологии изготовления ФГМ в конечном изделии могут присутствовать отклонения от заданных законов. Реальные свойства неоднородных материалов можно определить только на основе решения коэффициентных обратных задач (КОЗ) термоупругости, которые малоисследованны.

В настоящее время актуальной задачей является построение экономных и устойчивых алгоритмов решения КОЗ. Наиболее распространенным методом решения обратных задач является построение функционала невязки и его минимизация каким-либо из градиентных методов. На основе такого подхода выполнены исследования по КОЗ теплопроводности [2,3] и теории упругости [4].

Ранее авторами был разработан численный метод решения одномерных КОЗ теории упругости и термоупругости на основе построения итерационного процесса [5–8]. На основе слабой постановки прямой задачи в трансформантах Лапласа и линеаризации получена система интегральных уравнений Фредгольма (ИУФ) 1-го рода для нахождения поправок термомеханических характеристик. После перехода от трансформант к оригиналам были проведены вычислительные эксперименты по восстановлению термомеханических характеристик стержневых [6] и цилиндрических конструкций [7, 8]. При этом ограничивались восстановлением одной из термомеханических характеристик при известных других. Однако обычно на практике неизвестными являются сразу несколько термомеханических характеристик.

В данной работе исследована обратная задача по одновременной идентификации двух теплофизических характеристик трубы при тепловом нагружении. Для этого рассмотрены две задачи термоупругости для трубы с различной тепловой нагрузкой на ее внешней поверхности: 1) в виде теплового потока; 2) в виде температуры. Внутренняя поверхность трубы свободна от напряжений и теплоизолирована. В качестве дополнительной информации на внешней поверхности трубы выступают: 1) температура для первой задачи; 2) тепловой поток для второй задачи.

Прямые задачи термоупругости после применения преобразования Лапласа решаются на основе метода пристрелки и обращении трансформант на основе метода разложения оригинала по смещенным многочленам Лежандра [8]. Проведен анализ влияния законов изменения переменных характеристик на значения снимаемой в эксперименте входной информации.

Итерационный процесс идентификации стартует с выбора начальных приближений двух функций, которые определяются в классе линейных функций на основе минимизации функционала невязки на двух множествах, построенных исходя из априорной информации об ограниченности искомых функций. Далее осуществляется корректировка текущих законов изменения термомеханической характеристики путем нахождения двух поправок из решения системы ИУФ 1-го рода в оригиналах. Далее итерационный процесс повторяется до тех пор, пока не будет достигнуто условие остановки: достижения некоторого порогового значения функционала невязки или достижения предельного количества итераций. Поскольку решение системы ИУФ 1-го рода является некорректной задачей, то для его регуляризации применяется метод Тихонова А. Н.

В ходе вычислительных экспериментов восстанавливались две пары коэффициентов: 1) коэффициент теплопроводности и удельная теплоемкость; 2) коэффициент теплопроводности и коэффициент температурного напряжения. Восстанавливались пары, как монотонно возрастающих, так и монотонно убывающих функций. Выяснено, что успешная реконструкция пары коэффициент теплопроводности и коэффициент температурного напряжения возможна только при большом параметре связанности. Пары безразмерных характеристики восстанавливались с достаточной точностью: максимальная погрешность реконструкции двух монотонных функций не превосходила 7%. Обсуждено влияние на точность реконструкции зашумления входной информации. При наличии зашумления погрешность реконструкции увеличивалась, но даже при 2%-м шуме не превышала 14%.

Литература

1. Birman V., Byrd L.W. Modeling and analysis of functionally graded materials and structures // Appl. Mech. Rev. 2007. V. 60(5). P. 195–216.

2. Dulikravich G. S., Reddy S. R., Pasqualetto M. A., Colaco M. J., Orlande H. R., Coverston J. Inverse determination of spatially varying material coefficients in solid objects // *J. Inverse Ill-Posed Probl.* 2016. V. 24. P. 181–194.
3. Cao K., Lesnic D. Determination of space-dependent coefficients from temperature measurements using the conjugate gradient method // *Num. Methods Part. Different. Eq.* 2018. V. 34(4). P. 1370–1400.
4. Geymonat G, Pagano S. Identification of mechanical properties by displacement field measurement: a variational approach // *Meccanica.* 2003. V. 38. P. 535–545.
5. Dudarev V. V., Vatulyan A. O., Mnukhin R. M., Nedin R. D. Concerning an approach to identifying the Lamé parameters of an elastic functionally graded cylinder // *Math Meth Appl Sci.* 2020. P. 1–20.
6. Ватульян А. О., Нестеров С. А. Об одном способе идентификации термоупругих характеристик для неоднородных тел // *Инженерно-физический журнал.* 2014. Т. 87, № 1. С. 217–224.
7. Ватульян А. О., Нестеров С. А. К определению неоднородных термомеханических характеристик трубы // *Инженерно-физический журнал.* 2015. Т. 88, № 4. С. 951–959.
8. Ватульян А. О., Нестеров С. А. К определению термомеханических характеристик функционально-градиентного конечного цилиндра // *Прикладная математика и механика.* 2021. Т. 85, вып. 3. С. 396–408.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА PYTHON ДЛЯ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ РАСШИРЕНИЯ АЛГОРИТМА УНИФИКАЦИИ

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

При разработке алгоритмов, важным этапом является прототипирование. Этот этап позволяет выявить ошибки в подходе к решению задачи, а также упрощает проверку работы алгоритма на конкретных случаях. В данной статье будет рассмотрен прототип обобщения алгоритма унификации ограничений на подтипирование для вывода типов концептов [7].

Рассматриваемая проблема находится на границе между двумя парадигмами программирования. Впервые идея концептов была представлена Бьярном Страуструпом [4]. Данная задача является важной в связи с её широкой практической значимостью [2]. С тех пор была предложена концепция языка D, поддерживающего концепты [3]. Ещё один подход – расширение интерфейсов [6]. Стоит отметить, что эти идеи не были в полной мере реализованы до сих пор. Кроме того, расширение интерфейсов предоставляет только ограниченный функционал концептов [1].

Возникающие алгоритмы сложны для восприятия и учитывают множество разных деталей. Чтобы облегчить разработку подобного алгоритма, было использовано прототипирование, как инструмент разработки. Важным аспектом подобного прототипирования была эволюция алгоритма, т. е. необходим был язык программирования, на котором было бы возможно кардинально

менять алгоритм с минимальными затратами. Поэтому выбор был сделан в пользу языка с динамической типизацией Python.

```
unify(C) =
  if C =  $\emptyset$ , then [ ]
  else let {S = T}  $\cup$  C' = C
  in
    if S = T
      then unify(C')
    else if S = X and X  $\notin$ 
      FV(T)
      then unify([X->T]C')  $\circ$  [X->T]
    else if T = X and X  $\notin$ 
      FV(S)
```

Рис. 1. Классический формализованный алгоритм унификации

Необходимость прототипирования очевидна, если сравнить классический алгоритм унификации [6] (Рис. 1) с частью его расширения [7] (Рис. 2).

Стоит отдельно рассмотреть, какие особенности языка Python оказались полезны для прототипирования алгоритма: динамическая типизация, декораторы, перегрузка операторов, широкий спектр библиотек.

```

unify(C) =
...
if S ∈ ConstrainedType
  then unify([S.subs](C' ∪ {S.type = T})) ∘ S.subs
  else if T ∈ ConstrainedType
    then unify([T.subs](C' ∪ {S = T.type})) ∘ T.subs
  else if S = T
    then unify(C')
  else if S ∈ TypeVar and T ∈ TypeVal and S ∉ FV(T) and T ∈ (S) out Q
    then let σ = unify(Q)[1] ∘ [S ↦ T] in unify([σ]C') ∘ σ
  else if T ∈ TypeVar and S ∈ TypeVal and T ∉ FV(S) and S ∈ (T) out Q
    then let σ = unify(Q)[1] ∘ [T ↦ S] in unify([σ]C') ∘ σ
...

```

Рис. 2. Фрагмент расширенного формализованного алгоритма унификации

Динамическая типизация, как преимущество, так и недостаток, так как влечёт за собой потенциальные ошибки. При прототипировании на языке Python стоит об этом помнить, поэтому одним из подходов может быть, на самых ранних стадиях прототипирования, реализовать модульное тестирование.

Декораторы позволили привязать парсинг к параметрам функций, что упростило тестирование и читабельность кода.

Перегрузка операторов позволила реализовать операции, которые соответствуют формальным операциям, например:

- В формализованном алгоритме:
 $X = (S) \cap (T) \text{ out } Q$
- На питоне: $X = S \mid \text{cross} \mid T \mid \text{out} \mid Q$

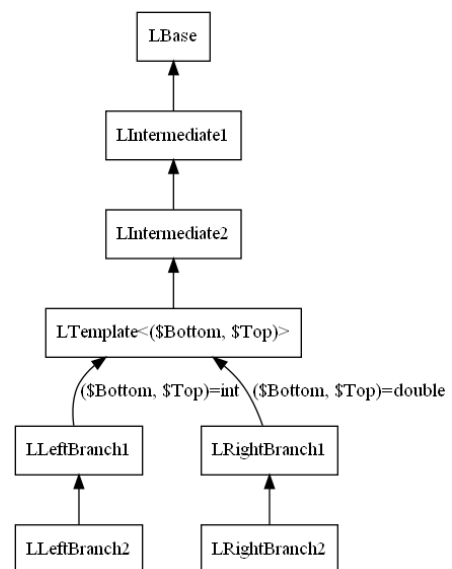


Рис. 3. Пример использования graphviz

Для целей прототипирования была использована библиотека graphviz, которая позволила визуализировать иерархию наследования (напр. см. рис. 3).

Рассмотрим фрагмент кода на питоне (рис. 4). Если сравнить с фрагментом формализованного алгоритма, то можно увидеть, что отличие состоит только в записи операций.

Таким образом, в настоящей статье рассмотрено использование прототипирования на языке Python в данной области, оно показало себя эффективным, так как программа на языке Python имеет полное соответствие с алгоритмом на псевдокоде, а также средствами Python можно реализовывать визуализацию для рассматриваемой предметной области, что необходимо для подготовки статей и изучения результатов.

```
...
if S |bel| ConstrainedType:
    return _unify(S.constraints |at| (constraints |con|
                                     [Eq(S.type, T)])) |adds| S.constraints
if T |bel| ConstrainedType:
    return _unify(T.constraints |at| (constraints |con|
                                     [Eq(S, T.type)])) |adds| T.constraints
if S == T:
    return _unify(constraints)
elif S |bel| Variable and T |bel| TypeVal and not S |in| T
      and T |lay| S |out| r_lay:
    subs = unify(r_lay)[1] + [S |rep| T]
    return _unify(subs |at| constraints) |adds| subs
elif S |bel| TypeVal and T |bel| Variable and not T |in| S
      and S |lay| T |out| r_lay:
    subs = unify(r_lay)[1] + [T |rep| S]
    return _unify(subs |at| constraints) |adds| subs
...
```

Рис. 4. Фрагмент расширенного алгоритма унификации на Python

Литература

1. Julia Belyakova, Stanislav Mikhalkovich. Pitfalls of C# Generics and Their Solution Using Concepts // Proceedings of the Institute for System Programming, ISSN 2220-6426 (Online). Москва, 2015, N 27(3); С. 29;45.
2. Бемякова Ю. В., Михалкович С. С. Концепт-параметры как механизм развития средств обобщённого программирования в языке C# / Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2015 2(11):205-213.
3. Jeremy G. Siek, A Language for generic programming, submitted to the faculty of the University Graduate School in partial fulfillment of there quirements for the

degree Doctor of Philosophy in the Department of Computer Science Indiana University August, 2005.

4. Bjarne Stroustrup, Gabriel Dos Reis. Concepts — design choices for template argument checking. Technical Report N1522=03-0105, ISO/IEC JTC1/SC22/WG21. C++ Standards Committee Papers, October 2003.
5. Jaakko Järvi, Jeremiah Willcock, Andrew Lumsdaine. Associated Types and Constraint Propagation for Mainstream Object-Oriented Generics. In OOPSLA '05 Proceedings of the 20th annual ACM SIGPLAN conference on Object-oriented programming, systems, languages, and applications, 40(10):1–19. ACM Press, October 2005.
6. Benjamin C. Pierce. Types and Programming Languages, 22 Type Reconstruction. The MIT Press, 2002.
7. Волошин Б. И., Михалкович С. С. Обобщение алгоритма унификации ограничений на подтипирование для вывода типов концептов / Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2021.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТРАНСФОРМАЦИИ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СТРУКТУРЫ СВЧ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П.
*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Таганрог*
E-mail: voloschenkoyup@sfedu.ru

При реализации образовательных программ подготовки бакалавров и магистров направлений 11.03.03, 11.04.03 – Конструирование и технология электронных средств, 11.03.04, 11.04.04 – Электроника и нанoeлектроника, и 13.03.02, 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника одними из наиболее сложных для восприятия студентами являются понимания и изучения электрических процессов в полупроводниковых компонентах, формирующих электронную цепь [1–2]. Множество взаимодействующих электронных эффектов и технических характеристик, описываемых комплексными нелинейными моделями, затрудняют формирование у студентов базовых представлений о конкретных физических процессах и конструкции устройств электроники и нанoeлектроники с точки зрения науки об электричестве. Внедрение в учебный процесс пакетов прикладных программ для решения задач инженерных вычислений, позволяющий наглядно представлять сложные зависимости с помощью разнообразного набора средств наглядной визуализации существенно упрощает задачу формирования требуемых профессиональных компетенций в рамках изучения курсов, связанных с анализом и разработкой современных микросхем микроволнового диапазона. Используя комплексные модели теории электронной волновой цепи [3] студенты имеют возможность рассчитать и исследовать амплитуды тока и напряжения для различных рабочих режимов двухпортовых четырехполюсных нелинейных элементов (НЭ), описывающих базовые компоненты интегральных схемы (ИС).

При проектировании взаимодействующих р-п или гетеропереходов микросхем СВЧ, выполненных из материалов с разной электропроводностью, отсутствует возможность применения диакоптики Крона и линейной теории многополюсников. Дело в том, что дискретные электронные приборы (ЭП) в них создают электродвижущие силы (ЭДС), когерентно функционирующие как единое целое. Они моделируются генераторами ограниченной мощности в разных точках электромагнитного (ЭМ) поля слоистой наноструктуры. С другой стороны, межэлектродные области ЭП образуют микроволновую цепь невзаимных четырехполюсников, объединенных гальванической и беспробудной связью. В этом случае модификацию то-

пологий совокупности зависимых ЭДС следует осуществлять методом неавтономных блоков, обеспечивающем сохранение её системных свойств. Однако для его реализации надо знать кластерные операторы каскадного множества одно и двухпортовых четырехполюсных НЭ, управляемых током и напряжением СВЧ.

В докладе приведена методика расчета вольтамперной характеристики (ВАХ) кластера, содержащего проводник питания и ЭП с электростатическим управлением. В рамках теории электронной волновой цепи (ЭВЦ) сформулирован алгоритм определения амплитуды сигнала на зажимах элементарного и составного проходного четырехполюсного НЭ. Проведена диагностика пути вынужденной циркуляции переменного тока в одномерной структуре СВЧ при частоте воздействия, определяемой задержкой сигнала в отдельной области пролета электронов. Реакция ЭП анализируется в монохроматическом приближении, соответствующем стационарному многомодовому режиму кластера. Аналитическое вычисление трансформации интенсивности воздействия ЭДС проводится методами эквивалентных синусоид и гармонической линеаризации для кубической аппроксимации колебательной характеристики ЭП, используемой в классической схеме генератора Ван дер Поля. Исследование направлено на оптимизацию условий квантования энергетического состояния в системах микроволновых транзисторов методом гармонического баланса и последующий спектральный анализ композиции ЭДС сигналов в них. Предлагаемая методика позволяет применить символический (комплексный) импедансный подход при детерминации электрического строения микросхем в ЭМ поле.

На рисунке изображена колебательная $I_1=f(U_1)$ характеристика или ВАХ по первым гармоникам переменного тока I_1 и напряжения U_1 в разных сечениях кластера. Она рассчитана с помощью программы Matlab при регулировке электрической длины θ металлического соединения и амплитуды U_1 воздействия, параметра нелинейности и нормированной малосигнальной проводимости g_{e0} металл-диэлектрик-полупроводниковых областей в волновом масштабе.

Трёхмерный график четырехполюсной модели слоистой одномерной структуры наглядно иллюстрирует одновременно её нелинейные и волновые свойства, варьируемые интенсивность сигналов и ЭДС питания [5]. Подобная графическая визуализация пространственных процессов демонстрирует динамику вариации положения «рабочей» точки на ВАХ кластера, определяющей перманентное изменение амплитудно-зависимых граничных условий в ИС СВЧ. Эти и другие характеристики и зависимости рассчитываются и анализируются студентами в ходе выполнения лабораторных и практических заданий при изучении теории электронной волновой цепи в рамках учебных занятий, направленных на формирование про-

фессиональных компетенций в области микро- и нанoeлектронных электроэнергетических систем любого исполнения и назначения.

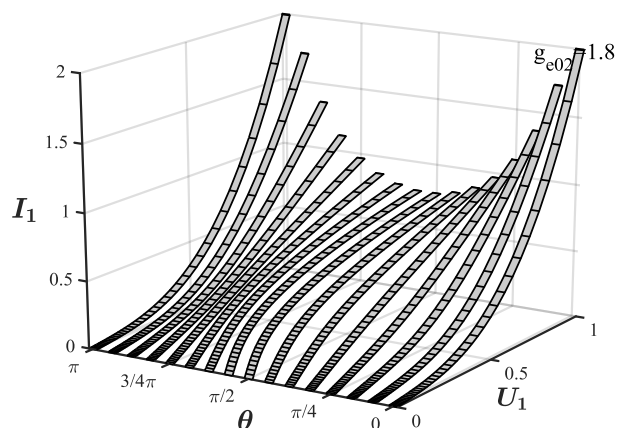


Рис. 1

Литература

1. Лебедев И. В. Техника и приборы СВЧ /Под ред. Н.Д.Девяткова. –М.: Высшая школа, 1970. – 440 с.
2. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Моделирование электронных компонентов интегральных схем методами теории электрических цепей: учебное пособие. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство ЮФУ, 2017. – 111 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=32068358>.
3. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Моделирование нелинейных электрических процессов в элементах электронной волновой цепи: учебное пособие. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство ЮФУ, 2018. – 116 с. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36762792>.
4. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Диагностика трансформации амплитуды сигнала в логическом элементе СВЧ // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития: материалы XXVIII научной конференции. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство ЮФУ, – 2021. С. 108–110. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46542506>.
5. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Анализ трансформирующих свойств СВЧ структуры композиционного материала когерентной электроники// Известия ЮФУ. Технические науки. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, № 9 (170), 2015. С. 39–49. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25360668>.

ИЗУЧЕНИЕ СИГНАЛА В СВЕРХСКОРОСТНОМ ЛОГИЧЕСКОМ ЭЛЕМЕНТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ

Волощенко П. Ю. Волощенко Ю. П.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Таганрог

E-mail: voloschenkoyp@sfedu.ru

Современные профессиональные стандарты, содержащие описание конкретных требований к работникам промышленности предполагают наличие у выпускников инженерных направлений образовательных программ высшей школы цифровых компетенций – наборов умений и знаний, необходимых для выполнения трудовых действий с использованием цифровых технологий. Помимо базовых и универсальных цифровых компетенций, предполагающих владение необходимыми умениями и знаниями при работе с персональной вычислительной техникой и стандартными (универсальными) текстовыми, табличными и графическими редакторами, средствами электронного документооборота, глобальными сетями, существуют компетенции, требуемые при работе с общетехническими прикладными компьютерными программами (средства автоматизации инженерных расчетов, конструкторские САПР, и другие). Такие программы обладают целым набором инструментов, позволяющих осуществить моделирование изучаемых процессов и визуализацию получаемых целевых функций, возможность исследовать допустимые область значений той или иной импедансной модели. В ходе практических и лабораторных занятий студенты изучают различные варианты описания нелинейных вольтамперных характеристик (ВАХ) аналоговых и цифровых микросхем, необходимых для проектирования электронной компонентной базы перспективных вычислительных систем.

При создании интегральных схем (ИС) для электронно-вычислительной техники используются модели, законы и зависимости, которые не учитывают энергетику коллективной работы электронных приборов в общем электромагнитном поле СВЧ [1, 2]. При проектировании систем биполярных и полевых транзисторов в расчеты не включается явление дифракции, обусловленное нелинейным суммированием волн тока и напряжения вдоль питающих проводников. Используемое описание арифметико-логических операций не отражает синхронность изменения энергии воздействий и реакций, инерционность перераспределения и затраты колебательной мощности на переключение стационарного состояния цифровых электронных компонентов. Такой подход не позволяет уже на протяжении многих лет найти пути решения главной проблемы сверхскорост-

ных ИС – повышенного нагрева и энергопотребления полупроводниковых электронных приборов. В данной работе предлагается первоначально найти положения «рабочих» точек на ВАХ электронных приборов при протекании гармонического конвекционного и наведенного тока внутри и снаружи электродинамической системы СВЧ. Тогда существующая геометрия соединений логических элементов рассматривается как исходная идентификация пути постоянного и переменного тока, текущего в электронной волновой цепи (ЭВЦ) [3, 4]. Упомянутая методика формализации направлений его циркуляции ориентирована на уточнение действительной амплитуды когерентных воздействий методом гармонической линеаризации при анализе совокупности транзисторов любого типа. Для достижения оптимального рабочего режима интегральной схемы необходима доработка существующей конструкции гальванических и беспроводных соединений в схеме при нелинейной композиции сигналов на основе законов Кирхгофа, описывающих алгебраическое суммирование воздействий зависимых источников. На следующем этапе предстоит аналитически проанализировать спектр электромагнитных колебаний ИС на тактовой частоте, соответствующей длительности переключения энергетического состояния соседних ЭП СВЧ. Визуализация данных расчета комплексных изображений огибающих «смешанных» волн тока I_x в разных сечениях металлических соединений в модели возбуждения ЭВЦ напряжением U_1 в виде интерактивного трехмерного графика показана на рис. 1. [5].

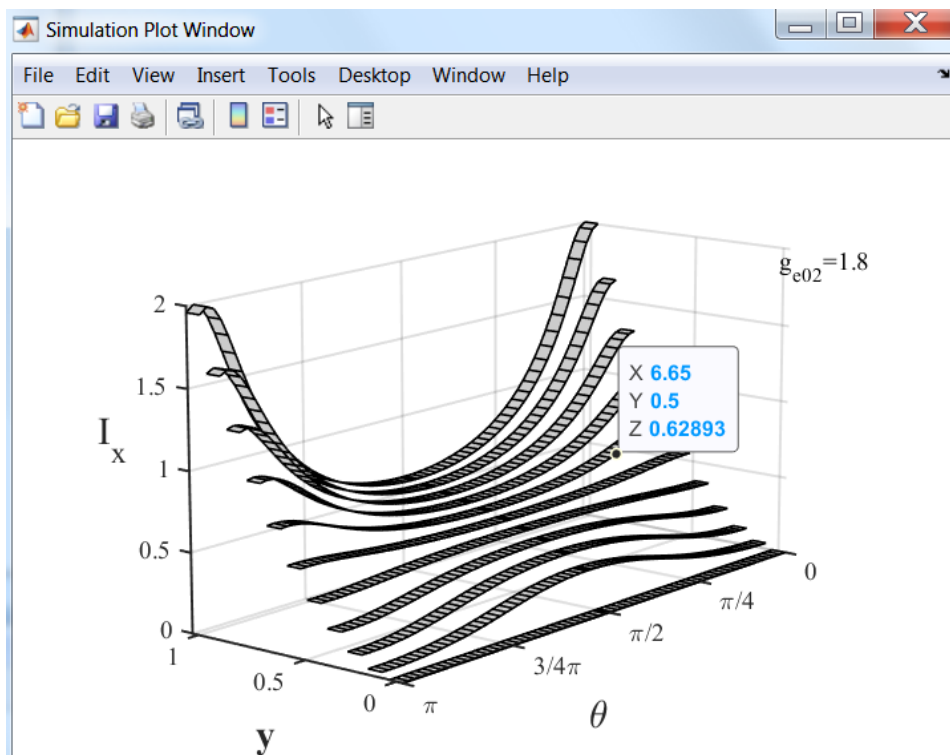


Рис. 1

График демонстрирует эффект мгновенного управления дифракцией электромагнитного поля, позволяющий реализовать перестройку нелинейного режима логического элемента в реальном масштабе времени. В результате проведенных исследований получается, что в совокупности точечных микроволновых электронных приборов следует рассматривать корреляцию инерционных электрических процессов как по фазе, так и амплитуде прямых и обратных воздействий. Практическая составляющая исследований заключается в возможности «полезное» использование (изучение) амплитудно-зависимого явления перераспределения объемной плотности колебательной энергии в микро- и нанотехнологиях изготовления систем транзисторов с точки зрения увеличения энергопрочности и срока службы сверхскоростных ИС. Подобное моделирование электронной компонентной базы реализуется студентами и магистратами с помощью пакета прикладных программ Matlab для решения инженерных задач на лабораторных и практических занятиях в ходе изучения курсов "Моделирование электрооборудования", "Физические основы технической электроники и наноэлектроники" и ряда других дисциплин на кафедрах "Радиотехнической электроники и наноэлектроники", "Электротехники и механотроники".

Литература

1. Ферри Д., Эйкерс Л., Гринч Э. Электроника ультрабольших интегральных схем. – М.: Мир, 1991 – 326 с.
2. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Теория энергетических процессов СВЧ в электронной волновой цепи: монография. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство ЮФУ, 2017. – 102 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=31888664>.
3. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Моделирование нелинейных электрических процессов в элементах электронной волновой цепи: учебное пособие. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство ЮФУ, 2018. – 116 с. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36762792>.
4. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Прогнозирование изменения фазы сигнала в вентиле гига- и терагерцового диапазонов // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития [Текст]: материалы XXVIII научной конференции. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство ЮФУ, – 2021. С 111–113. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46542270>.
5. Волощенко П. Ю., Волощенко Ю. П. Анализ трансформирующих свойств СВЧ структуры композиционного материала когерентной электроники// Известия ЮФУ. Технические науки. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, № 9 (170), 2015. С.39-49. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25360668>.

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ, ОРГАНИЗАЦИИ И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ТЕРМОМИГРАЦИИ ВКЛЮЧЕНИЙ В КРИСТАЛЛАХ И СИНТЕЗУ ТОНКИХ ПЛЕНОК

**Гармашов С. И., Терехин К. А., Константинова М. Г.,
Хатламаджиян Ю. Б., Макинян Н. В., Иришин А. Г.**
*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет,
г. Ростов-на-Дону*
E-mail: garmashov@sfnedu.ru

Современное научное исследование требует сочетания натурального и математического экспериментов, автоматизации контроля режимов проведения технологических операций, компьютеризации обработки экспериментальных данных, что немисливо без применения информационных технологий. В докладе представлен пакет программ, разработанных и используемых авторами при исследовании миграции жидких включений в неоднородно нагретых кристаллах [1–5] (далее – термомиграции) и при формировании тонких пленок в квазизамкнутом объеме.

Интерес к явлению термомиграции включений в кристалле возник в середине 20 века [1]. В настоящее время термомиграция является уникальным технологическим процессом локального легирования полупроводниковых материалов и создания разнообразных полупроводниковых приборов: тиристоров, солнечных элементов, датчиков излучений, разделительных решеток и др. [2, 3]. Кроме того, это явление часто используется как метод исследования кинетики процессов кристаллизации и растворения, анизотропии межфазной энергии и ряда других важных параметров [4, 5]. Правильное понимание механизма движения включений, их морфологии в разных тепловых режимах открывает новые возможности этого явления. Поэтому остается актуальным совершенствование математической модели термомиграции. В общем случае, для моделирования этого процесса требуется численное решение трехмерных нестационарных нелинейных уравнений тепло- и массопереноса в области с подвижными границами. Это слишком трудоемкая задача и, как правило, при ее решении используются некоторые упрощающие допущения.

Для подтверждения корректности результатов моделирования, как известно, требуется их сравнение с экспериментальными данными. Однако проведение экспериментов по термомиграции включений в полупроводниковых кристаллах осложняется относительно высокими температурами (порядка и более 1000 К), использованием вакуумных установок, трудностями измерения температуры и градиента температуры в кристалле. Более

предпочтительно в качестве модельной системы для натуральных экспериментов использовать включения водных растворов в ионных кристаллах (типа KBr, KCl, NaCl и др.). В этом случае процесс термомиграции проводится при температурах, близких к комнатным ($< 70^\circ \text{C}$) и не требует вакуумирования. Однако основное достоинство такого варианта термомиграции заключается в том, что упомянутые выше кристаллы прозрачны в видимой области спектра, а, следовательно, имеется возможность наблюдения за миграцией массива включений разного размера и эволюцией их форм в режиме *in situ* с помощью, например, цифрового микроскопа. Именно такого рода кристаллы были выбраны для исследования явления термомиграции включений как в натурном эксперименте, так и путем моделирования.

Одна из задач, связанная с моделированием термомиграции, касается проблемы установления формы включений во время и по окончании их миграции. Чтобы объяснить некоторые особенности таких переходных процессов, наблюдаемых в режиме реального времени в прозрачных кристаллах, возникла потребность в разработке программы, моделирующей преобразование формы сечений цилиндрических включений при наложении и снятии градиента температуры. Интерфейс этой программы, разработанной при активном участии студентки 4-го курса Константиновой Марии, представлен на рис. 1.

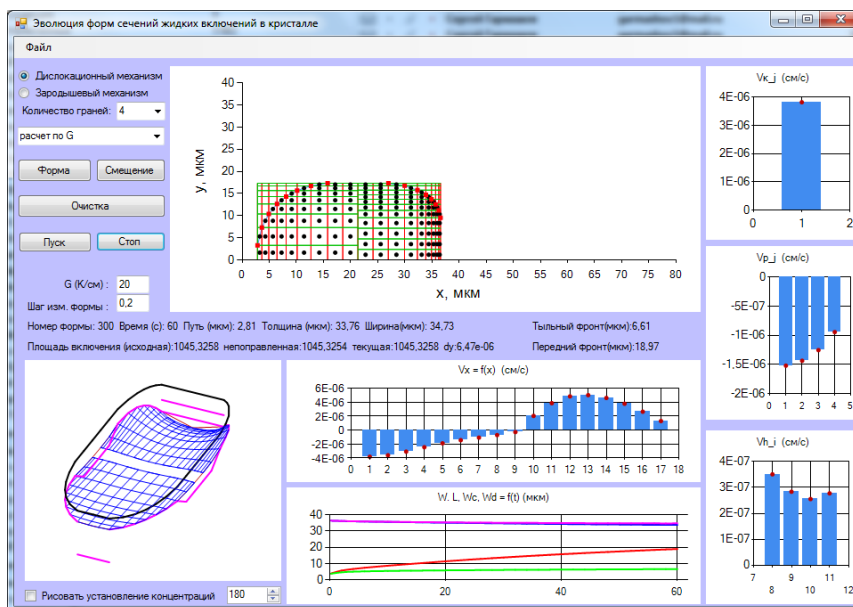


Рис. 1. Интерфейс программы для моделирования эволюции форм сечений жидких цилиндрических включений в кристалле

Как известно [4], небольшие колебания температуры, могут оказывать заметное влияние на скорость и форму мигрирующих включений, что

можно использовать как способ ускорения миграции включений микронных размеров и управления формой перекристаллизованной области кристалла. Для того чтобы глубже понять механизм и возможности воздействия колебаний температуры на процесс термомиграции и форму включений представлялось интересным подобрать такие нестационарные условия эксперимента, при которых можно было в режиме реального времени наблюдать эволюцию форм и скоростей массива включений разного размера. С этой целью была разработана программа, моделирующая изменение формы сечения включения при разной амплитуде и частоте колебаний температуры с учетом степени затрудненности межфазных процессов. Интерфейс этой программы, созданной при активном участии студента 4-го курса Терехина Кирилла, представлен на рис. 2.

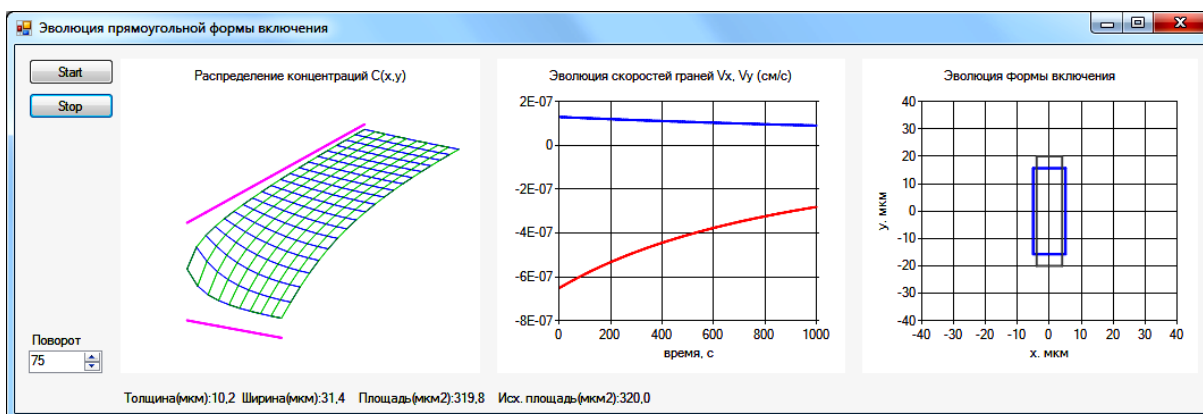
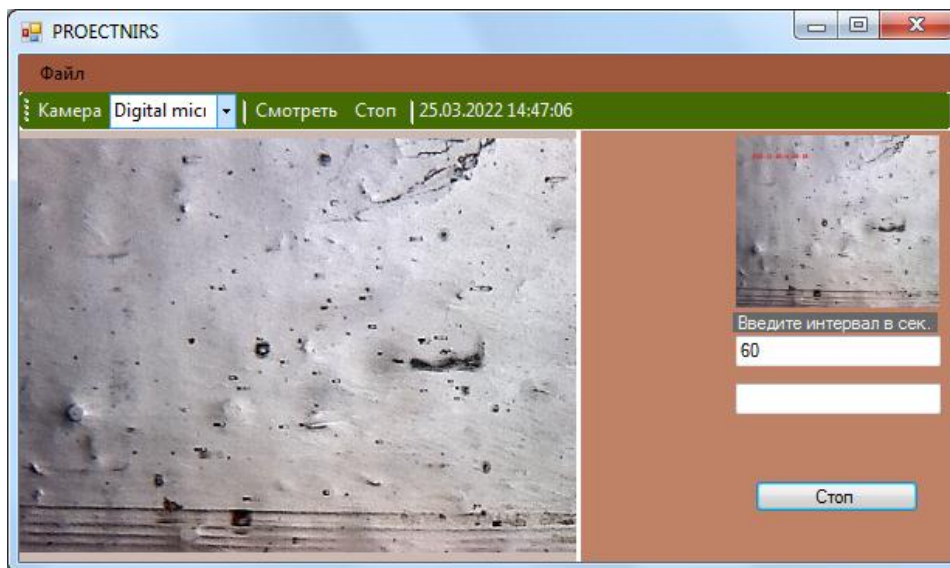


Рис. 2. Интерфейс программы для моделирования эволюции форм сечений жидких цилиндрических включений в кристалле в нестационарных тепловых условиях

При теоретическом описании процесса миграции дискретных включений (т. е. в виде цилиндров или капель) следует учитывать капиллярные эффекты, т. е. зависимость растворимости кристалла от геометрии межфазной границы (ее кривизны и размера граней), что заметно усложняет модель, а получение аналитических выражений для скорости термомиграции оказывается возможным лишь в некоторых частных случаях. Однако как аналитические соотношения, так и численные расчеты скорости нуждаются в экспериментальной проверке. Возможность наблюдения процесса миграции массива включений разных размеров в прозрачном кристалле дает обширный экспериментальный материал для сопоставления с теоретическими результатами. С другой стороны, обрабатывать большой объем форм включений довольно сложно. В связи с этим Иришиным Андреем была разработана программа (рис. 3, а) для ведения покадровой съемки цифровым микроскопом достаточно длительного процесса термомиграции.

Последующая обработка полученных изображений путем наложения их друг на друга с помощью специально разработанной программы (автор Гармашов С. И., рис. 3, б) позволила достаточно быстро определять размеры включений и скорость их движения, отображать измеренные данные в графическом виде.



а



б

Рис. 3. Интерфейсы программ для видеосъемки процесса термомиграции включений в прозрачных кристаллах (а) и обработки полученных цифровых фотографий (б)

Геометрия формы мигрирующего включения несет в себе информацию об анизотропии межфазной энергии и затрудненности межфазных

процессов. Эта информация может быть извлечена путем анализа экспериментальных данных о форме включений на основе теоретических моделей. Однако зачастую в этих моделях делается упрощающее допущение об однородности градиента температуры в области включения, что, вообще говоря, не всегда соответствует действительности. Насколько справедливо такое допущение и насколько будут велики ошибки обработки экспериментальных данных, если принять такое допущение, можно выяснить путем совместного решения уравнений тепло- и массопереноса в двумерной (как минимум) области с подвижными границами. Компьютерная программа (рис. 4) для решения этой задачи была разработана при активном участии студента 4-го курса Хатламаджияна Юрия, которому потребовалось сопрягать свою часть программы, моделирующей двумерный теплоперенос, с программой Константиновой Марии о моделировании двумерного массопереноса в области с подвижными границами.

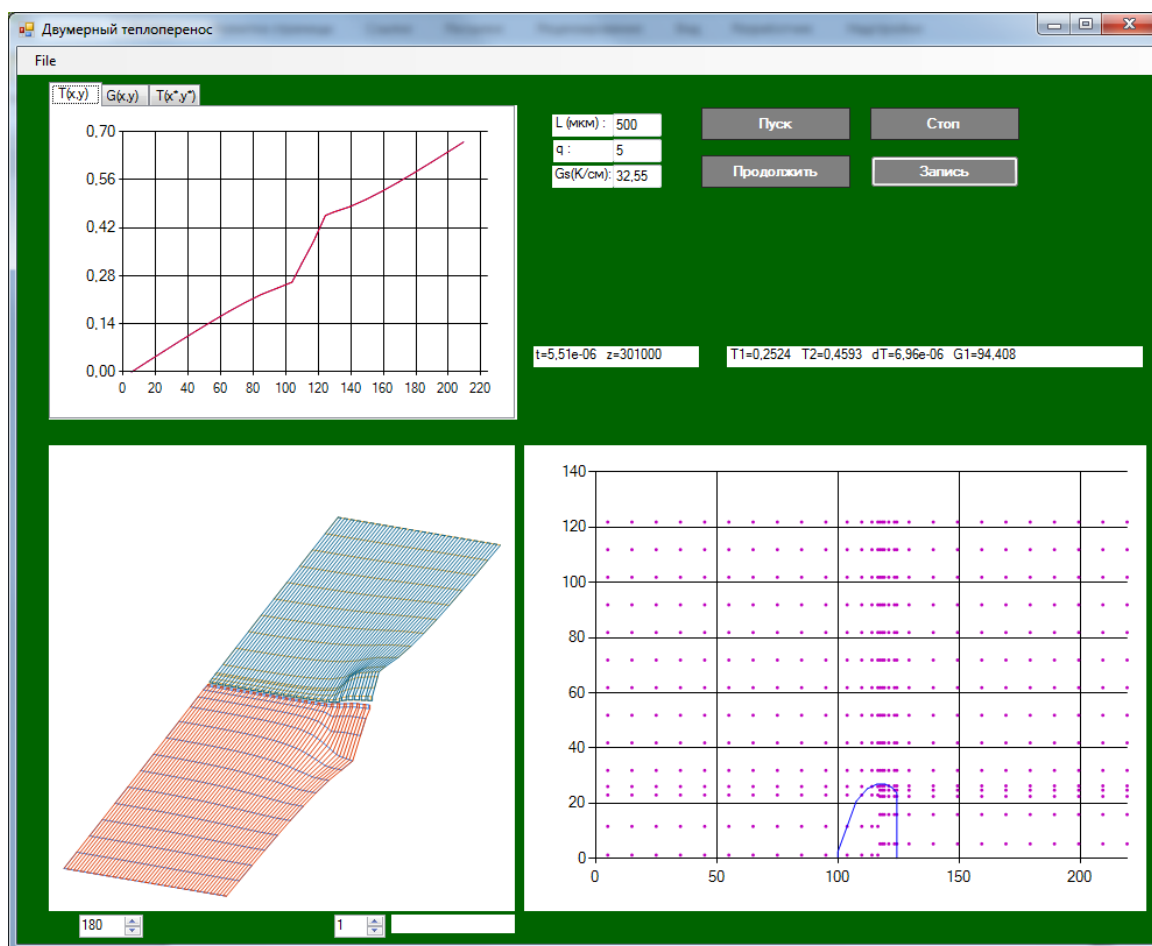


Рис. 4. Интерфейс программы для моделирования двумерного теплопереноса в жидких включениях при их миграции в кристалле

Другим видом экспериментов, результативность которых повышается благодаря применению информационных технологий, является получение пленок разлагающихся соединений. Дело в том, что при синтезе таких пленок оказывается важным одновременный контроль напряжения на резистивном нагревателе, температуры испаряемого вещества, температуры подложки и состояния конденсата на последней. Использование видеосъемки цифровой камерой в вакууме в сочетании с измерением упомянутых параметров режима с помощью программно-аппаратного комплекса, разработанного Терехиным Кириллом и Макиньяном Норайром, позволила подобрать необходимые условия для получения пленок сульфидида сурьмы (SbSI), широко используемого в качестве датчика газов, влажности, излучений, вибраций [6, 7]. Интерфейс программной части измерительного комплекса приведен на рис. 5. Следует заметить, что этот комплекс применяется также для контроля температурного режима нестационарной термомиграции.

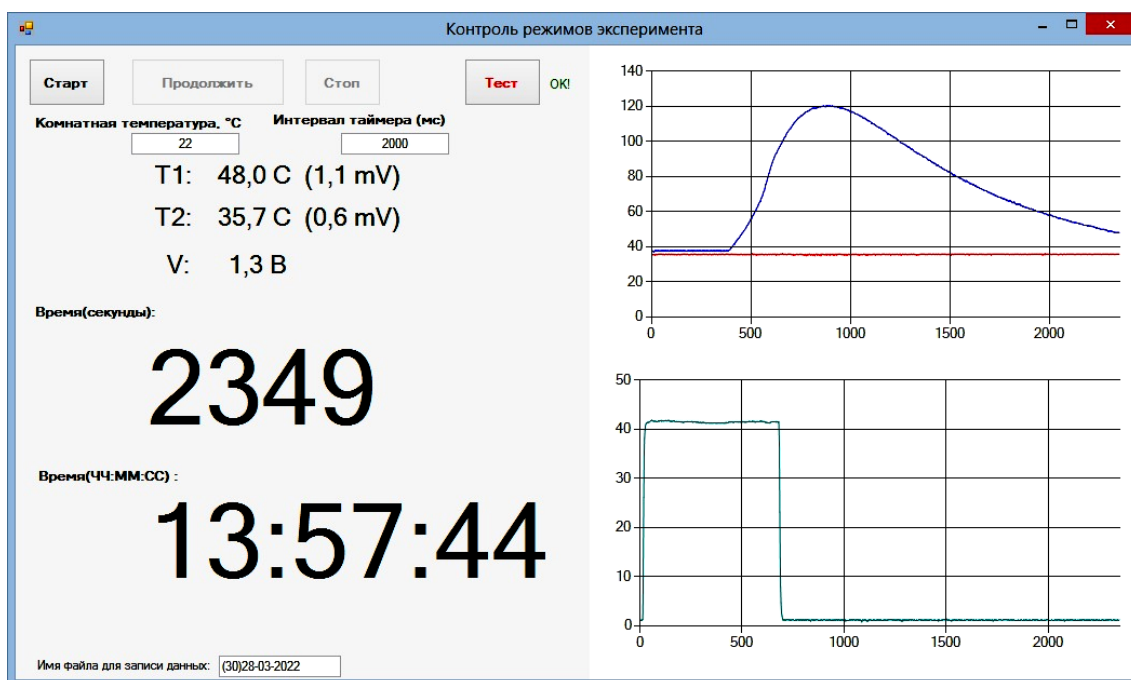


Рис. 5. Интерфейс программы для автоматизации контроля режимов экспериментов по синтезу пленок разлагающихся соединений

Описанные выше программы активно используются при проведении научных исследований в лаборатории по исследованию физики процессов кристаллизации физического факультета ЮФУ, являются частью выпускных работ студентов-соавторов доклада и находятся в постоянном совершенствовании. В докладе будут представлены и обсуждены научные результаты, полученные с помощью разработанных программ.

Литература

1. Леммлейн, Г. Г. Перемещение жидкого включения в кристалле в направлении к источнику тепла [Текст] / Г. Г. Леммлейн // Докл. АН СССР. – 1952. – Т. 85. – № 2. – С. 325–328.
2. Pfann, W. G. Temperature gradient zone melting [Text]/ W. G. Pfann // Journal of Metals. – 1955. – V. 7, Iss. TP 4021E. – P. 961–964.
3. Лозовский, В. Н. Зонная перекристаллизация градиентом температуры полупроводниковых материалов [Текст] / В. Н. Лозовский, Л. С. Лунин, В. П. Попов. – М.: Металлургия, 1987. – 232 с.
4. 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.
5. 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.
6. Mistewicz K. SbSI Nanosensors: from Gel to Single Nanowire Devices [Text]/ K. Mistewicz , M. Nowak, R. Paszkiewicz, et al. // Nanoscale Res. Lett. – 2017. – V. 12. – P. 97.
7. Toron B. SbSI composites based on epoxy resin and cellulose for energy harvesting and sensors - the influence of SbSI nanowires conglomeration on piezoelectric properties [Text] / B. Toron, P. Szperlich, M. Koziol // Materials. – 2020. – V. 13. – P. 902.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ БОЛЬШОГО ОБЪЁМА ПЛОХО СТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ, НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА "АТЛАС НКО"

Гуфан К. Ю., Борус А. И.

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

E-mail: gufan@sfedu.ru, borus@sfedu.ru

На данный момент некоммерческий сектор экономики является слабо структурированным и изолированным от общества, что значительным образом замедляет его развитие. Этому способствуют следующие проблемы:

- разрозненность источников информации о некоммерческих организациях (НКО);
- большой объем и сложность обработки информации;
- финансовые барьеры для получения достоверной информации.

Все это влечет значительные сложности в принятии управленческих решений о финансировании, взаимодействии и вовлечении НКО в социальные преобразования из-за отсутствия достоверных и оперативных данных для оценки их благонадежности, а также большое количество случаев мошенничества в сфере благотворительной деятельности и т. п.

Оптимальным решением данных проблем является исследование доступных наборов открытых данных о СО НКО с последующим их объединением в единую базу, доступную в открытом доступе. Таким образом, как государство, так и сами НКО, смогут проводить необходимую аналитику по структуре сектора, а также формировать конкретные выводы об эффективности деятельности СО НКО, что станет мощным толчком для развития.

В рамках исследовательской работы были поставлены и выполнены следующие задачи:

- исследование наборов открытых данных о СО НКО, разработка алгоритмов и способов их сбора и обработки;
- разработка специальной программной системы учёта деятельности НКО;
- создать эталонный реестр социально-ориентированных некоммерческих организаций (СО НКО).

Исследование наборов данных и разработка алгоритмов позволили оценить общее количество некоммерческих организаций в федеральных округах и их регионах, выявить действующие на данный момент НКО, получить реквизиты некоммерческих организаций, сведения об их руководстве и учредителях, полученных грантах и субсидиях, оценить количество

организаций по видам их деятельности, как согласно организационно-правовой форме Минюста РФ, так и по видам экономической деятельности, а также информацию о социальных медиаресурсах организации. Помимо этого, была собрана бухгалтерская отчетность приблизительно для половины организаций, что позволяет оценить эффективность использования финансовых ресурсов НКО.

Программная система учёта деятельности некоммерческих организаций предназначена для систематического выполнения алгоритмов сбора и обработки данных о деятельности СО НКО (рисунок 1), помощи в построении аналитических выводов о деятельности некоммерческих организаций и формирования в будущем рейтинга организаций некоммерческого сектора.

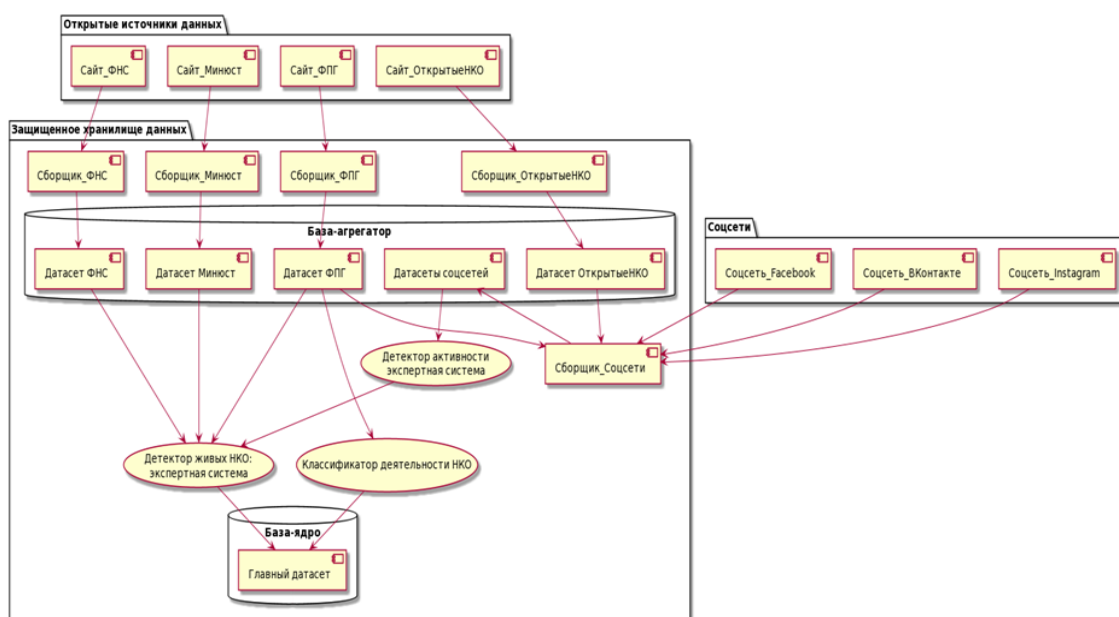


Рис. 1. Схема программной системы учёта деятельности некоммерческих организаций

Подсистема сбора была реализована с использованием высокоуровневого языка программирования Python, имеющего множество библиотек сбора, обработки и анализа данных с веб-сайтов, а также библиотеки Selenium, позволяющей имитировать действия пользователя на сайте. Получение данных осуществляется с ресурсов: "unro.minjust.ru", "rosstat.gov.ru", "nko.economy.gov.ru" и аналогичных, содержащих необходимую для работы информацию. Получение данных из открытых источников в сети Интернет производится автоматически с заданной периодичностью. Для полученных данных выполняется предобработка, после чего они сохраняются в формате JSON. Хранение данных осуществляется в файловой системе и подсистеме, реализованной на технологии ElasticStacks, благодаря чему можно надежно и безопасно сохранять данные из любого источника, а затем проводить поиск, анализ и визуализацию в режиме реаль-

ного времени. Подсистема обработки и верификации также была реализована с использованием языка Python, что обусловлено его популярностью и удобством в работе с большими объемами данных.

В результате проделанной работы сформирован эталонный реестр социально-ориентированных некоммерческих организаций (СО НКО). Он включает в себя 455566 организаций, среди которых 199575 организаций на данный момент продолжают свою деятельность. Полученный реестр позволяет провести полноценный анализ деятельности организаций, например, для периода с 2002 года по 2021 год, составить график динамики открытия и закрытия (рисунок 2).

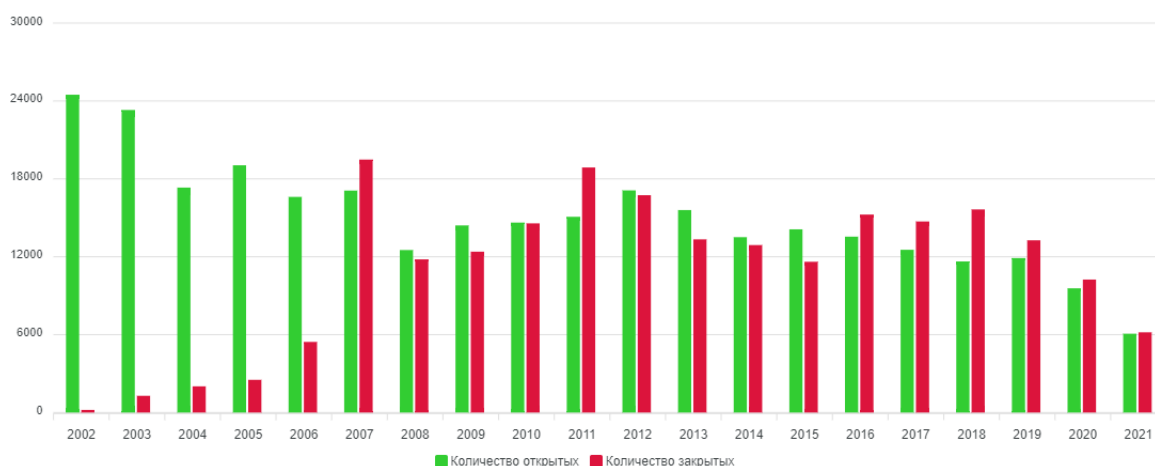


Рис. 2. Динамика открытия и закрытия НКО с 2002 г. по 2021 г.

За данный период средний ежегодный прирост НКО составляет около 15000 организаций, при среднем ежегодном закрытии около 12000. Наибольшая часть организаций связана со сферой социального обслуживания, поддержки и защиты граждан, а наименьшая с поддержкой проектов в области культуры и искусства.

В дальнейшем полученные результаты будут дополняться, в соответствии с обновлениями в источниках информации, а также будут использоваться для разработки цифровой платформы "Атлас НКО", которая будет содержать исчерпывающую, открытую информацию о деятельности всех СО НКО России.

Литература

1. Python Web Scraping – Краткое руководство. (2018). Получено 20.10.2021 г., из CoderLessons.com.

2. Главная – Система поддержки СО НКО. (б.д.). Получено 12.10.2021 г., из Система поддержки социально ориентированных некоммерческих организаций: <http://nko.economy.gov.ru/>
3. Митчелл, Р. (2016). Скрапинг веб-сайтов с помощью Python (изд. 1-е). Москва: ДМК Пресс.
4. Открытые данные. (б.д.). Получено 19.10.2021 г., из Система раскрытия информации о некоммерческих организациях: <https://openngo.ru/opendata/>.
5. Открытые данные. (б.д.). Получено из Федеральная служба государственной статистики: [https://rosstat.gov.ru/opendata?division=&tag=&updated_from=&u](https://rosstat.gov.ru/opendata?division=&tag=&updated_from=&updated_to=&search=%D0%B1%D1%83%D1%85%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F&search_by_name=on&sort=asc&per_paghttps://rosstat.gov.ru/opendata?division=&tag=&updated_from=&u)
6. Портал государственных услуг. (б.д.). Получено 04.09.2021 г., из Министерство юстиции Российской Федерации: <http://unro.minjust.ru/NKOs.aspx>.
7. Предоставление данных бухгалтерской отчетности по запросам пользователей – Система исполнения услуг и межведомственного взаимодействия. (б.д.). Получено 04.11.2021 г., из Предоставление данных бухгалтерской отчетности по запросам пользователей: https://www.gks.ru/accounting_report.
8. Предоставление сведений из ЕГРЮЛ/ЕГРИП в электронном виде. (б.д.). Получено 18.09.2021 г., из Федеральная Налоговая Служба: <https://egrul.nalog.ru/index.html>
9. Проекты. (б.д.). Получено 16.09.2021 г., из Фонд президентских грантов: <https://президентскиегранты.рф/public/application/cards>
10. Ресурс БФО. (б.д.). Получено 05.10.2021 г., из Государственный Информационный Ресурс Бухгалтерской (Финансовой) Отчетности: <https://bo.nalog.ru>.
11. Сёмин, П. О. (сентябрь 2020 г.). Big Data и интеллектуальная собственность: системное исследование скрейпинга в рамках общей методологии интернет-права. (Е. А. Ястребова, & В. А. Корнеев, Ред.) Журнал Суда по интеллектуальным правам (№ 3 (29)), с. 60–76..

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ В МОДИФИЦИРОВАННОЙ ЗАДАЧЕ МАРКОВИТЦА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ

Данилова Н. В., Житников Д. И.

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

E-mail: nvdanilova@sfedu.ru, zhitnikov@sfedu.ru

Аннотация

Рассматривается проблема нахождения оптимального портфеля. Решению данной проблемы в различных её постановках посвящено много статей, что говорит об её актуальности. Для решения задачи производится разбиение выборки случайных доходностей активов на кластеры с последующим построением эллипсоида в каждом кластере. В качестве алгоритма кластеризации используется дихотомический метод максимального правдоподобия. Для построения эллипсоида используются выборочный средний вектор и выборочная ковариационная матрица; радиус рассчитывается исходя из предположения, что элементы выборки имеют нормальный закон распределения. Приводится пример расчёта оптимального портфеля, использующий реальные значения векторов возврата. При этом часть выборки используется для нахождения выборочных средних и выборочных ковариационных матриц кластеров, оставшаяся часть выборки используется для верификации портфеля.

Введение

Проблема нахождения оптимального портфеля является актуальной, начиная с публикации в 1952 году работы Марковитца [1] и до настоящего времени. Задача заключается в выборе оптимального вектора (портфеля)

$$x = (x_i)_{i=1}^n, \sum_{i=1}^n x_i = 1, i = 1, \dots, n.$$

Возврат портфеля x вычисляется как среднее $E(R, x) = (\bar{R}, x)$, R – вектор случайных возвратов активов, входящих в портфель, $\bar{R} = ER$, риск это дисперсия: $D(R, x) = (Cx, x)$, C – ковариационная матрица: $C = ERR^T - \bar{R}\bar{R}^T$. Здесь (\cdot, \cdot) – скалярное произведение. Портфель следует выбирать таким образом, чтобы возврат был как можно больше, а риск как можно меньше. По своей структуре задача об оптимальном портфеле относится к задачам с векторным критерием. Под решением задачи с векторным критерием обычно понимается множество не улучшаемых стратегий – множество Парето. Один из вариантов вычисления Парето-оптимальных портфелей заключается в скаляризации векторного критерия:

$$\max \left[(\bar{R}, x) - \lambda \sqrt{(Cx, x)} \right], \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1.$$

В целевую функцию входит параметр λ с заранее определенным множеством значений. Проблема заключается в том, что вероятностная мера P , по которой вычисляются среднее значение и дисперсия – неизвестна. Вместо неизвестной меры мы можем использовать обучающую выборку $V = \langle R_1, R_2, \dots, R_N \rangle$, на основе которой можно сформировать представление о вероятностной мере. Для эмпирической меры \bar{R} – выборочное среднее, C – выборочная ковариационная матрица. Подстановка \bar{R} и C в (1) позволяет найти решение, зависящее от выборки. Это решение не является устойчивым по отношению к изменению выборки.

Один из способов получения устойчивого решающего правила – это найти множество возможных значений выборочных средних $\langle \bar{R}_1, \dots, \bar{R}_K \rangle$ и соответствующее множество значений выборочных ковариационных матриц $\langle C_1, \dots, C_K \rangle$. Основная идея заключается в том, что несколько наборов средних и ковариационных матриц будут характеризовать выборку лучше, чем один набор. Задача (1) трансформируется в задачу

$$\max_x \min_i \left[(x, \bar{R}_i) - \lambda \sqrt{(C_i x, x)} \right], \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1.$$

Для получения множества значений выборочных средних и множества значений выборочных ковариационных матриц предлагается разбиение выборки на кластеры. В качестве алгоритма разбиения выборки на два кластера предлагается алгоритм максимального правдоподобия [2], в качестве разбиения выборки на K кластеров предлагается дихотомический алгоритм [3].

Также в данной статье предлагается рассмотреть следующую постановку задачи об оптимальном портфеле:

$$\max_x \min_i \min_{R \in EL_i} (x, R), \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1,$$

$$EL_i = \{R : (M_i^{-1}(R - m_i), (R - m_i)) \leq r_i\}.$$

При этом предполагается, что $P(R \in EL_i) \geq \eta$. В задаче (3) EL_i – эллипсоид, M_i – симметричная матрица. Смысл задачи заключается в том,

чтобы получить портфель с гарантированной доходностью при заданной доверительной вероятности.

Рассмотрим внутреннюю задачу:

$$\min_{R \in EL_i} [(x, R)]. \quad (4)$$

Функция Лагранжа для задачи (4) имеет вид: $L(R, \lambda) = (x, R) + \lambda(M_i^{-1}(R - m_i), R - m_i)$. Рассмотрим условие оптимальности

и условие дополняющей нежесткости:
$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial R} = x + 2\lambda M_i^{-1}(R - m_i) = 0 \\ \lambda((M_i^{-1}(R - m_i), R - m_i) - r_i) = 0 \end{cases}$$

Отсюда с помощью метода проекции субградиента, получим, что задача заключается в вычислении $\max_x \min_i ((x, m_i) - \sqrt{r_i(x, M_i x)})$ при ограничении $(I, x) = 1$. Здесь использованы обозначения $M_i = C_i, m_i = \bar{R}_i$, значение r_i находится исходя из равенства $\chi^2(n, r_i) = \eta$.

Экспериментальная часть

Целью является сравнение портфеля Марковитца с новым методом вычисления оптимального портфеля при различном числе кластеров и различных коэффициентах λ в задаче (2). Для расчётов используется выборка доходностей ПАО «АЛРОСА», ПАО «Русолово» и ПАО «ИСКЧ» за период с 27.06.2014 по 19.03.2021 г.

В таблицах отражена зависимость возврата оптимального портфеля от параметров модели и от числа кластеров (эллипсоидов).

Первая таблица посвящена методу Марковитца.

Таблица 1. Зависимость выборочного среднего доходности, выборочной дисперсии доходности и минимальной доходности от количества кластеров (K).

	Значения x_1, x_2, x_3	Средняя до- ходность	Риск	Минимальная доходность	λ
$K = 1$	-1,1,1	0.982	0.042	0.327	0
	0.481,0.094,0.425	0.999	0.009	0.700	0.5
	0.526,0.092,0.382	0.999	0.008	0.730	1
$K = 2$	0.007,-0.007,1	0.996	0.011	0.309	0
	0.154,0.212,0.635	0.995	0.008	0.561	0.5
	0.208,0.263,0.529	0.995	0.006	0.633	1

$K = 3$	0.007,-0.007,1	0.996	0.008	0.309	0
	0.698,1,-0.698	0.994	0.005	0.476	0.5
	0.517,1,-0.517	0.993	0.002	0.553	1
$K = 4$	0.007,-0.007,1	0.996	0.007	0.309	0
	0.645,-0.645,1	1.005	0.003	0.298	0.5
	0.517,1,-0.517	0.993	0.002	0.553	1
	0.517,1,-0.517	0.993	0.002	0.553	1

Во втором столбце приведены оптимальные портфели. Содержание столбца демонстрирует изменчивость портфелей в зависимости от условий их формирования. Средняя доходность ниже единицы, за исключением средней доходности, полученной для четырех кластеров и $\lambda = 0.5$. Столбец, посвященный риску, демонстрирует естественное снижение риска с ростом λ для разных кластерных структур. Такую же естественную тенденцию демонстрирует столбец с минимальной доходностью, а именно, минимальная доходность увеличивается с увеличением λ для разного числа кластеров.

Вторая таблица посвящена предлагаемому методу.

Таблица 2. Выборочное среднее значение доходности, выборочная дисперсия доходности, и минимальное значение доходности оптимального портфеля в зависимости от количества эллипсоидов (кластеров), построенных в предположении, что элементы выборки имеют нормальный закон распределения, доверительная вероятность $\eta = 0.95$

	Значения x_1, x_2, x_3	Средняя до- ходность	Риск	Минимальная доходность
$K = 1$	0.555,0.092,0.354	0.999	0.008	0.749
$K = 2$	0.275,0.256,0.469	0.996	0.011	0.674
$K = 3$	0.821, -0.085,0.264	1.002	0.005	0.807
$K = 4$	1,0.048, -0.048	1.003	0.000	0.903

Из таблицы 2 видно, что при $K = 3$ и $K = 4$ средняя доходность больше 1 и равна 1.002 и 1.003 соответственно. То есть, в этом случае произойдет получение прибыли в размере $0.002X_0$ и $0.003X_0$, где X_0 – начальный капитал инвестора. Особенно интересна последняя строка таблицы – средняя доходность больше единицы, средний риск близок к нулю и минимальная доходность близка к единице.

Результаты демонстрируют очевидное преимущество нового метода в сравнении с методом, изложенным в [4]. Однако, для формирования окончательного вывода требуется больше экспериментов.

Литература

1. Markowitz H. (1952). Portfolio selection. J. Financ. vol. 7. no 1. pp. 77–91.
2. Шлезингер М., Главач В. (2004). Десять лекций по структурному и статистическому распознаванию образов. Наукова думка. 546 с.
3. Rokach, Lior, Oded Maimon. (2005). Clustering methods. Data mining and knowledge discovery handbook. Springer US. pp. 321–352.
4. Белявский Г. И., Данилова Н. В., Логунов А. Д. (2020) Обучение без учителя и робастная оптимизация в задаче о портфеле. Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. № 4. сс.4–9.

ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ В БАКАЛАВРИАТЕ И МАГИСТРАТУРЕ ФИИТ

Демяненко Я. М.

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

Направление подготовки «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (ранее называвшееся «Информационные технологии») существует в Институте математики, механики и компьютерных наук с 2005 года, а в 2011 учебном году состоялся первый выпуск магистров по этому направлению. И проектная деятельность является обязательной составной частью программы как бакалавриата, так и магистратуры. При этом у студентов бакалавриата и магистратуры различный уровень знаний и навыков, в магистратуре у подавляющего большинства есть опыт работы, в то время как на первом и втором курсе бакалавриата такого опыта практически нет.

В 2017–2018 учебном году для студентов первого и второго курса бакалавриата ФИИТ впервые были проведены мероприятия в рамках проектной деятельности по специальной программе. Был опробован ряд новшеств: только командная работа; смешанные группы, состоящие из студентов первого и второго курса); длительность выполнения проекта (весь учебный год); разделение на этапы с промежуточной отчетностью; ответственность команд.

За пять лет мы накопили определенный опыт проведения проектной деятельности с бакалаврами. Что появилось нового? Во-первых, существенно расширилось жюри, теперь в него входит порядка двадцати человек, из них всего лишь два преподавателя. Остальные — студенты магистратуры ФИИТ и студенты третьего и четвертого курсов бакалавриата ФИИТ, которые уже прошли школу проектной деятельности. Это позволило нам вот уже в течение трех лет достаточно подробно и качественно проверять представляемые к защите проекты. Причем мы пришли к тому, что мы проводим предзащиту проектов примерно за месяц до защиты, что позволяет студентам учесть замечания проверяющих и заметно улучшить свои проекты. Кроме того, в течение учебного года студенты могут обращаться к старшекурсникам за помощью (предоставляем списки тех, кто соглашается консультировать). Перед финальной защитой команды выкладывают готовые проекты в открытый доступ для предварительно тестирования всеми желающими.

Во-вторых, особое место занимает выбор темы проекта. Каждая команда должна самостоятельно определиться с темой проекта. Теперь это могут быть либо темы, предложенные внешним заказчиком, которые приходят к нам с предложениями, либо тема, выбранная по собственной инициативе. В последнем случае особенно тщательно приходится готовить защиту темы. В качестве одного из удачных примеров проектов, выполненных для внешнего заказчика, можно привести подготовленный в рамках проектной деятельности Сборник первокурсника ЮФУ (доступен как веб-приложение, так и как мобильное приложение на разных платформах). Он подготовлен по заказу объединенного совета обучающихся.

Проектная деятельность магистрантов проходит на первом году обучения. С 2020 года с открытием магистерской программы «Разработка мобильных приложений и компьютерных игр» изменения произошли и в этой проектной деятельности. В чем же основное отличие проектной деятельности магистрантов от студентов бакалавриата? Во-первых, уровнем выполнения работ. Это явно более сложные работы. Хотя младшекурсники тоже выполняют интересные завершённые проекты. Во-вторых, направленностью работ. В большинстве своем они связаны с направлением, заявленным в названии программы. В-третьих, темы обычно предлагают индустриальные партнеры, которые затем и курируют в течение учебного года выполнение проекта, и дают фидбек. А затем участвуют в обсуждении и оценивании проектов на их защитах. По результатам проектной деятельности студенты получают предложения на практику, стажировку и затем на работу.

Таким образом, проектная деятельность на первом и втором курсах бакалавриата готовит студентов к работе в командах, развивает их инициативу и творческий подход к выбору и решению задач. Кроме того, развивает навыки выступлений и представления результатов своей работы. Старшекурсники передают им свои знания и опыт.

А проектная деятельность в магистратуре позволяет студентам находить своего работодателя, понимать специфику работы с реальными задачами и реальным заказчиком.

ИГРОВАЯ АДАПТАЦИЯ ШЛИХОВОГО АНАЛИЗА

Демяненко Я. М., Агарков Ю. В., Сергеев Н. А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: demyanam@gmail.com, yagarkov2011@yandex.ru,

niksergeev@sfedu.ru

Разрабатываемая игровая адаптация шлихового анализа является представителем ряда программ, призванных увеличить заинтересованность будущих студентов в геологии и том, что с ней связано. Благодаря ей пользователи могут знакомиться с одним из базовых методов анализа в геологии и, возможно, заинтересуются ей.

Игровая адаптация позволяет пользователю почувствовать себя абстрактным геологом, который при помощи некоторого количества оборудования и шлихового анализа должен найти месторождения ценных ископаемых. Для выполнения этой задачи пользователь может путешествовать по локациям некоторого количества рек (на данный момент созданных искусственно) и при помощи инструментов анализировать их содержимое. Впоследствии это приводит его к месторождению.

Важным аспектом для адаптации является хорошая оптимизация, которая позволяет ознакомиться со всем содержимым программы без наличия мощных ПК. Это реализовано на данный момент при помощи двух механик.

Первой механикой является искусственная симуляция появления ископаемых в тех или иных местах. При помощи этого сохраняются основные мощности, которые потребовалось бы тратить на реальную симуляцию сначала местности, а затем на генерацию ископаемых. Учитывая, что программа является игровой адаптацией, ручная генерация так же позволяет правильно сбалансировать процесс игрового развития, выстраивая модели поведения потенциального пользователя. Благодаря последним можно использовать чувство постоянной прогрессии, что постепенно вызовет всё больший интерес к основам методик исследования в геологии. В то же время стоит учитывать, что неправдоподобное распределение ресурса может вызвать диссонанс либо во время эксплуатации приложения, либо во время изучения материалов, связанных с ним.

Второй механикой является определение количества ресурса в точке исследования. В исходном идеальном варианте необходимо было бы просчитывать распределение ресурса по течению с учётом многих физических явлений, что для адаптации является излишней нагрузкой, не позволяющей затянуть игрока в процесс. В связи с этим используется менее затратный,

но не менее эффективный способ — коллизия с разными типами ресурсов. Так как мы с самого начала точно можем определить расположение того или иного ресурса, необходимо лишь правильно донести данную информацию до пользователя, чтобы он, выполнив свои небольшие исследования, мог постепенно продвигаться к поставленной цели. Таким образом, вовлечённость будет выше, и нагрузка на систему будет минимальной.

В общем итоге две вышеописанные механики позволяют вовлечь в процесс потенциального пользователя и не сильно нагрузить его систему, что позволяет увеличить охват потенциальной аудитории.

Литература

1. Захарова Е. М. Шлиховой метод поисков полезных ископаемых. — Москва: Изд-во «Недра» 1989.
2. Хохлова Д. Балансирование игровых механик: Соотношение цены и пользы. URL: <https://vc.ru/flood/10207-game-balance-3>.
3. Леонов А. «Честная» игра: как разработчики обманывают игроков. URL: <https://dtf.ru/gamedev/172328-chestnaya-igra-kak-razrabotchiki-obmanuvayut-igrokov>.

ПОЛНОСВЁРТОЧНЫЙ ВАРИАЦИОННЫЙ АВТОКОДИРОВЩИК

Друзь А. С.

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

Основы

Вариационный автокодировщик – разновидность классического автокодировщика, предложенная в 2013 году [1]. В основе модели лежит предположение, что значения в данных в рамках некоего домена распределены не независимо друг от друга, а зависят от некоего ограниченного набора переменных в скрытом пространстве. К примеру, изображения лиц людей определяются такими факторами, как пол, возраст, раса, цвет глаз и волос и т. д. Таким образом, существуют отображения, трансформирующие данные домена в значения скрытых переменных, и наоборот.

Вариационный автокодировщик представляет собой приближение подобных отображений в виде обучаемых нейронных сетей, соответствующих кодировщику и декодировщику классического автокодировщика. Скрытое пространство моделируется путём выбора его размерности и модели распределения данных в нём.

Таким образом, вся модель состоит из кодировщика, который оценивает параметры некоего распределения, семплинга вектора скрытых переменных из этого распределения и восстановления исходных данных из этого вектора с помощью декодировщика.

При обучении вариационного автокодировщика минимизируется функция потерь $\mathcal{L} = \mathcal{L}_{rec} + \mathcal{L}_{lat}$, где \mathcal{L}_{rec} – соответствующая функция потерь для реконструкции входных данных (например, бинарная кросс-энтропия), а \mathcal{L}_{lat} – мера подобия распределения, оцененного кодировщиком, желаемому [1].

Для представленной модели существует множество дополнений и улучшений: использование свёрточных сетей в модели; изменение функции потерь \mathcal{L}_{lat} для улучшения качества скрытых векторов в решении разных задач; изменение функции потерь \mathcal{L}_{rec} , в частности, использование генеративных состязательных сетей (GAN); другие модели распределения данных.

Предложенная модель

Предложенная автором модель вариационного автокодировщика всё ещё базируется на единственном скрытом распределении, независимо от

сложности последнего. С точки зрения теоретического обоснования, такой подход оправдывает себя. Однако рассмотрим следующий пример: пусть имеется домен изображений с рукописными цифрами на них. Скрытыми переменными могут служить, например, написанная цифра, наклон и ширина линий. Но что, если бы домен содержал изображения двузначных чисел? Если обе цифры написаны одним почерком, то изменится только «первая» скрытая переменная: вместо 10 вариантов для одной цифры теперь будет 100 комбинаций. Если же почерк может отличаться, то вариации каждой из переменных увеличиваются так же стремительно, а общие комбинации растут экспоненциально. Но ведь если разбить изображение с двузначным числом на две отдельные цифры, то в основе каждой из них лежит всё то же распределение для одной цифры.

В более общем случае «сцены» с множеством объектов на изображении может быть не так просто разбить его на составляющие части. Кроме того, для больших изображений возрастает сложность обработки при большом количестве участков разбиения.

С другой стороны, в таких задачах, как сегментирование уже применяются полносвёрточные автокодировщики (fully-convolutional auto-encoder, FCAE), нейронные сети без применения полносвязных слоёв. В зависимости от параметров архитектуры, они преобразуют входное изображение в меньшую по размеру карту признаков с большим количеством каналов, а затем восстанавливают его (или соответствующий сигнал) обратно. Такие нейронные сети могут применяться к изображениям различного размера, при этом размер карты признаков уменьшается или увеличивается пропорционально изображению.

Таким образом, для обработки «сцен» можно использовать полносвёрточные слои применительно к вариационным автокодировщикам:

1. Полносвёрточный кодировщик получает на вход изображение и оценивает вместо одной карты признаков две карты признаков одинакового размера: одна будет использована как математическое ожидание, а другая как ковариационная матрица. Причём каждый «пиксель» соответствующих карт признаков описывает только одно распределение для некоторой области исходного изображения, однако все распределения лежат в одно и том же скрытом пространстве;

2. Семплинг из нормального распределения происходит многократно – для каждого «пикселя» карты признаков. Затем карты признаков «попиксельно» перемножаются и складываются, в результате получается карта признаков такого же размера со скрытым вектором в каждом «пикселе», соответствующем некой области исходного изображения;

3. Карта скрытых векторов передается полносвязному декодировщику, который восстанавливает исходное изображение.

Применимость подобного полносвязного вариационного автокодировщика к изображениям различного размера сохраняется.

Стоит сказать, что подобное название уже фигурирует в других статьях [2]. Однако, оно обычно применяется либо к «почти»-полносвёрточным архитектурам, в которых используется по одному полносвязному слою для оценки параметров единственного скрытого распределения, либо к архитектурам, чётко подобранным для конкретного размера изображения, так что результирующие карты признаков кодировщика имеют разрешение 1×1 и не могут быть применены к изображениям других размеров, т. е. не могут обрабатывать «сцены».

Эксперименты

Аналогично [2], для экспериментов был выбран набор данных UCSD для обнаружения аномалий в скоплениях людей [3]. Однако в отличие от [2], в экспериментах использовались только статичные изображения без учёта временной связи между ними. Изображения обрабатывались целиком за один проход, в отличие от разбиения на области размером 28×28 в [2]. В экспериментах использовался кодировщик, состоящий из 4-х последовательных свёрточных слоёв с 32, 64, 128 и 192 ядрами свёртки размера 3×3 , функцией активации ReLU и 3-х слоёв пулинга с функцией максимума области 2×2 . Для оценки карт признаков, соответствующих математическому ожиданию и ковариационной матрице использовались два параллельных свёрточных слоя с 64 (размерность скрытого пространства аналогична [2]) ядрами свёртки размера 1×1 . Декодировщик зеркально повторяет архитектуру кодировщика с заменой пулинга на двукратное увеличение изображения и оканчивается дополнительным свёрточным слоем с ядрами свёртки размера 1×1 и их количеством, соответствующим количеству каналов входного изображения. В таком случае «рецептивное поле» одного «пикселя» карты признаков равно 38×38 , что приблизительно соответствует размеру отдельных изображений, обрабатываемых автокодировщиком в [2]. Для обучения использовалась функция потерь β -VAE [4].

Как видно на рисунке 1, модель FCVAE успешно справляется с реконструкцией известных объектов, таких как пешеходы на тротуаре, однако не может восстановить неизвестные объекты (автомобили, велосипеды) и пешеходов на траве, не присутствующих в тренировочных данных.

Однако, как и большинство моделей вариационных автокодировщиков, FCVAE страдает от размытости реконструированных изображений, что может быть препятствием для автоматического нахождения аномалий в данных UCSD и представляет собой базу для дальнейших исследований.



Рис. 1. Примеры нормальных (а) и аномальных (в) областей входных изображений и их соответствующие (б, г) реконструкции моделью FCVAE

Литература

1. Kingma D. P., Welling M. Auto-Encoding Variational Bayes // International Conference on Learning Representations (ICLR). 2014.
2. Fan, Y., et al. Video anomaly detection and localization via Gaussian Mixture Fully Convolutional Variational Autoencoder // Computer Vision and Image Understanding. 195. 2020.
3. Li W.-X., Mahadevan V., Vasconcelos N. Anomaly Detection and Localization in Crowded Scenes // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI). 36. 2013. P. 18-32.
4. Higgins I. et al. beta-VAE: Learning Basic Visual Concepts with a Constrained Variational Framework // International Conference on Learning Representations (ICLR). 2017.

ПРОБЛЕМА РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ НАВЫКОВ БАКАЛАВРОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Дудакова Ю. В., Кувшинова Е. Н.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: dudakova@sfedu.ru, enkuvshinova@sfedu.ru

Основная задача системы образования и Программы развития цифровой экономики в России до 2035 года – это обеспечение качественного и доступного образования, путем создания современной цифровой образовательной среды [6]. Тем самым, процесс объединения образовательного и цифрового пространства в университете направлен на формирование альтернатив выбора по созданию предпосылок дальнейшего развития высшего образования. В период изменения сущности, направленности и содержания профессиональной подготовки, система образования должна полностью отвечать требованиям практики цифрового общества.

Проблема развития цифровых навыков будущих педагогов является актуальной, так как определение новых ориентиров и направленности системы образования как в мире, так и в системе высшего образования, непосредственно зависит от условий жизнедеятельности общества. Именно формирование и развитие цифровых навыков (digital skills) будущих педагогов становятся одной из основополагающих для определения перспектив построения системы высшего образования и являются ведущими будущими в обосновании его компонентов: содержания, форм, технологий и методов. Таким образом, именно цифровая грамотность и цифровые навыки играют важнейшую роль в эпоху цифровизации образования.

Цифровые навыки (digital skills) представляют собой действия, доведенные до автоматизма, «...закрывающиеся в профессиональном мастерстве в области использования цифровых технологий для решения образовательных задач» [5].

Основываясь на Европейской модели цифровых компетенций для граждан [2], можно выделить следующие направления развития цифровых навыков педагогов: обработка информации; безопасность; связь и сотрудничество; создание цифрового контента; решение проблем.

Анализ научно-педагогической литературы по проблеме формирования и развития цифровых навыков будущих педагогов позволил сделать вывод о том, что виды цифровых навыков, востребованных на сегодняшний день, имеют существенные различия с теми, что считались достаточными всего пять лет назад.

Выделяют некий стандартизированный набор цифровых навыков, формирующийся у студентов бакалавриата педагогического образования. К ним относят базовые операции, связанные с применением аппаратного и программного обеспечения в профессиональной деятельности.

В связи с появлением новых цифровых технологий и инноваций в области искусственного интеллекта, облачных вычислений, больших данных, интернета вещей, блокчейна, машинного обучения и мобильных приложений необходимо регулярно пересматривать и обновлять список цифровых навыков педагогов, актуальный для современных реалий.

На данном этапе цифровизации образования выделяют три уровня развития цифровых навыков педагогов: базовый, промежуточный и продвинутый [3].

Базовый уровень предполагает обобщенные представления о принципах цифровых технологий и их использовании в решении отдельных педагогических задач.

Промежуточный уровень предусматривает использование цифровых образовательных платформ, инструментов и сервисов на регулярной основе, в целях решения широкого спектра задач педагогического характера.

Продвинутый уровень характеризуется творческим подходом к использованию цифровых технологий, непосредственно в профессиональной деятельности, постоянным совершенствованием цифровых навыков и проектирование собственных цифровых образовательных сред.

Для того, чтобы будущие педагоги смогли проектировать и создать в школе цифровую образовательную среду, в первую очередь необходимо сформировать у них навыки в области использования и создания образовательного контента [4], которые представлены тремя основными направлениями.

1. Подготовка контента. Будущему учителю важно владеть навыками по применению инструментов для подготовки учебно-методического контента. К ним можно отнести создание текстовых документов, графиков, инфографики, ментальных карт, презентаций, запись аудио и видео. Проектирование и создание тестов, интерактивных упражнений, игр, кроссвордов и викторин, также пригодится при подготовке педагога к уроку.

2. Придание наглядности. Визуализировать учебный материал помогают цифровые инструменты. При помощи моделирующих программ, видео на хостингах, цифровых микроскопов можно продемонстрировать обучающимся различные процессы и явления, протекающие в живой и неживой природе, на планете и за ее пределами - в космосе. Умение находить нужную и актуальную информацию в интернете несомненно поможет сделать урок более наглядным.

3. Коммуникация. Другие важные навыки связаны с обменом информацией. Наиболее популярными средствами коммуникации в современном обществе считаются мессенджеры и социальные сети. Кроме того,

для обмена информацией между коллегами, учениками и родителями целесообразно использовать собственные сайты педагогов, системы управления обучением (LMS) и электронные дневники, так как в них удобно фиксировать результаты обучения, делать объявления и дублировать контент урока.

Таким образом, актуальным является непрерывное развитие цифровых навыков в связи с быстрым совершенствованием информационных и коммуникационных технологий. Это требует сформированности важной группы навыков по самостоятельному поиску информации, ее усвоению и быстрой адаптации к новым условиям. Для этого необходимо разрабатывать методические основы развития цифровых навыков будущих педагогов, начиная с первой ступени высшего образования – бакалавриата, т. к. качество образования находится в прямой зависимости от уровня готовности и способности педагогических кадров к использованию современных средств ИКТ.

Литература

1. A Global Framework of Reference on Digital Literacy Skills for Indicator 4.4.2. United Nations, Unesco Institute for statistics. Montreal, 2018. – 146 p.
2. S. Carretero, R. Vuorikari, Y. Punie The Digital Competence Framework for Citizens - Joint Research Centre - Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017
3. Бороненко Т. А., Федотова В. С. Исследование цифровой компетентности педагогов в условиях цифровизации образовательной среды школы // Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология. 2021. № 1. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-tsifrovoy-kompetentnosti-pedagogov-v-usloviyah-tsifrovizatsii-obrazovatelnoy-sredy-shkoly> (дата обращения: 21.03.2022).
4. Компьютерная грамотность педагога: какие цифровые компетенции требуются современному учителю? // Яндекс.Учитель [Электронный ресурс] URL: <https://teacher.yandex.ru/posts/kompyuternaya-gramotnost-pedagoga-kakie-tsifrovye-kompetentsii-trebuyutsya-sovremennomu-uchitelyu> (дата обращения: 26.03.2022).
5. Кувшинова Е. Н. Развитие цифровых навыков будущих педагогов // Международной научно-практической конференции к 85-летию со дня рождения Я. А. Ваграменко, к 65-летию ЛГТУ, г. Липецк, 23–25 июня 2021 года. – Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2021. – С. 329–331.
6. Электронная экономика: Этап 1. Цифровая экономика Программа развития цифровой экономики в Российской Федерации до 2035 года [Электронный ресурс] // URL: <https://aetr.ru/news/item/410256> (дата обращения: 27.03.2022).

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОСТОГО ВОКСЕЛЬНОГО ГРАФИЧЕСКОГО ДВИЖКА ДЛЯ АРКАДНЫХ ИГР

Дуюнов С. И.

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

Воксельная графика – это использование трёхмерного аналога пикселей как способа представления объёмных объектов. Она редко используется в играх, поскольку при больших размерах сцены хранение воксельных моделей занимает больше памяти, а отображение работает дольше, чем при использовании классической полигональной графики.

Но использование вокселей позволяет естественным образом добиться эффектов, получение которых другими способами существенно сложнее. Так, в некоторых современных игровых движках используется технология трассировки конусами (cone tracing) [1] для реализации глобального освещения. Этот метод использует для имитации отражённого освещения разбиение мира на разреженное воксельное октодерево, после чего испускает лучи отражённого света в форме конусов. В кинематографе и мультипликации для реализации облаков или дыма часто применяется проект OpenVDB [2]. Эта библиотека использует способность вокселей описывать внутреннюю структуру материала позволяющую создавать объёмные эффекты, такие как объёмное освещение и подповерхностное рассеивание.

Некоторые игры предполагают пиксельную графику, и потому позволяют использовать воксели для добавления объёмных эффектов и трёхмерного окружения. Графический движок создавался с целью адаптации аркадных игр, таких как Space Invaders. Движок позволяет добавить в игру источники освещения, объёмные полупрозрачные объекты и отражающие поверхности.

В данном движке используется небольшой размер сцены, а потому она хранится в простом трёхмерном массиве — воксельной сетке, без применения оптимизаций, таких как разреженное воксельное октодерево.

Для отображения сцены на каждом кадре выполняются следующие действия:

- перенос объектов на сцене в воксельную матрицу,
- расчёт и запекание освещения в отдельную матрицу освещения,
- отображение воксельной матрицы методом трассировки лучей с использованием OpenGL.

Перенос объектов на сцену начинается с очистки сцены после предыдущего кадра — заполнение памяти нулями. Затем перенос производится простым копированием воксельной матрицы, соответствующей каждому объекту в общую глобальную матрицу.

Расчёт освещения так же начинается с очистки памяти. Для каждого источника освещения выполняется упрощённая трассировка светового потока для определения освещённости им каждого вокселя в радиусе досягаемости данного источника.

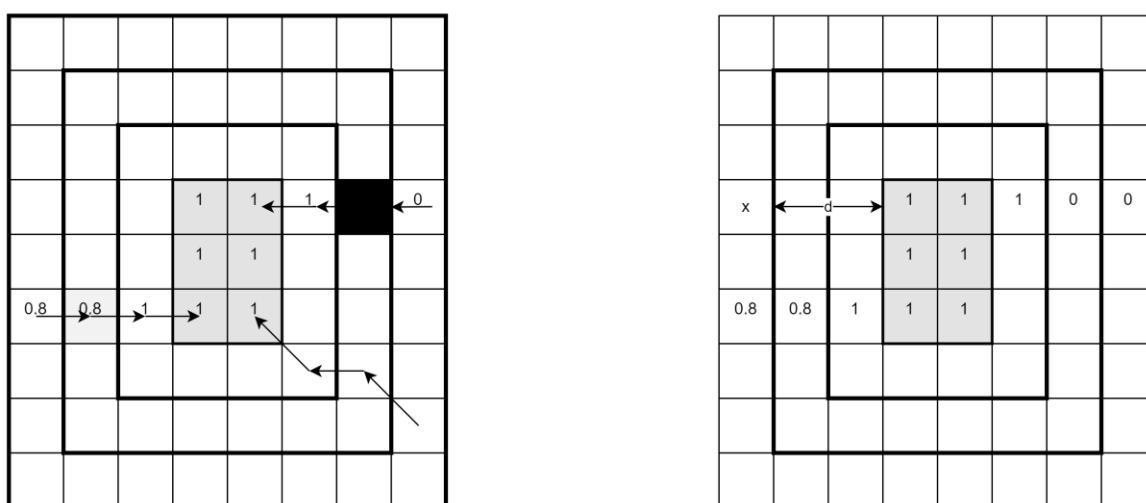


Рис. 1. Этапы распространения света в воксельной сетке

На рис. 1 показано как распространяется свет, это происходит в два этапа. Сначала создаётся временная матрица для записи значений освещённости вокруг источника света, в которой все воксели заполняются нулями, кроме тех, что являются непосредственно источниками света. Затем алгоритм итеративно проходит по поверхности вокселей, обработанных на предыдущем этапе — из каждого вокселя пускается луч в направлении источника света, и значение берётся из ближайшего вокселя в этом направлении. Если текущий воксель не являлся полностью прозрачным, это значение соответственно уменьшается.

На втором этапе значения из временной матрицы переносятся на глобальную матрицу освещённости — в каждый воксель записывается цвет источника, умноженный на значение во временной матрицы, и делённый на квадрат расстояния до источника (распространение света, согласно закону обратных квадратов).

Освещённость и материал вокселей удобно хранить в одной матрицы как 4 компоненты цвета — 3 на освещённость, и ещё один индекс материала, при этом таблица материалов хранится в отдельном массиве, и не меняется от кадра к кадру.

Важной особенностью для оптимизации является тот факт, что камера находится неподвижно, а расстояние до матрицы равно размеру самой матрицы в длину или в ширину. Обычно в воксельной графике для трассировки лучей используется универсальный алгоритм DDA [3], но эти ограничения позволяют использовать его упрощённую версию, напоминающую алгоритм Брезенхэма для рисования линии. Поскольку луч летит под углом более 45 градусов, проходя один воксель в глубину, он может сделать не более чем один сдвиг в вертикальном и горизонтальном направлении. Таким образом, алгоритм трассировки превращается в простой цикл на заранее известное количество итераций, равное глубине воксельной сетки.

Воксельная сетка, используемая для игры Space Invaders, имеет размеры 256 на 256 вокселей, и 8 вокселей в глубину.

Трассировка лучей происходит во фрагментном шейдере. При каждом пересечении границы вокселя к результирующему значению цвета добавляется две компоненты. Первая, это цвет, рассеиваемый предыдущим вокселем с учётом пройденного лучём расстояния, значений материала и освещённости вокселя. Вторая, это свет, отражённый вокселем, в который влетает луч. Обе компоненты умножаются на текущую интенсивность луча, а интенсивность соответствующим образом уменьшается.

В итоге движок позволяет получить эффекты объёмного освещения, динамические тени, и прозрачные материалы. При этом, будучи реализованным с использованием технологий WebGL и WebAssembly, позволяет получить приемлемую производительность даже на устройствах со слабым графическим ускорителем.

Литература

1. C. Crassina, F. Neyret, M. Sainza, S. Greena, E. Eisemann, “Interactive Indirect Illumination Using Voxel Cone Tracing”. Computer Graphics Forum (Proceedings of Pacific Graphics 2011), Volume 30, Number 7 - sep 2011.
2. K. Museth, “VDB: High-Resolution Sparse Volumes With Dynamic Topology”. ACM Transactions on Graphics, Volume 32, Issue 3, Pages 27:1-27:22, June 2013, Presented at SIGGRAPH 2013 in Anaheim.
3. K. Museth, “Hierarchical Digital Differential Analyzer for Efficient Ray-Marching in OpenVDB”, ACM SIGGRAPH Talk, 2014.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО БИЗНЕСА КОМПАНИЙ В СТРАТЕГИЯХ ЕАЭС И ЕС

Евченко Н. Н.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Факультет управления,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: nnyevchenko@sfedu.ru

Актуальность и постановка исследовательской задачи

Информационные технологии современности формируют циклы мировой экономики, изменяют жизнь практически каждого жителя Земли. Признанность цифровизации в качестве всеобъемлющего, глобального мирового тренда развития проявляется во внимании, которое государства и общественный сектор, бизнес и население уделяют данной сфере. В экономической литературе в качестве новой реальности обсуждается «гиперглобализация», включая «глобальное цифровое пространство» как ее имманентная часть. В мировом цифровом пространстве изучаются различные процессы, при этом их существенная часть на практике трансформирует мировые бизнес-процессы.

Цель настоящей статьи заключается в изучении тенденций, ключевых направлений и инструментария совершенствования бизнес-процессов, выделенных в стратегиях цифровизации интеграционных объединений – Европейский Союз (ЕС) и Евразийский экономический союз (ЕАЭС).

Стратегии цифровизации и внешнеторговый бизнес субъектов ЕС и ЕАЭС

Цифровизация в текущих условиях рассматривается в качестве объективного глобализационного тренда, который носит всеобщий характер в силу необходимости обеспечения технологической связанности различных субъектов глобальной экономики.

Базовые экономические категории глобальной экономики (технологические цепочки, мировая торговля, международная логистика, движение капитала) всецело опираются на цифровые процессы. В силу этого цифровые и информационные стратегии использования и контроля доступа на территориальные рынки превращаются в ключевые политические решения государств, что отражается в принятии соответствующих нормативно-регулирующих и стратегических документов.

Национальные программы развития цифровых технологий приняты не только в большинстве экономически развитых системах мира, но перешли на уровень интеграционных объединений - ЕС и ЕАЭС.

ЕС развивает цифровую повестку дня более 15 лет. В качестве ключевых направлений цифровизации в ЕС рассматривается, в первую очередь,

создание единого цифрового рынка (ЕЦР). В числе экономических задач и результатов, решаемых ЕЦР ЕС, указываются: прирост в 415 млрд евро в год (4 % прироста ВВП за 10 лет); создание 30 тыс. рабочих мест ежегодно; прирост совокупных факторов производительности [1; 2].

ЕС выделяет три ключевых направления деятельности в рамках ЕЦР: 1) улучшение условий доступа для бизнеса и потребителей к товарам и услугам через Интернет на всей территории Евросоюза; 2) формирование необходимых условий для развития цифровой инфраструктуры; 3) максимизация потенциала роста цифровой экономики.

Анализ тенденций текущего развития ЕЦР ЕС позволяет заключить, что одним из ключевых направлений развития представляется упорядочение сбора, обработки и использования данных, управление ими путем организации более эффективного контроля, а также стимулирование собственных разработок программных продуктов субъектов бизнеса [2].

ЕАЭС вскоре после учреждения приступил к разработке стратегии осуществления цифровизации в рамках интеграционного объединения. Следует отметить, что на сайте ЕАЭС в разделе «Ресурсы ЕАЭС» выделен тематический портал цифровой повестки, что подчеркивает значимость информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [3].

Разработка стратегии цифровизации ЕАЭС проводилась с привлечением ресурса международных (группа Всемирного банка) и национальных экспертов в сфере ИКТ [4]. В результирующем отчете «Цифровая повестка Евразийского экономического союза до 2025 года: перспективы и рекомендации» [4, с.13] следует обратить внимание на данные по сравнениям объединений государств (АСЕАН¹, ЕАЭС, ЕС, ОЭСР²) о сетевой готовности ключевых компонентов цифровизации. ЕС и ОЭСР практически по всем показателям превосходят остальных участников исследования. Данные по ЕАЭС наиболее близки к состоянию государств-членов АСЕАН, обе структуры занимают внутренние сектора представленной лепестковой диаграммы (рис. 1).

ЕАЭС превосходит анализируемые экспертами субъекты по критерию «доступность», однако по *экономическому блоку* (показатели «Деловая и инновационная среда», «Использование бизнесом», «Экономическое воздействие») предстоит существенный объем работы для достижения показателей лидеров цифровой трансформации. Наиболее проблемными сферами выступают «использование бизнесом цифровых технологий» и «экономическое воздействие», которые в ЕАЭС получили 3,5 балла при 5 баллах в ЕС (рис. 1).

¹ Ассоциация государств Юго-Восточной Азии.

² Организация экономического сотрудничества и развития.

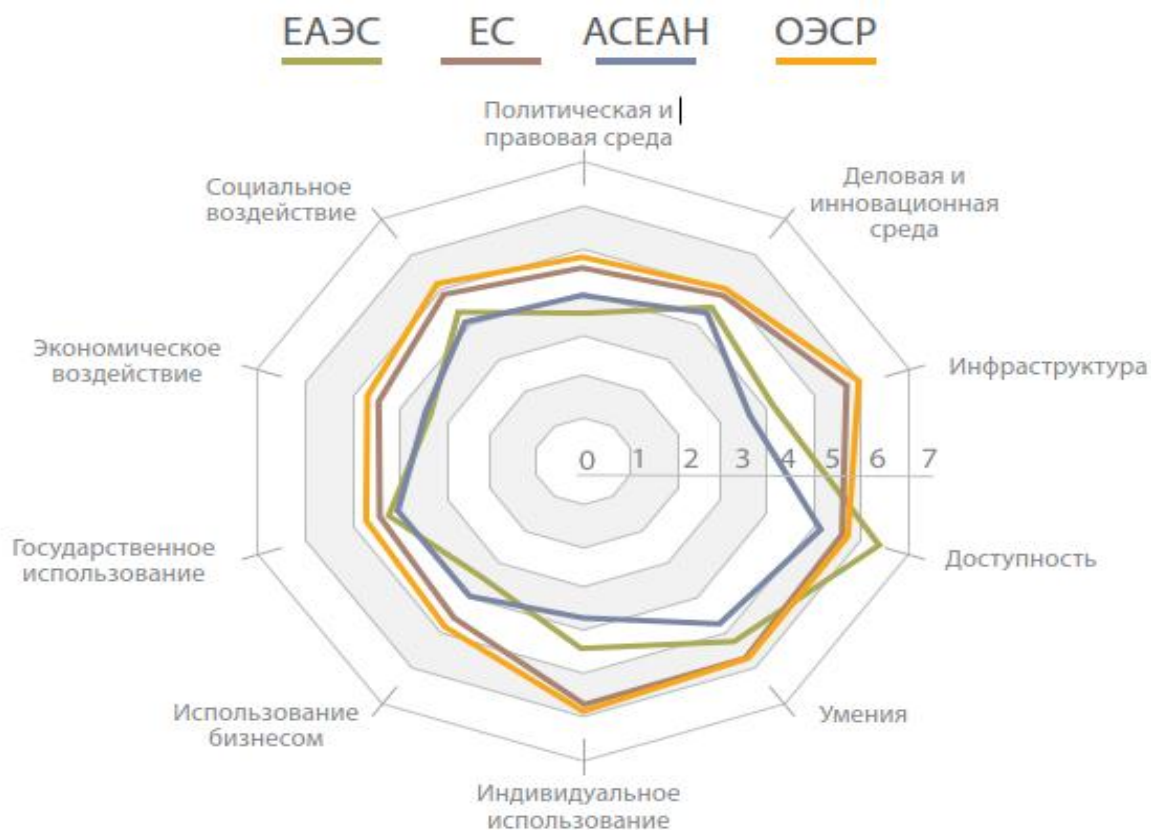


Рис. 1. Индекс сетевой готовности [4, с.13]

Базовым проектным документом ЕАЭС в сфере цифровизации в настоящее время являются «Основные направления реализации цифровой повестки Евразийского экономического союза до 2025 года» (далее – Проект основных направлений цифровизации ЕАЭС), который разработан, одобрен Советом ЕЭК, передан Евразийскому межправительственному совету для утверждения (официально опубликован 28.07.2017 г.) [5].

Проект основных направлений цифровизации ЕАЭС содержит: цели, принципы и механизмы реализации цифровой повестки; подходы к проработке инициатив и реализации проектов в рамках цифровой повестки; направления развития цифровой экономики, определяемые следующими разделами:

- цифровая трансформация отраслей экономики и кросс-отраслевая трансформация;
- цифровая трансформация рынков товаров, услуг, капитала и труда;
- цифровая трансформация процессов управления и интеграционных процессов;
- развитие цифровой инфраструктуры и обеспечение защищенности цифровых процессов [5, с.3–11].

Потенциальный экономический и социальный эффект от реализации мероприятий цифровой повестки ЕАЭС (по оценкам экспертов) к 2025 г. составит:

- увеличение ВВП ЕАЭС около 11% ожидаемого роста совокупного ВВП государств-членов;

- факторами роста ВВП ЕАЭС станут устранение нормативно-правовых барьеров и развитие экономики данных, каждый из которых обеспечит ежегодный прирост ВВП ЕАЭС на 0,3% и 0,2% соответственно;

- произойдет рост занятости в ИКТ отрасли на пространстве ЕАЭС на 66,4%, что почти на 50% больше, чем в случае цифрового развития государств-членов без совместной цифровой повестки;

- рост занятости в ИКТ отрасли обеспечит дополнительный рост общей занятости на 2,46%;

- дополнительный прирост объема экспорта ИКТ услуг может составить до 74%;

- ускорится развитие региональной электронной торговли, что может повлечь за собой вдвое больший прирост ВВП ЕАЭС в сравнении с прогнозируемым эффектом развития электронной торговли без совместных действий государств-членов в рамках цифровой повестки [5, с. 17].

В результате реализации разработанных положений в сфере цифровизации ЕАЭС в среднесрочной перспективе ожидается качественное изменение цифровой среды национальных экономик и ЕАЭС в целом, включающее:

- проведение системных мероприятий и выполнение проектов в целях цифровой трансформации экономики государств ЕАЭС;
- повышение внешней и внутренней конкурентоспособности, рост эффективности экономических производственных и обслуживающих процессов;
- совершенствование сервисной среды и отраслевой структуры в результате их цифровизации и стандартизации;
- разработка, продвижение и реализация совместных цифровых инструментов, создание активов для экспансии на глобальные рынки;
- минимизацию экономических и иных рисков;
- рост числа, улучшение качества рабочих мест в цифровой экономике;
- значительный прирост цифровой включенности населения.

Очевидно, что в целях мониторинга хода достижения показателей стратегии цифровизации ЕАЭС для указанных стратегических ориентиров потребуется разработка более детального комплекса количественных индикаторов. Данная задача представляется самостоятельной научной проблемой в силу недостаточной представленности данных о процессах циф-

ровизации в действующей системе сбора и обработки статистической информации. В настоящее время, судя по опубликованным материалам, относительно полную информацию об использовании информационных технологий бизнес-субъектами возможно получить при специальном исследовании либо интервьюировании руководителей предприятий и организаций.

Таким образом, Основные направления реализации цифровой повестки ЕАЭС до 2025 года намечают амбициозные цели, достижение которых потребует квалифицированного научного и политехнологического сопровождения.

Отметим, что на Портале цифровой повестки ЕАЭС указаны следующие приоритетные бизнес-ориентированные направления реализации положений и планов цифровой трансформации объединения:

- цифровая прослеживаемость движения продукции товаров, услуг и цифровых активов;
- цифровая торговля Союза;
- цифровые транспортные коридоры Союза;
- цифровая промышленная кооперация Союза;
- соглашение об обороте данных в Союзе (в том числе о защите персональных данных);
- система регулятивных «песочниц» Союза [3].

Приоритетные направления цифровизации ВЭД и международного бизнеса представлены и в цифровой повестке ЕАЭС, включающей цифровые решения для воплощения в конкретные проекты на уровне Союза: электронная таможня; электронная коммерция; электронная логистика; цифровизация индустрий; экономика данных; торговая платформа; цифровые финансы/Финтех; платформа цифровой интеграции ЕАЭС; интероперабельность (функциональная совместимость), ИТ-стандарты [4, с.25]. Данные проекты могут быть воплощены в приоритетном порядке в рамках цифровой повестки ЕАЭС.

Выводы. Таким образом, проведенный сравнительный анализ стратегических документов и направлений деятельности интеграционных объединений ЕАЭС и ЕС в сфере цифровизации международного бизнеса позволяет заключить, что, с одной стороны, цифровая повестка ЕАЭС, в отличие от ЕС, оказывается более детально ориентированной на потребности бизнеса и защиту национальных бизнес-структур. Интересы субъектов ВЭД в цифровизации бизнес-процессов достаточно детально представлены в документе ЕАЭС. Указанные приоритеты направлены на совершенствование международного внешнего и внутреннего сотрудничества, содействие росту его объемов, а также снижению транзакционных и логистических издержек во внешней торговле.

С другой стороны, ЕС имеет более длительный период и практические итоги разработки и воплощения положений стратегических документов по

цифровизации, включая широкий спектр цифровых технологий во внешней торговле и международной логистике. Следовательно, важно не только изучение опыта интеграционных объединений при создании ЕЦР, но и разработка технологий взаимной цифровой интеграции, по архитектуре и стандартам совместимых для интеграционных объединений Евразийского пространства.

Литература

1. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. A Digital Single Market Strategy for Europe. (2015, May 6). EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2015%3A192%3AFIN> (дата обращения 23.03.2022).
2. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A European strategy for data. COM (2020) 66. (2020, February,19). 192 final. 20 p. EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1593073685620&uri=CELEX%3A52020DC0066> (дата обращения 22.03.2022).
3. Портал о цифровой повестке ЕАЭС. Евразийская экономическая комиссия. Официальный сайт. <https://eec.eaeunion.org/> (дата обращения 21.03.2022).
4. Цифровая повестка Евразийского экономического союза до 2025 года: перспективы и рекомендации. Предпосылки и обоснование для формирования цифровой повестки ЕАЭС. Обзор. Группа Всемирного Банка. Ред. Рудковская А., 2017. 40 С.
5. О проекте решения Совета Евразийской экономической комиссии «О проекте решения Евразийского межправительственного совета «Об основных направлениях реализации цифровой повестки Евразийского экономического союза до 2025 года». 20 С. URL: https://docs.eaeunion.org/pd/ru-ru/0101963/pd_28072017 (дата обращения 21.03.2022).

О НЕОБХОДИМОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ДИЗАЙНА В ПОДГОТОВКУ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ»

Евланова А. Г.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт наук о Земле,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: agpeksheva@sfedu.ru

Несмотря на то, что в современную подготовку бакалавров по направлению «Гидрометеорология» включены общепрофессиональные и общекультурные компетенции, важным компонентом их подготовки является формирование и развитие так называемых гибких, «надпрофессиональных» компетенций (soft skills), содержательный состав которых определяется требованиями работодателей, изменяющимися под влиянием рынка и цифровой трансформации.

Основываясь на анализе подходов зарубежных и отечественных исследователей к содержательному наполнению понятия «soft skills», мы выявили, что «гибкие» навыки основываются на личностных ресурсах каждого человека, включая «деятельностные» ресурсы (мотивация, уровень осведомленности о паттернах поведения, алгоритмах деятельности и способах их креативной перестройки); ценностный потенциал (ценности и установки); «психологические» ресурсы (мышление, эмпатия, стрессоустойчивость, переключаемость внимания и управление им, эмоциональный и социальный интеллект); регулятивные свойства личности (эмоционально-волевые усилия); коммуникативные умения и навыки, которые базируются на природной коммуникабельности и приобретенных умениях выстраивания продуктивной коммуникации. Перечисленные ресурсы личности, с одной стороны, определяют стартовый уровень, с которого начнется развитие «гибких» навыков, а с другой, – цель и содержательное наполнение обучения «гибким» навыкам.

Вследствие цифровой трансформации общества и необходимости постоянного развития пула цифровых компетенций, происходит не только изменение образовательной среды, создающей условия для постоянного усовершенствования цифровой компетентности (до уровня digital fluency – свободного владения цифровыми технологиями в условиях неопределенности), но и изменение содержания формируемых гибких компетенций у бакалавров в течение преподавания дисциплин информационно-технологического цикла.

В настоящее время неотъемлемым условием реализации качественного образовательного процесса является создание гибкой информационно-

образовательной среды (ИОС) в ВУЗе, которая, с одной стороны, фиксирует их успех/неуспех в обучении, стратегии изучения дисциплин (за счет анализа цифровых следов в системах электронного обучения, базах цифровых ресурсов, включая библиотеки и аналитику, которую может предоставить педагог, опираясь на диагностику образовательной стратегии и тактики студента во время очных занятий), с другой, - учитывает потребности обучающихся, подбирает оптимальные источники, основываясь на аналитике. Несмотря на интеграцию интеллектуальных технологий, привлеченных для анализа «больших данных», которые студенты оставляют в ИОС, основным инструментом диагностики, анализа данных и формирования компонентов ИОС, в большинстве случаев является педагог. Однако, следует отметить, что более перспективным направлением работы является формирование и развитие у самих студентов компетенций (гибких навыков), позволяющих создавать собственную информационно-образовательную среду. Это совпадает с содержательным наполнением цифровых компетенций [1], например, в части требования компетенции по:

- созданию цифрового контента: создание и развитие собственного цифрового контента, как результата переосмысления учебных материалов и формализации собственных, выработанных и апробированных способов применения цифровых технологий, интеграция и переработка имеющегося цифрового контента по своему усмотрению, включая соблюдение авторских прав и лицензий, с применением инструментов программирования для планирования и разработки системы алгоритмов для формирования цифрового контента;

- решению проблем: диагностирование и решение технических проблем (определять и устранять технические неполадки возникающие при работе цифровых устройств), выявление собственных потребностей в технологических решениях, необходимых для реализации задач в определённых условиях (в случае информационно-образовательной среды имеется в виду определение своих собственных образовательных потребностей и необходимых технологических решений для их удовлетворения); креативное применение цифровых технологий (создание нестандартных и инновационных решений – от концепции до прототипов средств обучения в цифровых средах); определение пробелов в собственной цифровой компетентности и понимание, какие цифровые компетенции необходимо развивать самостоятельно, чтобы поддерживать свою собственную цифровую компетенцию в актуальном состоянии.

Для того, чтобы реализовывать это всё необходимо, чтобы студенты понимали, из каких компонентов состоит информационно-образовательная среда, каким образом они сами могут повлиять на эти компоненты и какими инструментами они могут создать собственную информационно-образовательную среду или усовершенствовать ту, в которую они вовлечены.

Для реализации указанных целей у студентов по направлению «Гидрометеорология» в обучение дисциплинам информационно-технологического цикла, к которым относятся профильно-ориентированные дисциплины «Геоинформатика» (5 семестр), «Гидрометеорологические информационные системы (6 семестр), «Геоинформационные системы в гидрометеорологии» (7–8 семестр), были интегрированы модули, связанные с освоением основ образовательного (педагогического) дизайна. Под термином образовательный (педагогический) дизайн мы принимаем самое широкое его значение и понимаем системный подход к построению учебного процесса (в том числе и к организации собственной информационно-образовательной среды, насыщенной цифровым контентом), который учитывает достижения психологии, педагогики, эргономики, когнитивистики и других наук, изучающих особенности человеческого восприятия и познания [2]. И в контексте обучения бакалавров по направлению «Гидрометеорология», прежде всего на первое место выходит именно образовательная составляющая, касающаяся самоорганизации (или как минимум адаптации) информационно-образовательной среды самими студентами. Иными словами, образовательный дизайн рассматривается как способ оптимизации познавательной деятельности, который подразумевает конструирование, преобразование и сопровождение студентами собственной информационно-образовательной среды на основе оптимального использования и сочетания образовательных ресурсов вузовской ИОС, информационных ресурсов цифрового пространства с целью создания психологически комфортного, пространства для саморазвития.

При выполнении проектных заданий в рамках дисциплин информационно-технологического цикла студенты знакомятся со следующими аспектами образовательного дизайна:

- стейкхолдеры образовательного процесса и их роли (изучают себя, свои возможности в ИОС, знакомятся с ролью педагога как координатора и менеджера образовательной среды, примеряют на себя роль разработчиков и дизайнеров, заказчиков цифровых средств – на примере и образовательных продуктов и на примере специализированных геоинформационных систем);

- учебный и информационный контент: его структура, виды представления, модели проектирования, интерфейс систем, включая средства дополненной и виртуальной реальности;

- логика реализации образовательного процесса, стратегии и технологии предъявления учебного и «вне-учебного» контента;

- учет широкого контекста реализации процесса обучения.

Ознакомление происходит в виде практической деятельности по изучению, анализу и синтезу (или проектированию) компонентов собственной ИОС или улучшений для ИОС вуза.

Литература

1. Обучение цифровым навыкам: Модели цифровых компетенций: аналитический отчет [Электронный ресурс] URL: http://obzory.hrmedia.ru/cifrovye_navyki_sotrudnika (Дата обращения: 14.03.2022).
2. Педагогический дизайн - новая компетенция педагога [Электронный ресурс] URL: <https://www.mgpu.ru/pedagogicheskiy-dizajner-novaya-kompetentsiya-pedagoga/> (Дата обращения: 14.03.2022).

ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ЧЕМПИОНАТА ЮФУ ПО СТАНДАРТАМ WORLDSKILLS RUSSIA ПО КОМПЕТЕНЦИИ «ПРЕПОДАВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Егоров Н. Я.¹, Егоров И. Н.¹, Егорова С. И.²

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

² ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет»

E-mail: nyegorov@sfnedu.ru; egorovivan1@gmail.com,
siyegorova@gmail.com

Преподавание техники и технологий представляет особую область педагогической деятельности. Под воздействием автоматизации и роботизации производственных процессов возрастает роль универсальных навыков учителей технологии. В настоящее время в ситуации быстрых изменений характера и условий труда, растущей социальной динамики [1] основное направление педагогической деятельности - введение учащихся в мир техники и технологий, знакомство с производством и профессиями через организацию практической и проектной деятельности учащихся, формирование опыта трудовой, созидательной деятельности, профессиональных умений и навыков. Технологическая подготовка учащихся должна соответствовать требованиям высокотехнологичной цифровой экономике.

Проблема формирования современных навыков среди обучающихся школ, колледжей, студентов, которые, обучаются по программам среднего профессионального образования остается одной из наиболее актуальных в повестке образования. Успешный опыт оценки навыков и квалификаций в области формирования профессиональных навыков и их оценки является движением WorldSkills Russia.

Нами был изучен опыт проведения чемпионата Южного федерального университета по стандартам WorldSkills Russia по профессиональной компетенции «Преподавание технологии».

В конкурсе принимали участие бакалавры направления 44.03.05 «Педагогическое образование» (с двумя профилями подготовки) профиль Технология и изобразительное искусство, каждый участник выполнял конкурсные задания, раскрывающих спецификацию стандарта WorldSkills (WSSS) по всем разделам и критериям.

Конкурсное задание представляет собой серию из 4 модулей, которые в свою очередь подразделяются на задания. Общее количество выполняемых заданий – 7. Общая продолжительность выполнения и демонстрации конкурсных заданий участником составляет 15 часов (2 дня).

Приведем примеры некоторых заданий, в которых участники активно используют современные научно-образовательные информационные ресурсы.

В модуле А «Преподавание технологии по основным образовательным программам» участник разрабатывает интерактивный сценарий урока по технологии на интернет-портале МЭШ (Московской электронной школы) (uchebnik.mos.ru) с использованием электронных образовательных ресурсов и цифровых инструментов.

В модуле В «Организация внеурочной работы, направленной на популяризацию передовых/перспективных технологий» участник разрабатывает внеурочное мероприятие, направленное на популяризацию передовых/перспективных технологий, с использованием скрайбинг-презентации. Для этого используется цифровой ресурс PowToon (<https://powtoon.ru>) (бесплатная версия) или аналогичные ресурсы.

В модуле С «Методическое обеспечение преподавания технологии» участник разрабатывает 3D-модель с методическим указанием по организации практической работы с обучающимися. Предлагается использование программной среды AutoCad, Компас 3Д, Fusion 360, онлайн-аналогов (по выбору участника).

В модуле D «Самообразование и профессиональная рефлексия» в задании «Разработка методических указаний по использованию оборудования (конструктора, технического набора и пр.) на основе первоначального знакомства и анализа его возможностей» участники конкурса использовали наборы по робототехнике Lego Mindstorms EV3.

В ходе конкурса оценивались все выбранные критерии, система оценки результата основана на информации, полученной от каждого эксперта, и регистрировалась в информационной системе соревнования (CIS).

Организованная работа по подготовке и участию в конкурсе студентов позволяет выстраивать индивидуальную программу по профессиональному саморазвитию. Можно сделать вывод, что профессиональные конкурсы позволяют решать ряд образовательных задач:

- создавать условия для профессионально-личностной самореализации;
- выявлять талантливых и стремящихся к повышению своего профессионального уровня студентов;
- повышать престиж педагогической деятельности;
- совершенствовать механизмы оценки педагогического труда, качества образования.

СПЕКТР ОПЕРАТОРА ЛАПЛАСА НА ГРАФАХ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА

Жмуров А. С.

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

E-mail: zhurov1@mail.ru

Нахождение спектра оператора Лапласа на графах — относительно новая задача в современной математике. На сегодняшний день есть ряд работ, посвященных связи спектра оператора с геометрией графа. Однако вопросы нахождения спектра при сложных структурах графов и большом количестве параметров весов дуг до сих пор остаются открытыми.

1. Основные понятия теории графов

Определение 1. Ориентированным графом (по Бержу) $G(X, \Gamma)$ называется пара (X, Γ) , где X — некоторое непустое множество, а $\Gamma: X \rightarrow 2^X$ — отображение, которое каждому элементу X ставит в соответствие некоторое подмножество X . Множество X — вершины.

Определение 2. Множеством дуг U называется множество вида:

$$U = \{(x, y) \in X \times X \mid y \in \Gamma(x)\}$$

Определение 3. Пусть есть некоторый граф $G(X, \Gamma)$, и некоторое множество $X' \in X$. Граф $G'(X', \Gamma')$ называется подграфом графа $G(X, \Gamma)$, если $\Gamma': X' \rightarrow 2^{X'}$, $\Gamma'(x) = \Gamma(x) \cap X'$.

Определение 4. Пусть $G(X, \Gamma)$ — некоторый граф. Транзитивным замыканием вершины x называется множество $\hat{\Gamma}(x) = \{x\} \cup \Gamma(x) \cup \Gamma^2(x) \cup \dots$. Вершина y называется достижимой их вершины x , если $y \in \hat{\Gamma}(x)$.

Определение 5. Граф называется сильно связным, если в нем все вершины достижимы друг из друга.

Определение 6. Вершина x графа называется граничной, если подграф, порожденный ее транзитивным замыканием $\hat{\Gamma}(x)$ является сильно связным. Множество всех граничных вершин графа называется границей и обозначается ∂G .

2. Понятие оператора Лапласа, задача на собственные значения

Определение 7. Пусть есть некоторый ориентированный граф $G(X, \Gamma)$ и некоторая функция $f: X \rightarrow R$. Пусть U — множество дуг графа, и для каждой дуги задан вес: $p: U \rightarrow [0; 1]$, где для любой вершины x $\sum_{y \in \Gamma(x)} p(x, y) = 1$. Оператором Лапласа называется оператор следующего вида:

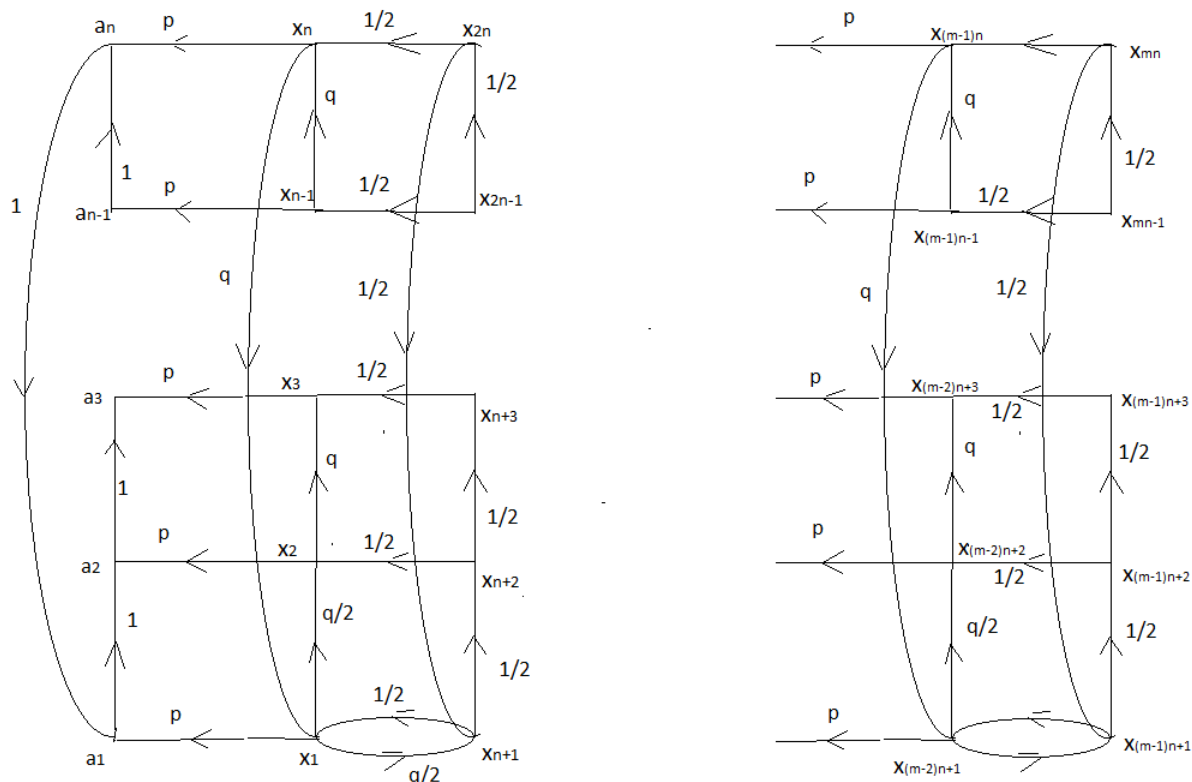
$$\Delta_p f(x) = \sum_{y \in \Gamma(x)} p(x, y) f(y) - f(x)$$

Задача нахождения собственных значений оператора Лапласа имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \Delta_p f(x) = \lambda f(x), \forall x \in X \\ f(\partial G) = \{0\} \end{cases},$$

где ∂G - граница графа.

3. Спектр оператора Лапласа для графов-решетки



Рассмотрим класс задач нахождения спектра оператора Лапласа на графе общего вида.

Данный граф состоит из m структур, которые соединены друг с другом дугами с весами $p \in (0; 1)$ (p выбирается произвольно). Каждая структура представляет собой подграф, имеющий $2n$ вершин. На рисунке введено обозначение $q = 1 - p$. Легко видеть, что каждая структура является компонентой сильной связности графа.

Теорема 1. Спектр данного графа — это корни многочлена следующего вида:

$$f(\lambda) = (1 + \lambda)^{2n} - \frac{q}{4}(1 + \lambda)^{2n-2} - \left(\frac{1}{2^n} + \frac{q^n}{2}\right)(1 + \lambda)^n - \left(\frac{q^n}{2^3} + \frac{q^{n-1}}{2^4} + \dots + \frac{q^2}{2^{n+1}}\right)(1 + \lambda)^{n-2} + \frac{q^n}{2^{n+1}}$$

Литература

1. Берж К. Теория графов и ее применение. М., 1962. 319 с.
2. Тагт У. Теория графов. М., 1988. 424 с.

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА РЕДАКТИРОВАНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ПОВЕДЕНИЯ ДЛЯ UNITY

Задверняк Я. А.

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

E-mail: zadvernyak@sfedu.ru

Разработка дерева поведения для моделирования агентов в играх является задачей, как для программиста, так и для геймдизайнера. [1] При отсутствии специальных инструментов редактирования разработка значительно усложняется. Потребность в редактировании дерева может возникать довольно часто, например, в результате плейтестов. В этом случае процесс правок включает в себя согласование изменений с программистом, внесение этих изменений и повторное тестирование. На это уходит как время, необходимое на согласование правок, так и рабочие ресурсы программиста. Помимо этого, деревья поведения могут быть довольно комплексными, что затруднит внесение изменений и сделает код нечитаемым и плохо поддерживаемым.

Решением этой проблемы могут являться специальные инструменты редактирования деревьев, которые потребуют минимального знания кодовой базы. В этом случае геймдизайнер сможет сам заняться изменением дерева и последующим тестированием без привлечения программиста. Такой инструментарий особо ускорит внесение небольших правок. Вместе с тем его можно использовать для упрощения разработки дерева поведения. Визуализация облегчит поддержку и избавит от необходимости вручную вносить изменения в большую, сложно читаемую структуру.

В данной работе описывается реализация визуального инструмента создания и редактирования деревьев поведения для платформы Unity.

Создаваемое дерево поведения представляет собой класс `HintedExecutionBehaviourTree`, содержащий в себе корневой узел и метод выполнения. [2] Все узлы дерева реализуют базовый интерфейс `BaseNode`, содержащий в себе методы для получения списка узлов-потомков и метод выполнения узла. Для дерева по умолчанию реализованы два узла: узел-последовательность и узел-селектор. Как основные типы узлов, они сразу доступны для добавления. Также реализован узел-действие, используемый для построения дерева в редакторе. Пользователь может создать любой необходимый ему узел, реализовав интерфейс `BaseNode`, и добавить его в дерево как листовой узел-действие.

Редактор для дерева реализован как `CustomEditor` для класса `HintedExecutionBehaviourTree`. Таким образом, дерево можно добавить как

компонент сразу к объекту, к которому оно будет применяться, и редактировать в инспекторе.

Исходя из рекурсивной природы дерева, отрисовка его узлов тоже является рекурсивным процессом. Изначально в пустое дерево предлагается добавить один из доступных корневых узлов – последовательность или селектор. Затем можно начать построение дерева.

Глобально узлы делятся на три типа: последовательность, селектор и действия. Узлы последовательности и селектора визуализируются одинаково: сначала показывается тип узла, затем кнопки для добавления дочерних и удаления, затем по порядку рекурсивно все дочерние узлы.

Узел действия содержит в себе объектное поле, принимающее MonoScript. Из полученного скрипта с помощью `Activator.CreateInstance` извлекается содержащийся класс `BaseNode` и записывается в текущий узел. При этом в редакторе узел отображается по имени своего класса, позволяя легко контролировать заполнение дерева самописными узлами.

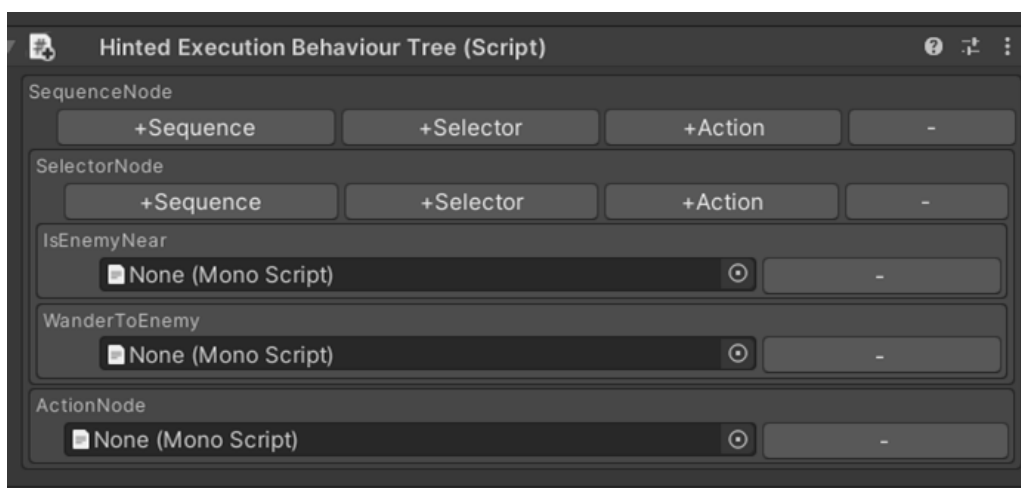


Рис. 1. Редактор дерева поведения

Для того, чтобы внесенные из редактора изменения сохранялись в дереве, у содержащихся в селекторе и последовательности списков дочерних узлов прописан атрибут `SerializeReference`. Он позволяет сериализовать данные для отображения и менять их извне.

Созданный редактор обладает большим потенциалом для расширения и с помощью минимальных изменений может настраиваться программистами под нужды проекта. В случае необходимости можно добавить новые типы узлов, специальным образом обрабатывающих своих потомков (например, для расширения функционала селектора или последовательности). Для этого необходимо в отрисовку узла типа действие включить функцию отрисовки потомков и пометать каждый список потомков вышеупомянутым атрибутом.

Представленный редактор является доступным инструментом редактирования и создания деревьев поведения, позволяющим использовать собственные узлы. Также с его помощью можно легко вносить правки в поведение агентов прямо в процессе тестирования.

Литература

1. Anguelov B., Behavior Trees: Breaking the Cycle of Misuse.
2. Sergio Ocio. Adapting AI Behaviors To Players in Driver San Francisco: Hinted-Execution Behavior Trees / AIIDE'12: Proceedings of the Eighth AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment c. 51–56.

ОПТИМИЗАЦИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ВЕСОВ ДЛЯ ВАЛИДАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕОРИИ ТОНКОГО КРЫЛА

Казаков Е. А., Самсонов И. К.

*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, hazar7073@yandex.ru

В настоящее время широкое распространение в науке получил такой вид эксперимента, как вычислительный эксперимент. Различные пакеты программ (ANSYS, Comsol, NX, Solidworks и пр.) используются для экономии материалов и времени на изготовление опытной модели. Но любой вычислительный эксперимент требует валидации для последующего достоверного применения. Валидация, в свою очередь, происходит путём натурального эксперимента. Как правило, для натуральных экспериментов в области аэродинамики часто используются аэродинамические трубы ввиду своей универсальности [1, 2], поскольку они позволяют с достаточной точностью имитировать движение обтекаемых предметов различной конфигурации в воздушном потоке и фиксировать возникающие при этом силы (феномены, физические явления). Для определения подъёмной силы в малогабаритных трубах, зачастую, используют аэродинамические весы, которые базируются на системе многочисленных тензометрических датчиков.

Для валидации теории математической модели тонкого крыла с винглетами [3] проводился натуральный эксперимент в аэродинамической трубе, установленной на кафедре теоретической и компьютерной гидроаэродинамики. В трубе установлены два типа аэродинамических весов: вертикальные (установленные на задней стенке рабочей зоны трубы) и горизонтальные (установленные непосредственно под рабочей зоной трубы). Рабочая зона представляет собой камеру в форме параллелепипеда 300x300x600мм с выравнивающей решёткой на входе и съёмной боковой дверцей. В ходе натурального эксперимента полноценная исследуемая модель крепится к аэродинамическим весам с помощью державки. В случае с аэродинамической трубой ТКГ горизонтальные весы оснащены вертикальной державкой прямоугольного сечения с программной коррекцией угла атаки, тогда как в вертикальных весах используется державка круглого сечения с возможностью более тонкой ручной настройки. При этом вертикальная державка более удобна при исследовании объектов сложной формы (например, пластинок с винглетами, ориентированными вниз), а горизонтальная обладает

более простым креплением. Внешний вид рабочей зоны аэродинамической трубы и аэродинамических весов изображён на рисунке 1.

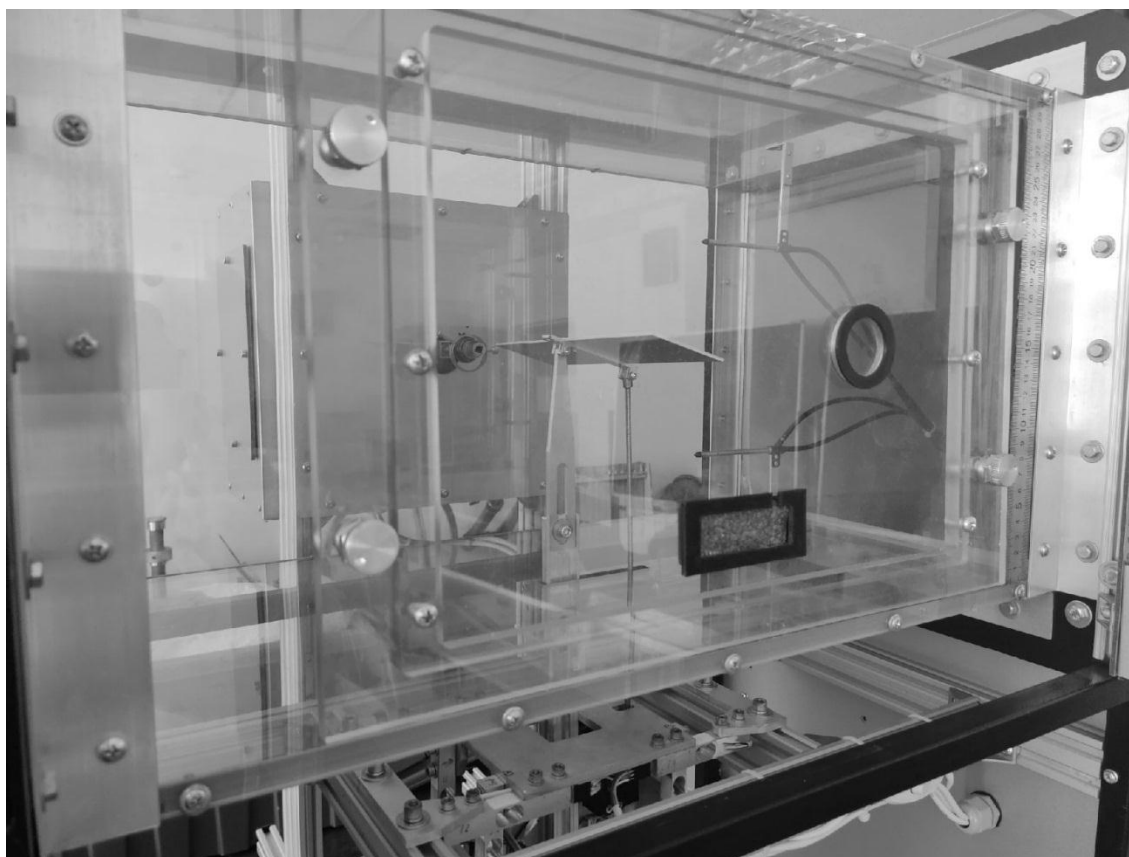


Рис. 1. Общий вид рабочей зоны аэродинамической трубы с установленной на горизонтальные весы пластинкой

Натурный эксперимент состоял из серии обдувов двух типов пластинок габаритами 200 мм на 50 мм. На одной пластинке с двух сторон располагались вертикальные пластинки (винглеты) высотой 20 мм. Пластинки, установленные в рабочей зоне аэродинамической трубы, представлены на рисунке 2.

Пластинки устанавливались как на вертикальные, так и на горизонтальные аэродинамические весы, обдувались со скоростью 12,5 м/с, на углах атаки $\alpha = 4, 10$ и 16 градусов. В серии измерений для горизонтальных весов угол атаки задавался сервоприводом с программным управлением и ключом размыкания электроцепи, позволяющим исключить влияние привода на тензодатчики. В серии для вертикальных весов угол атаки задавался вручную системой точной настройки с выравниванием по механическому угломеру. Полученные значения подъёмной силы представлены в таблице 1. Графики с полученными данными представлены на рисунке 3.

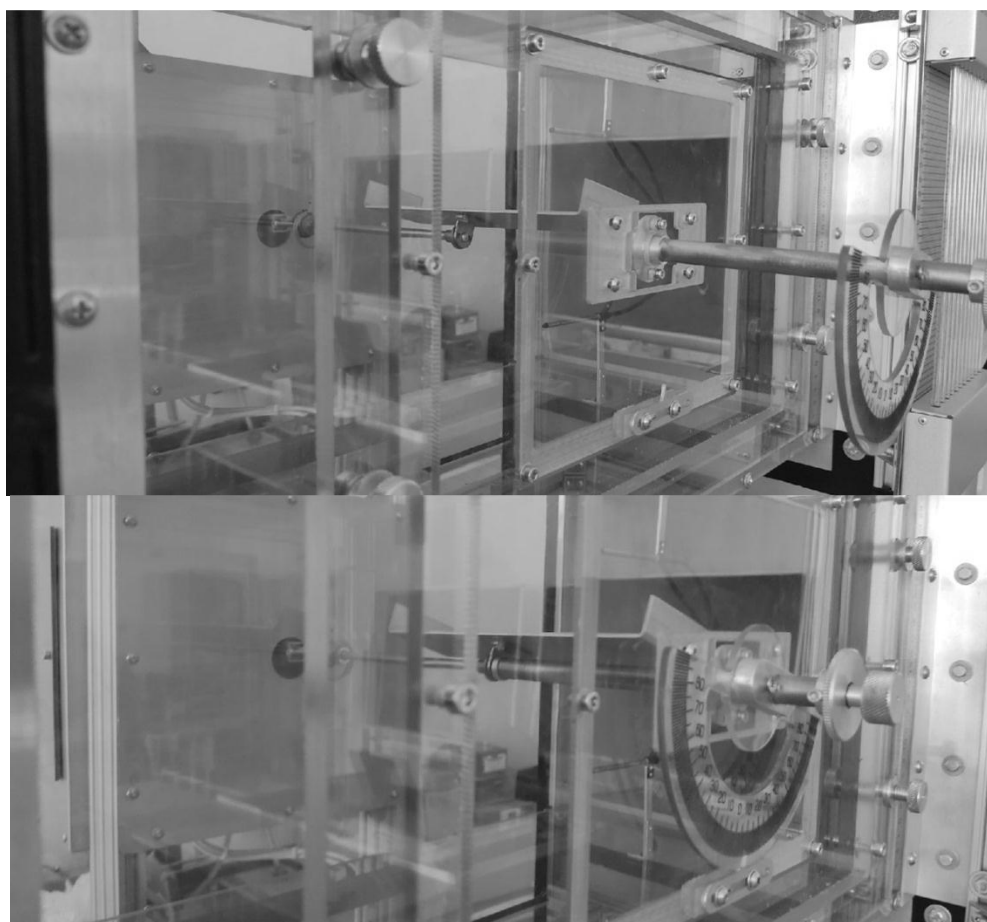


Рис. 2. Пластика в рабочей зоне аэродинамической трубы

Таблица 1. Полученные данные

Р, мН				
α	200x50		20x5 винглет	
	Рпод. / мН			
	вертикальные	горизонтальные	вертикальные	горизонтальные
4	420	416	539	490
10	793	650	872	700
16	900	782	874	676

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что на угле атаки 4 градуса в рамках погрешности результаты сходятся, но при увеличении угла атаки до 10 и 16 градусов заметны существенные расхождения, связанные, по всей видимости, с возрастающей ролью влияния державки. Избежать её наличия технологически невозможно, но в рамках текущей работы наибольший интерес вызывают как раз малые углы атаки [1], для которых результат валидации можно считать удовлетворительным.

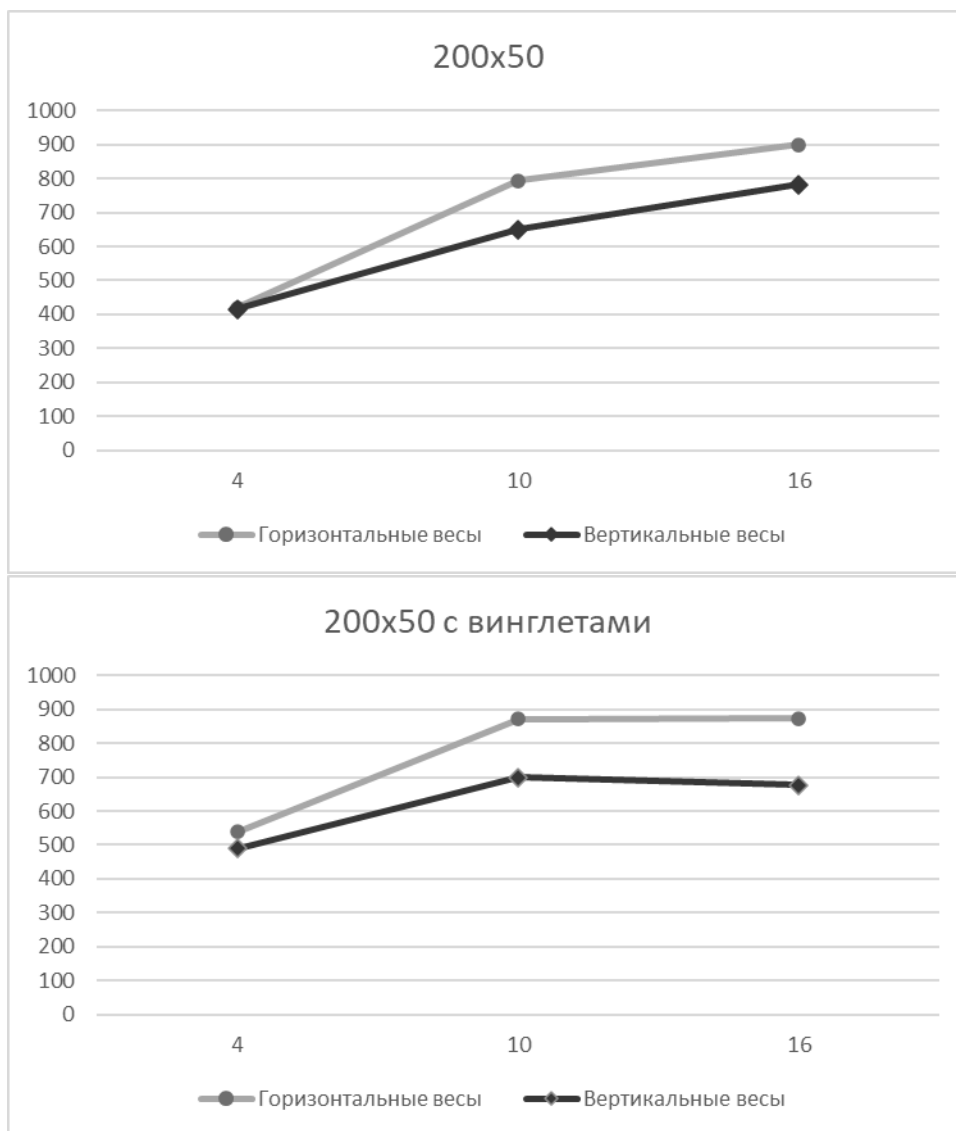


Рис. 3. Графики полученных данных

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 19-29-06013.

Литература

1. GEBBINK Roy & WANG, Ganglin & ZHONG, Min. (2018). High-speed wind tunnel testing of CAE aerodynamic validation model. Chinese Journal of Aeronautics. 31. 10.1016/j.cja.2018.01.010.
2. Kursakov Innokentiy & Kazhan, Egor & Gebbink, Roy. (2018). Computational study of wing deformation and sting interference effects with the CAE-AVM test case. Chinese Journal of Aeronautics. 31. 10.1016/j.cja.2018.05.018.
3. Sumbatyan M. A., Samsonov I. K., On the theory of thin lifting surface with winglets, Mechanics Research Communications 109 (2020) 103519.

ОПЫТ АКТУАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА ПО ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ

Карякин М. И., Махно В. В., Ревина С. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича

E-mail: karyakin@sfedu.ru

В 2021 году Южный федеральный университет приступил к выполнению очень интересного проекта, связанного с актуализацией образовательной программы бакалавриата по направлению «Прикладная математика и информатика». Эта работа выполнялась в рамках федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национального проекта «Цифровая экономика». Общая цель проекта состояла в актуализации и апробировании основных профессиональных образовательных программ высшего образования, направленных на формирование профессиональных компетенций, а также актуализацию индикаторов достижения универсальных и общепрофессиональных компетенций, направленных на применение цифровых технологий, востребованных в соответствующих приоритетных отраслях экономики.

На первый взгляд, в нашем случае актуализировать особо и нечего. Программа «Прикладная математика и информатика» – прекрасный пример того, как работает сплав классического фундаментального образования и современных информационных технологий. Но жизнь идет вперед, мир меняется все стремительнее. И современное образование должно не просто поспевать за этими изменениями, а пытаться их предсказать и опередить.

Разработчики актуализированной программы исходили из того, что, прикладная математика – это, прежде всего, математическое моделирование, понимаемое как наука о построении и использовании математических моделей для описания практически всех явлений и процессов окружающего нас мира: от расщепления атома – до движения галактик, от свойств генома – до иерархически сложных социально-экономических систем. И в том, что мир стал цифровым – огромная заслуга прикладной математики, ставшей основой, фундаментом этой цифровой трансформации.

Согласно Атласу сквозных цифровых технологий, математическое и имитационное моделирование является одной из современных цифровых технологий, на которой основана перезагрузка нашей индустрии и которая позволит вывести производственные процессы на качественно новый уровень.

Сегодняшние новые подходы к моделированию связаны, прежде всего, с использованием таких сквозных цифровых технологий как *Машинное обучение и искусственный интеллект, Большие данные, Облачные технологии*. Поэтому обучение по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» должно быть направлено на выработку цифровых компетенций в указанных областях.

Кроме того, учитывая широкий спектр тех областей современного цифрового производства, в котором работают выпускники современной образовательной программы по прикладной математике и информатике, этих выпускников нужно обязательно знакомить с представительным списком других важнейших современных сквозных технологий. Это

- Распределенные и отказоустойчивые системы
- Имитационное и суперкомпьютерное моделирование
- ERP-системы (Enterprise Resource Planning System)
- Компоненты робототехники и сенсорики
- Технологии беспроводной связи
- Технологии распределенного реестра

Как ввести в программу эти новые технологии, какие добавить курсы, как откорректировать существующие, не нарушив при этом фундаментальный характер образования – именно в этом состояла сложность поставленной задачи.

На первом этапе работ по актуализации образовательной программы очень важными оказались мероприятия, связанные с изучением потребностей и интересов потенциальных работодателей. В качестве таковых были выбраны прежде всего ИТ-компании – как мирового и российского уровня, так и компании, созданные и работающие на территории Ростовской. Кроме того, поделиться своими мыслями о потребностях в кадрах было предложено ИТ-структурам региональных банков, научно-исследовательским институтам и компаниям. Во всех случаях основным требованием к компании выступало условие наличия не менее 30 сотрудников, работающих в сфере современных цифровых технологий. Разработана онлайн-анкета, проведено 8 встреч с представителями таких компаний. В результате такой работы получен отклик 29 компаний, как монопрофильных, так и работающих в нескольких ИТ-сферах.

Тщательный анализ анкет и содержащихся в них ответов был учтен при выборе профессиональных стандартов для разработки профессиональных компетенций выпускников актуализируемой образовательной программы. Кроме того, этот выбор связан с существующими традициями и научными школами Южного федерального университета. Разумеется, в каждом конкретном случае каждого конкретного вуза, планирующего решать задачи актуализации образовательных программ, обязательно должны учитываться оба эти фактора: как потребности и интересы региональ-

ного рынка труда, так и сложившийся научно-педагогический коллектив, области и сферы его научных интересов.

Основную часть актуализации ОПОП взяли на себя общепрофессиональные и профессиональные компетенции. Предложенная нами концепция такова: программа должна содержать обязательный блок фундаментальных математических дисциплин и такой же обязательный блок базовых ИТ-дисциплин. Базовый блок можно разбить на уровни, которые совпадают с порядком их прохождения и в основном соответствуют курсу бакалавриата, на котором изучаются данные дисциплины. Знания, умения и навыки, полученные при прохождении базовых дисциплин, необходимы для освоения двух основополагающих дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений: машинное обучение и искусственный интеллект. Эти дисциплины изучаются в 7 семестре. Кроме того, студент применяет базовые дисциплины при создании проектов первого, второго и третьего курсов, а также при получении первичных навыков научно-исследовательской работы. В конечном счете базовые дисциплины являются фундаментом производственной практики и выпускной квалификационной работы бакалавра. С точки зрения цифровизации, базовые дисциплины служат для освоения следующих сквозных технологий: имитационное и суперкомпьютерное моделирование продуктов, машинное обучение и искусственный интеллект, большие данные, облачные технологии. Предложенную концепцию базовых дисциплин проиллюстрируем следующей схемой.



Для формирования важной общепрофессиональной компетенции, связанной со способностью выпускника понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности в образовательную программу вклю-

чен новый курс «Цифровые инженерные технологии», который посвящен актуальным цифровым технологиям и который целиком разрабатывается на основе предложений работодателей, которые готовы реализовать актуальный модуль или часть модуля внутри курса и/или сформулировать короткий кейс, проектное задание и т.п. Время прохождения курса – последний семестр, перед практиками. Этот курс позволит своевременно реагировать на потребности рынка труда и оперативно осуществлять актуализацию программы.

Потенциальные проблемы, которые могут возникнуть при реализации данного курса, состоят в следующем: эклектичность содержания, разнообразность стиля представления учебного материала и оценочных средств, неудачи в реализации проектных заданий из-за их возможной переусложненности, нехватки времени у студентов на овладение новым стеком технологий и т.п. Тем не менее, разработчики ОПОП считают, что включение данной дисциплины в ОПОП существенно увеличит конкурентоспособность выпускников на рынке труда.

Вариативность обеспечивается курсами по выбору двух типов. Первый тип – это элективные дисциплины, направленные на более узкую специализацию, чем дает направление подготовки в целом. Выбор конкретных курсов разработчиками учебных планов обусловлен как потребностями работодателей (условно говоря, компьютерные курсы), так и существующей научно-исследовательской базой, обеспечивающей подготовку научно-исследовательских кадров (математические курсы). При этом базовые курсы обеспечили задел по каждой из дисциплин, которые приведены в схеме ниже.

3 курс, 2 семестр	4 курс, 1 семестр	4 курс, 2 семестр
Технологии Java	Математические модели естественных наук	Задачи оптимального управления
Полнофункциональная веб-разработка с Ruby on Rails	Эконометрические модели	Алгоритмы на графах
Технологии платформы .NET	Модели нелинейной динамики	Искусственные нейронные сети и приложения
	4 курс, 1 семестр	
	Теория автоматов и шифров	
	Математические основы защиты информации	
	Цифровая обработка сигналов	

Второй тип курсов по выбору – это так называемые майноры.

Разработчики актуализированной программы предлагают, чтобы студент вместо традиционных вузовских академических майноров других факультетах университета выбирал профессиональные майноры, то есть связанные цепочки вариативных курсов, содержание которых определяет, сертифицирует (а возможно и преподает) региональный работодатель.

В актуализированной программе таких майноров, или корпоративных траекторий – четыре.

1. Траектория Банка Центр-Инвест

Веб и мобильные технологии в корпоративных системах; Современные технологии разработки и архитектура сервисов в корпоративных системах; Применение .NET технологий в разработке CRM систем.

2. 1С:Автоматизация бизнеса

Основы программирования 1С; 1С: продвинутое программирование; 1С:автоматизация бизнес-процессов.

3. Java-программирование / Траектория Сбер

Основы языка Java, базовые библиотеки, введение в многопоточную обработку данных; Java – лучшие практики, библиотеки многопоточной обработки данных; Java – асинхронные протоколы взаимодействия, распределенная обработка данных, построение трехзвенной архитектуры.

4. Научоемкий компьютерный инжиниринг

Параллельные алгоритмы вычислительной математики; Принципы разработки быстрых программ; Конечно-элементное моделирование научно-технических задач.

Три из этих траекторий предложены нашими крупнейшими работодателями, реализуются в тесном контакте с ними. Четвертая обеспечивает внутренние потребности вуза (или других региональных вузов) в научно-педагогических кадрах.

Помимо указанных двух типов вариативных курсов и траекторий, студенту предоставляется возможность выбирать факультативы, которые также направлены на освоение сквозных цифровых технологий, но выйдут за рамки основной части образовательной программы.

В заключение отметим, что современные образовательные стандарты дают каждому вузу право самому определять профессиональные компетенции. Поэтому компетентностная модель выпускника в ее профессиональной части должна уточняться в каждом вузе, прежде всего, с учетом потребностей регионального рынка труда, потребностей тех организаций, фирм, компаний, в которые приходят на работу выпускники. А для этого к уточнению модели в каждом конкретном случае, в каждом вузе должны привлекаться свои работодатели. Предложенная в ходе выполнения проекта общая схема взаимодействия с работодателями, учета их интересов и использования их возможностей и ресурсов в ходе разработки и реализации образовательной программы по Прикладной математике и информатике, на наш взгляд, заслуживает распространения и на другие вузы страны.

А проект продолжается. По новой программе в 2021 году начал учиться первый курс мехмата. Следим, волнуемся, готовы при необходимости вносить коррективы.

АНГЛОЯЗЫЧНАЯ МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА МЕХМАТА ЮФУ В ОБЛАСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ИСТОРИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Карякин М. И., Надолин К. А., Наседкин А. В.
*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича*
E-mail: kanadolin@sfedu.ru

Обсуждаются проблемы интернационализации университетского образования уровня магистратуры в новых условиях. Рассмотрен и проанализирован более чем десятилетний опыт преподавания на мехмате ЮФУ англоязычных магистерских программ по математическому моделированию и информационным технологиям.

Дан краткий исторический экскурс и указаны цели, которые ставились на различных этапах развития англоязычных образовательных программ мехмата, а также описаны пути решения возникавших проблем.

Представлены сведения о санкциях со стороны западноевропейских партнеров в связи с событиями на Украине. Приведены некоторые соображения относительно перспектив развития англоязычной магистратуры по математическому моделированию и информационным технологиям на мехмате ЮФУ.

1. Первая магистерская программа «Вычислительная механика и биомеханика» («Computation Mechanics and Biomechanics») с преподаванием ряда предметов на английском языке была запущена на мехмате ЮФУ по направлению подготовки 010403 «Прикладная математика и информатика» в 2009 году [1]. Разработку учебно-методических комплексов дисциплин на английском языке инициировала и финансировала администрация ЮФУ в связи с реализацией плана мероприятий по интернационализации образовательной деятельности, включенных в Программу развития Южного федерального университета.

Магистерская программа «Computation Mechanics and Biomechanics» стала основой договора о сотрудничестве между факультетом математики, механики и компьютерных наук ЮФУ и департаментом математики и физики технологического факультета Технического университета г. Лаппеенранта (Финляндия). Впоследствии этот договор о сотрудничестве преобразовался в совместную международную магистерскую программу двух дипломов [2].

Именно на базе этой программы в период с 2011 по 2014 годы в рамках международного образовательного проекта ICARUS программы «Tempus-IV», финансируемой Евросоюзом, была создана уже полностью англоязычная магистерская программа «IT in Biomechanics» [3].

2. Важнейшим этапом развития англоязычной магистратуры по математическому моделированию и информационным технологиям на мехмате ЮФУ стало выполнение международного проекта ICARUS – “Internationalised Curricula Advancement at Russian Universities in the Southern Region” («Интернационализация учебных планов на уровне магистра в российских вузах в южном регионе»).

Проект был представлен Южным федеральным университетом совместно с тремя российскими и четырьмя европейскими университетами. В состав консорциума вошли Южно-Российский государственный технический университет (г.Новочеркасск), Кубанский государственный университет (г.Краснодар), Воронежский государственный университет (г. Воронеж), а также University of Linköping (Швеция); University of Twente (Голландия); Lappeenranta University of Technology (Финляндия); Technical University Braunschweig (Германия).

Проект стал победителем грантового конкурса "Tempus-IV", проводимого в 2011 году в рамках 7 Рамочной Программы Евросоюза и длился 3 года. Бюджет проекта составил 800000 евро.

Важным направлением работы по проекту ICARUS стало углубление и развитие партнерских связей между российскими и европейскими университетами, а также академическая мобильность студентов и преподавателей [4].

В процессе выполнения проекта ICARUS была проведена значительная методическая работа по согласованию учебных планов магистратуры вузов-партнеров и приведению их в соответствие, как российским федеральным государственным образовательным стандартам, так и положениям Болонской декларации [5, 6].

3. В 2015–2020 гг. англоязычная магистерская программа дорабатывалась и менялись ее названия: «Computation Mechanics and Information Technologies», «Mathematical Modelling and Information Technologies», «Mathematical Modelling, Numerical Methods and Program Complexes» [7, 8]. За прошедшее время на мехмате ЮФУ накоплен большой опыт академического сотрудничества с зарубежными вузами, в результате которого более сорока выпускников мехмата получили дипломы европейских университетов [9–11].

При запуске в 2020 году магистерской программы «Mathematical Modelling, Numerical Methods and Program Complexes» (Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ) была проведена модернизация с учетом образовательных задач лаборатории вычисли-

тельной механики мехмата ЮФУ, созданной в 2019 году в рамках проекта «Модели, алгоритмы и программные средства для многомасштабного анализа новых материалов и физически активных сред», поддержанного грантом Правительства Российской Федерации для государственных научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых [12].

4. В 2022 году истекает очередной пятилетний срок действия договора о присуждении двух дипломов. До недавнего времени планировалось его переподписание на период 2023–2027 гг., но 14 марта координатор международной академической мобильности мехмата ЮФУ получил от своего финского коллеги электронное письмо следующего содержания: «В соответствии с решением министра науки и культуры Финляндии, ЛУТ приостанавливает любое сотрудничество с российскими организациями-партнерами в сфере высшего образования и науки. Согласно новой политике, ЛУТ не будет инициировать новые проекты и на время приостанавливает существующее сотрудничество. Среди прочего это включает в себя мобильность студентов и сотрудников, сотрудничество по двойным дипломам на уровне бакалавра, магистра и доктора и все сотрудничество на основе проектов... Как только мир, признанный международным правом, будет восстановлен, мы будем рады возобновить обсуждение возобновления сотрудничества.»

Таким образом, на новом этапе развития англоязычной магистратуры по математическому моделированию и информационным технологиям на мехмате ЮФУ вектор интернационализации меняется в направлении стран СНГ, ОДКБ, ШОС, Ближнего Востока и Юго-восточной Азии. Особую роль в международной академической мобильности, очевидно, будет играть Китай, что подтверждается расширением сотрудничества с китайскими коллегами.

Литература

1. Батченко А. Г., Карнаухова О. А., Карякин М. И., Надолин К. А., Наседкин А. В., Чернявская И. А. Перспективы международной образовательной программы по техноматематике и вычислительной механике в Южном федеральном университете // XVII Межд. конф. "Математика. Компьютер. Образование" (Дубна, 25–30 янв. 2010 г.). Тез. докл. – Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2010. – С. 383.
2. Карякин М. И., Надолин К. А., Наседкин А. В. Блок ИТ-дисциплин как связующая основа магистерских программ двойных дипломов по прикладной математике и инженерии // Научно-методич. конф. "Современные информац. технологии в образовании: Южный Федеральный округ". 11–13 мая 2011. Тез. докл. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2011. – С. 151–152.

3. Буркель Н., Творогова С., Шендерова С. Примеры совместных программ между европейскими и российскими вузами // Инновации и изменения в транснациональном образовании. – European Union, 2014. – 178~р. DOI: 10.2871/94451.
4. Надолин К. А. Проект ИКАРУС: консорциум и его задачи / В кн. «Интернационализация учебных планов на уровне магистра в российских вузах южного региона: сборник материалов и докладов». Южный федеральный университет. – Ростов н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2014. – С.6–11.
5. Карякин М. И., Надолин К. А., Наседкин А. В. О концепции магистерской образовательной программы «IT in Biomechanics», разрабатываемой в ЮФУ по проекту ICARUS программы Tempus-IV // Материалы XIII Международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии» и IV Школы-конференции для преподавателей высшей и средней школы «Информатика в образовании», г. Воронеж, 7–8 февраля 2013 г. Т. 4. – Воронеж, 2013.– С. 158–161.
6. Карякин М. И. Надолин К. А., Наседкин А. В. Реализация в рамках проекта ICARUS магистерских программ «IT in Engineering» с перспективой присуждения двух дипломов // Там же. – С. 154–157
7. Надолин К. А., Карякин М. И., Наседкин А. В. Учебные модули по биомеханике в англоязычной магистерской программе мехмата ЮФУ “Computational Mechanics and Informational Technologies” // Математическое моделирование и биомеханика в современном университете. Тез. докл. XIII Всеросс. шк.-семинара, пос. Дивноморское, 31 мая – 3 июня 2018. Ростов н/Д, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2018. С. 57–58.
8. Карякин М. И., Надолин К. А., Наседкин А. В. Электронные ресурсы в англоязычной магистерской программе “Computational Mechanics and Informational Technologies” // Труды VI Межд. научно-методического симпозиума «Электронные ресурсы в непрерывном образовании «ЭРНО-2017», Адлер, 24–27 сентября 2017 г. – С. 50–53.
9. Надолин К. А., Карякин М. И., Наседкин А. В. Мехмат ЮФУ: путь в европейское образовательное пространство // «Русский язык в парадигме современного образования: Россия и Иbero-Американский мир». Материалы Международного форума (10–11 мая 2018 г., г. Кадис (Испания) – Ростов н/Д, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2018. – С. 186–188.
10. Nadolin K., Karyakin M., Nasedkin A. Virtual academic mobility in the context of the master’s program “Computational mechanics and information technologies” in the Southern Federal University // 20th European Conference on Mathematics for Industry (ECMI 2018), 18–22 June 2018, Budapest, (Hungary). Book of Abstracts, – Budapest, 2018. – P. 60.
11. Надолин К. А., Карякин М. И., Наседкин А. В. Десять лет международной магистерской программе двойных дипломов на мехмате ЮФУ //

Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития: материалы XXVI научн. конф. (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 18–19 апреля 2019). – Ростов н/Д, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2019. – С. 199–201.

12. Надолин К. А., Карякин М. И., Наседкин А. В. О магистерской программе мехмата ЮФУ «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», ориентированной на научно-исследовательскую профессиональную деятельность и обучение в аспирантуре // Сб. трудов XXVIII Всеросс. конференции-школы молодых исследователей «Современные проблемы математического моделирования», пос. Абрау-Дюрсо, 16–21 сентября 2019 г. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2019. – С. 85–90.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ГЕОЛОКАЦИИ В ANDROID ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФИТНЕС-ИГРЫ

Каспаров А. В.

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

Фитнес-игра – целый жанр игр, преимущественно для мобильных устройств, способствующих поддержанию здоровья игрока. Этот жанр позволяет игрокам геймифицировать процесс своих тренировок в том или ином виде: какие-то игры рассчитаны на конкретную активность, другие – позволяют комбинировать разные занятия. Третьи – предлагают свои собственные виды активности для игрока. Часто такого рода игры обладают минимально достаточным пользовательским интерфейсом и тесной интеграцией с устройствами отслеживания состояния игрока, включая, но, не ограничиваясь данными с датчиков умных устройств (браслеты, весы, часы, телефон, и т. д.). Игра, разрабатываемая в рамках данной работы, будет геймифицировать один вид активности – бег.

В процессе анализа технических рисков были определены базовые блоки функционала приложения:

1. Обработка геолокации.
2. Управление воспроизведением аудио.
3. Движение игрока по сюжетной линии.
4. Ядро управления геймификацией активности.
5. Базовый пользовательский интерфейс.
6. Отслеживание и ограничение длительности игровой сессии.

Получать данные о геолокации устройства в Android можно несколькими способами:

1. Используя методы обращения к сервисам устройства, получить доступ к сервису геолокации, проверить методы геолокации (GPS, Сеть) и на их основе совершить «запрос геолокации», получив результат.
2. Использовать методы FusedLocationProvider [1] из пакета Google [Play] Services, которые самостоятельно определяют сервис получения геоданных и вернут результат.

В рамках данной работы был выбран второй вариант. Для этого был подключен пакет play-services-location из пакета com.google.android.gms.

Для получения дополнительных данных о физической активности пользователя устройства был подключен пакет play-services-fitness из того же пакета, что и сервис геолокации выше.

В качестве базы данных была выбрана система SQLite [2], представляющая из себя базу данных в одном файле, хранящемся на устройстве пользователя.

Для упрощения работы с базой был использован пакет Android Room [3]. Он предоставляет возможность применения некоторых уровней абстракции для работы с данными из базы, такие как Сущность (Entity), DAO (Data Access Object, объект доступа к данным), а также такие концепты как LiveData (объект доступа к данным в реальном времени) и ViewModel (объект, связывающий данные с компонентом представления пользовательского интерфейса). Данные о геолокации хранятся в базе данных, доступ к которой производится через библиотеку Android Room, создающую некоторые абстракции для управления сущностями, объектами доступа к данным и объектами связи данных с макетом содержимого экрана.

Объект класса AppDatabase, наследующийся от системного RoomDatabase, реализует паттерн проектирования Singleton [4], доступен в единственном экземпляре на протяжении всей работы приложения и используется для следующих целей:

1. Инициализация базы данных с нуля согласно автоматически сгенерированной схеме на основе известных приложению объектов типа Сущность.
2. Инициализация репозитория с существующими данными, также реализующего паттерн проектирования Singleton, что делает его доступным в единственном экземпляре на протяжении всей работы приложения.

После инициализации базы и репозитория вся работа с данными производится с помощью методов объекта класса LocationDao, который реализует CRUD модель доступа к содержимому репозитория.

С помощью объекта LocationUpdatesBroadcastReceiver приложение подписывается на получение обновлений от сервиса геолокации Google Services – FusedLocationProviderClient. Далее создается PendingIntent – ожидающее действие, которое при получении нового широковещательного сообщения с данными о геолокации запускает метод сохранения полученных данных в базу. Доступ к сервису геолокации FusedLocationProviderClient производится через класс-обертку LocationManager, который отвечает за хранение флага активности отслеживания и настроек отслеживания, таких как частота отслеживания, приоритет получения данных и требуемая точность данных.

Ядро управления геймификацией активности представляет из себя класс, который на основе заранее заданного сюжета (набора инструкций для геймификации процесса) вызывает методы управления другими компонентами приложения: таймеры, сервисы управления воспроизведением аудио, сервис отслеживания физической активности и сервис управления точками интереса на карте.

Длительные интенсивные тренировки могут быть потенциально опасны для неподготовленного пользователя. Чтобы этого избежать, в приложении настроена система информирования о необходимости отслеживать свое самочувствие, а также предусмотрено автоматическое завершение тренировки, если ее длительность превышает заранее заданное пороговое значение.

Литература

1. Fused Location Provider API // Google Developers [Электронный ресурс]. URL: <https://developers.google.com/location-context/fused-location-provider?hl=ru> (дата обращения: 07.01.2022).
2. SQLite Documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sqlite.org/docs.html> (дата обращения: 07.01.2022).
3. androidx.room // Android Developers [Электронный ресурс]. URL: <https://developer.android.com/reference/androidx/room/package-summary?hl=ru> (дата обращения: 07.01.2022).
4. Паттерн Singleton – Одиночка. Описания паттернов проектирования. Паттерны проектирования. Design pattern ru [Электронный ресурс]. URL: <http://design-pattern.ru/patterns/singleton.html> (дата обращения: 07.01.2022).

НАХОЖДЕНИЕ ОБЛАСТИ ДИФФУЗИОННОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ БРЮССЕЛЯТОРА

Келеметова К. А.

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

Параболические уравнения в частных производных, называемые уравнениями реакции-диффузии, применяются при моделировании различных физических, биологических и других процессов [1].

В данной работе рассматривается система уравнений реакции-диффузии, моделирующая реакцию Белоусова-Жаботинского — брюсселятор, предложенная в Брюсселе И. Пригожиным и Р. Лефевром (1968) [2].

Математическая модель описывает распределение реагентов в ограниченном пространстве с течением времени и имеет следующий вид:

$$\begin{cases} u_t = \Delta u + A - (B + 1)u + u^2v \\ v_t = d\Delta v + Bu - u^2v \end{cases}$$

Здесь $u(x, t)$, $v(x, t)$ — концентрации химических веществ U и V , зависящие от времени t и пространственной переменной x ; A, B — постоянные концентрации вспомогательных веществ; $d > 0$ — коэффициент диффузии.

Положение равновесия (u_0, v_0) системы уравнений реакции-диффузии неустойчиво по Тьюрингу, если выполняются следующие условия: 1) в отсутствие диффузии собственные значения линеаризованной системы лежат строго в левой полуплоскости; 2) для линеаризованной системы с диффузией существует собственное значение, лежащее в правой полуплоскости.

При выполнении дополнительных ограничений происходит бифуркация Тьюринга, в результате которой из равновесия рождаются пространственно-неоднородные структуры. Здесь роль бифуркационного параметра играет коэффициент диффузии d [3].

Как показано в [4], область необходимых условий неустойчивости ограничена кривой нулевого следа $B - A^2 - 1 = 0$, дискриминантной кривой $B = \frac{1}{d}A^2 + \frac{2}{\sqrt{d}}A + 1$ и геометрическим местом точек $Det(J) = A^2 = 0$, где J — матрица Якоби линеаризованной системы. Аналитически найдены достаточные условия неустойчивости Тьюринга, критическое значение ко-

эффицента диффузии, а также диапазон волновых чисел, при которых имеет место неустойчивость Тьюринга.

С помощью средств пакета Maple была представлена визуализация результатов исследования. Примеры полученных областей приведены ниже:

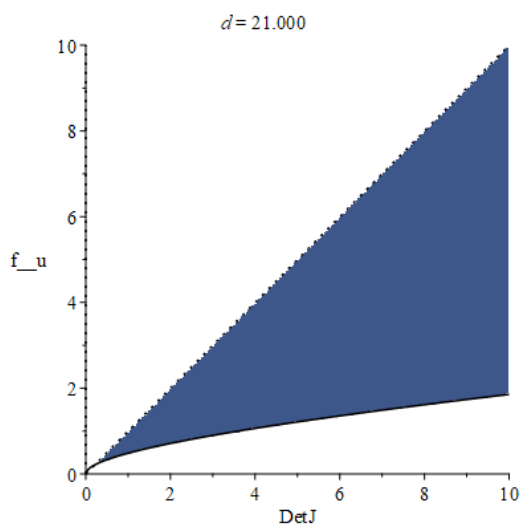


Рис. 2. Область выполнения необходимых условий неустойчивости Тьюринга для $d = 21$

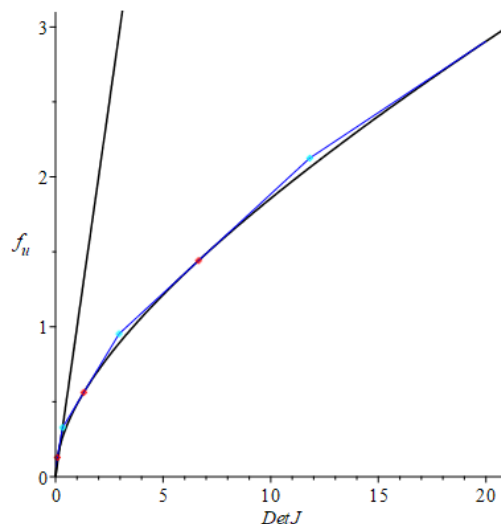


Рис. 2. Область выполнения достаточных условий неустойчивости Тьюринга для $d = 21$

Литература

1. Wei W., Winter M. Mathematical aspects of pattern formation in biological systemsq, Springer, Applied mathematical Sciences, Vol. 189, 2015, <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5526-3>.
2. P. Glanddorff and I. Prigogine, Thermodynamic theory of structure, stability and fluctuations, Wiley, New York (1971).
3. Murray, J. D. Mathematical biology II: Spatial models and biomedical applications – New York: Springer, 2003. DOI: 10.1007/b98869.
4. Revina S. V., Lysenko S. A. Sufficient Turing instability conditions for the Schnakenberg system // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. 2021. Т. 31. № 3. С. 424–442. DOI: 10.35634/vm210306

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОУПРУГИХ СВОЙСТВ ПЛЕНКИ НА ПОДЛОЖКЕ

Клунникова Ю. В., Аникеев М. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения,
Институт компьютерных технологий и информационной
безопасности,
г. Таганрог

E-mail: yvklunnikova@sfnu.ru

Получение тонких пленок на диэлектрических и полупроводниковых подложках очень важно для разработки функциональных устройств, таких как фотоэлектрические преобразователи или чувствительные элементы газовых датчиков [1–3].

Применение лазерного излучения для получения тонких пленок на поверхности сапфировой подложки увеличивает производительность изготовления газовых элементов, обеспечивает стабильность параметров пленки и повышение качества оксида [3–4].

Численное моделирование является эффективным методом исследования сложных систем, в том числе анализа термоупругих напряжений в системе тонкая пленка-подложка. Пакет Multiphysics ANSYS подходит для таких исследований и позволяет провести термомеханический анализ как для оценки температуры, так и для оценки уровня напряжений в пленках. Он позволяет анализировать генерацию и эволюцию напряжений в тонкопленочных структурах и условий обработки на распределение напряжений. Несмотря на то, что было проведено много исследований об эволюции напряжений при получении тонких пленок, остаются без ответа вопросы относительно основных механизмов и того, как они обусловлены конкретными структурами материалов и условиями получения, исследованием свойств нелинейности материалов в температурном диапазоне.

Влияние технологического процесса на термоупругие напряжения в пленках TiO_2 исследовано экспериментально и с помощью компьютерного моделирования. Проведен анализ влияния свойств материала, структуры тонкой пленки и условий обработки на распределение термоупругих напряжений.

Локализация теплового эффекта при лазерном отжиге пленок TiO_2 на сапфировой подложке приводит к большому температурному градиенту в зоне воздействия лазерного луча, термомеханическим напряжениям и возможным дефектам. Схема лазерного отжига пленки TiO_2 на поверхности сапфировой подложки представлена на рисунке 1.

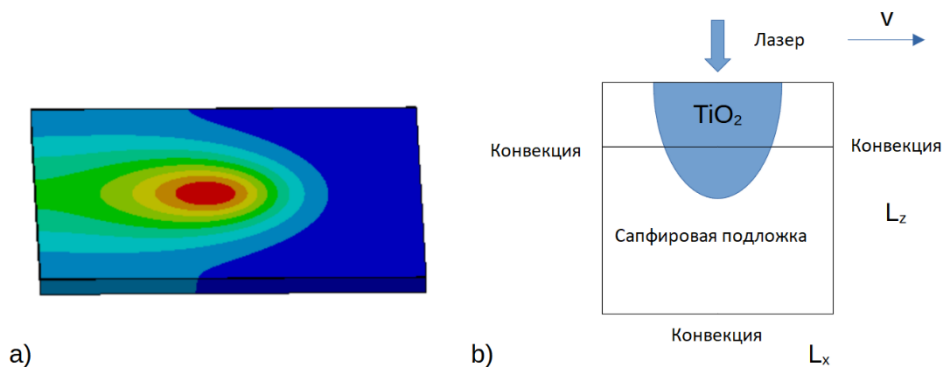


Рис. 1. Схема лазерного отжига пленки TiO_2 на сапфировой подложке

Рассмотрены различные сценарии лазерного отжига пленок TiO_2 на сапфировой подложке. Рассчитано распределение напряжений в структуре пленка TiO_2 – сапфир под действием лазерного излучения. Модель в пакете ANSYS позволила исследовать лазерный отжиг пленки TiO_2 на сапфировой подложке с изменением параметров лазерной обработки, таких как скорость сканирования и мощность лазерного луча.

Данная работа в Южном федеральном университете и Ганноверском университете им. Г. В. Лейбница была поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации и Германской службой академических обменов (DAAD) в рамках сотрудничества по совместной программе «Михаил Ломоносов».

Литература

1. Malyukov S. P., Sayenko A. V., Klunnikova Yu. V. Research of Influence of Laser Annealing Parameters on Structural and Morphological Properties of TiO_2 Thin Films // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – № 475. – V. 012008.– pp. 1–4.
2. Malyukov S. P., Klunnikova Yu. V., Sayenko A. V., Tolstunov M. I. Investigation of Titanium Oxide Film on Sapphire Substrate for Gas Sensor // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – № 1124. – V. 022003.– pp. 1–4.
3. Богданов Ю., Кочемасов В., Хасьянова Е. Неорганические подложки: характеристики, критерии выбора // Печатный монтаж. –2014. – № 1. – С. 204–216.
4. Хороших В. М., Белоус В. А. Пленки диоксида титана для фотокатализа и медицины // ФИП. – Т. 7. – № 3. – 2009. – С. 223–238.

ГЕНЕРАЦИЯ РЕАЛИСТИЧНОГО ШУМА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Коваленко 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: alexey.s.russ@mail.ru, demyanam@gmail.com

Шумоподавление является одной из главных задач в области обработки изображений и видео. На данный момент эффективнее всего задача подавления шума на изображениях решается с помощью нейросетевых подходов. Но данные подходы имеют один существенный недостаток, им необходим выравненный набор данных для обучения. То есть обучающие данные должны состоять из пар изображений, где чистому изображению без шума соответствует зашумлённое изображение с таким же визуальным содержанием.

В реальных условиях такие пары можно получить, используя камеру на штативе или использовать наложение синтетического шума. В первом случае производится съёмка серии кадров неподвижной сцены, и затем данные кадры усредняются для получения изображения, близкого к чистому, а любой кадр из данной серии может выступать зашумлённым изображением. Но с другой стороны практически невозможно применить данный подход для записи выравненных пар видеозаписей. Поэтому, например, авторы работ [1] и [2] используют наложение Гауссова шума на кадры из видео для получения искусственного зашумлённого изображения. Но попиксельное наложение шума имеет существенный недостаток, а именно такой искусственный шум сильно отличается от реального цифрового шума и нейронные сети переобучаются эффективно подавлять только его.

При попиксельном наложении искусственного шума на входное изображение физические свойства КМОП-сенсора камеры не учитываются. Например, переэкспонированные области изображения не должны содержать шума. А области, близкие к переэкспонированным, должны содержать низкий уровень шума. На эти свойства ссылается автор работы «Saturation (Imaging)» [3]. Это можно продемонстрировать на примере из набора данных «SIDD» [4]. На рис. 1 вы можете видеть пример переэкспонированной области и то, что покрытие гауссовым шумом сильно отличается от фактического шумового изображения, снятого в плохих условиях.

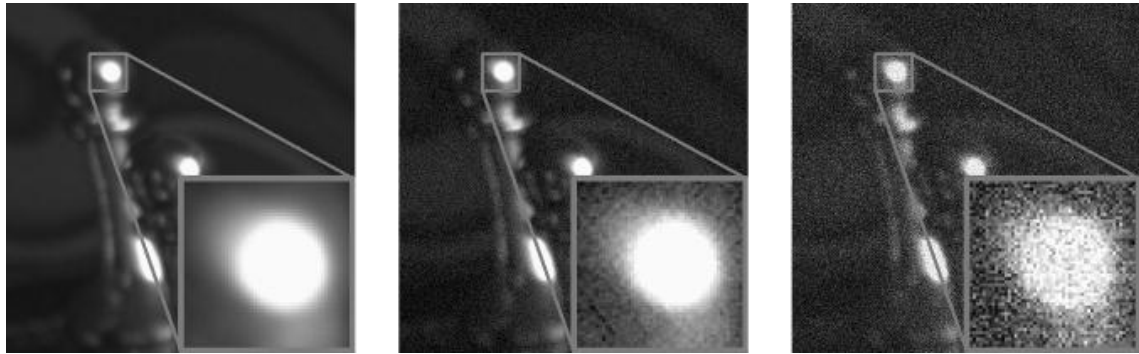


Рис. 1. Слева направо: исходное изображение, исходное изображение с шумом, результат добавления гауссова шума к чистому изображению с среднеквадратичным отклонением 50

Для реализации модели, генерирующей реалистичный шум, нами был модифицирован подход «DANet» [5]. Мы заменили модели генератора и шумоподавителя семейства архитектур Unet, используемые авторами работы [5] на модели с более современной архитектурой, называемой «визуальными трансформерами», а в частности «Uformer» [6]. При обучении обновлённых моделей, нам удалось улучшить показатели метрики «пиковое отношение сигнала к шуму» с 39.3 до 39.4 при решении задачи подавления шума на валидационном наборе данных «SIDD» [4]. Поскольку итоговая модель состоит из генератора шума и шумоподавителя, из данных метрик следует, что генератор шума также был улучшен.

Ссылка на репозиторий с реализацией пайплайна для обучения моделей генерации шума, содержащий архитектуры из экспериментов: https://github.com/AlexeySrus/image_denoising/tree/video_denoising

Литература

1. Tassano Matias, Delon Julie, Veit Thomas. FastDVDnet: Towards Real-Time Deep Video Denoising Without Flow Estimation // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2020. – June.
2. Claus Michele, Gemert Jan. ViDeNN: Deep Blind Video Denoising. – 2019. – 06. – P. 1843–1852.
3. Hasinoff Samuel W. Saturation (Imaging) // Computer Vision, A Reference Guide. – 2014.
4. NTIRE 2019 Challenge on Real Image Denoising: Methods and Results / Abdelhamed Abdelrahman, Timofte Radu, Brown Michael S., et al. // The IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW). – 2019. – June.

5. Dual Adversarial Network: Toward Real-world Noise Removal and Noise Generation / Yue Zongsheng, Zhao Qian, Zhang Lei, and Meng Deyu // Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV). – 2020. – August.
6. Uformer: A General U-Shaped Transformer for Image Restoration / Wang Zhendong, Cun Xiaodong, Bao Jianmin, and Liu Jianzhuang // CoRR. – 2021. – Vol. abs/2106.03106. – arXiv :2106.03106.

ИНТЕГРАЦИЯ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ. МЕТОДЫ. ЭТАПЫ ИНТЕГРАЦИИ

Косицына И. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: ivp@sfedu.ru

Интеграция данных – это всегда довольно рискованная задача, связанная с тем, что нужно учесть множество факторов, рисков, организационных проблем. Переход от бумажного документооборота к цифровому породил на предприятиях большое количество различных систем по учету того или иного сектора работы, следствием чего явилось дублирование информации в разных базах и снижение эффективности работы. На сегодняшний день почти перед каждым предприятием стоит вопрос: либо внедрение единой многофункциональной системы учета, которая сможет охватить все бизнес-процессы в рамках одного предприятия, либо внедрение системы интеграции данных из различных источников. Конечно же, построение интеграционной системы является более надежным и верным решением в такой ситуации. Это обусловлено несколькими моментами:

Во-первых, сокращение объемов работы пользователей. Выбор источников данных, самостоятельное обращение к каждому источнику, а затем объединение и сравнение полученных данных – трудозатратная задача пользователя. Интеграция данных позволит сократить эти объемы.

Во-вторых, источниками данных в интегрируемой системе могут выступать помимо классических баз данных также репозитории, веб-сайты, различные системы.

Главной задачей интеграции данных является формирование полного и непротиворечивого набора данных на основе множества разнородной входящей информации, полученной из различных источников.[1].

Разработка интеграционной системы – это сложный и многоэтапный процесс, в рамках которого необходимо проанализировать поставленную задачу, выявить аспекты, отвечающие за сложность интеграции, и только после этого приступать к проектированию. Как любая задача, задача интеграции делится на 4 этапа:

- предварительный анализ (концепция);
- проектирование;
- техническая реализация;
- сопровождение.

На первом этапе необходимо определить цели и задачи интеграции в рамках бизнес-процесса, то, как мы будем выполнять интеграцию (архитектурный паттерн интеграции), мастер-системы и системы потребители,

требования к скорости, предполагаемый рост нагрузки и т.д. Среди сложностей, возникающих в процессе интеграции, можно выделить следующие: концептуальная разница (разность решений и допущений систем в организации, которые не стыкуются между собой); технологическая разница (несовместимость протоколов взаимодействия или формата обмена данными); несовместимость лицензий. В каждом случае необходимо найти оптимальное решение проблемы в рамках поставленной задачи.

Большинство информационных систем состоит из типовых компонентов. Разумно подходить к интеграции с позиции ключевых составляющих этих систем. Наиболее целостным подходом к интеграции систем является интеграция на уровне бизнес-процессов, в рамках которых происходит не только интеграция бизнес-процессов, но и интеграция приложений, данных, а также людей, вовлеченных в этот бизнес-процесс. [2] Поэтому на этапе проектирования необходимо построить диаграммы потоков данных, объектную модель, таблицы маппинга. Под маппированием в данном контексте понимается определение соответствия данных между потенциально различными семантиками одного объекта или разных объектов.

Итогом первых двух этапов будет являться спецификация, которая необходима разработчику и тестировщику. Здесь мы будем отвечать на ряд вопросов, первым из которых будет вопрос «Как?».

Сначала необходимо определить тип взаимодействия: файловый обмен, веб-сервис, интеграционная шина, БД. Выделяют следующие методы интеграции:

1. Синтаксические:

a. Консолидация (интеграция на физическом уровне);

b. Федерализация (интеграция на логическом уровне);

c. Распространение (подразумевает копирование из одного места в другое);

2. Семантический (основывается на знании и учете природы данных).

В зависимости от того, какой тип взаимодействия выбран, необходимо описать настройки подключения (адрес, название метода, логин/пароль). Определить, что может инициировать запуск интеграции (триггеры для интеграции) и расписание запуска (периодичность, интервал, возможность отключения или принудительного запуска). Следует отметить, что в случае интеграции несколько систем и необходимости составления расписания запуска потоков данных, важно заранее продумать следующий момент: если дочерние/родительские сущности должны быть получены заранее, и их идентификация осуществляется без родительских сущностей, то расписание должно быть выстроено последовательно.

Следующий вопрос: «Где забираем данные?»

Необходимо определить название папки, сервиса. Для файлового обмена важно описать шаблон названия папки (маску), правила (проверка на

соответствие названия шаблону, наличие сетевого доступа). Здесь необходимо прописать порядок действий в той или иной ситуации, например, при отсутствии сетевого доступа необходимо опередить, через какое время будет производиться попытка повторного подключения, сколько таких попыток повторного подключения допустимо. Важно продумать обработку дублей и файлов, порядок хранения файлов (сколько хранить данные, чтобы избежать избыточной нагрузки на сервера).

Еще один вопрос: «Что? Куда?»

С самого начала может быть неясно, какие данные должны быть объединены (формат, структура данных). На этом этапе важно тесное общение с заказчиком, выявление требования, протокол обсуждений, заполненный пример. Работа с разнородными данными может вызвать ряд трудностей, которые требуют обсуждения. Часто возникает потребность структурировать неструктурированные данные и объединить разнородные источники и типы информации в единый уровень данных[3]. Немаловажным является и качество данных, которые непосредственно будут влиять на процесс принятия решений, поэтому важно выбрать эффективный подход к очистке данных. Проводя анализ данных, необходимо учитывать и различного типа проверки (файл не соответствует формату, нарушена структура и порядок следования атрибутов, обязательные реквизиты не заполнены, файл пуст.) и какие действия следуют (обработка ошибок и степень предупреждения). Но также нужно исключить излишне требовательные проверки. Необходимо определить, как осуществляется загрузка из нескольких источников (разделение потоков данных). Здесь очень важна диаграмма потоков данных, разделение потоков данных на уровне структуры и анализ бизнес-процессов.

К этапу технической реализации необходимо приступать только после решения всех вопросов и проблем, возникших на предыдущих этапах. Подробная и грамотно составленная спецификация будет служить отправной точкой для разработчиков интеграционной системы.

Как и любая информационная система, интеграционная система нуждается в дальнейшем сопровождении, и важным моментом является ее масштабируемость. Разумно позаботиться об эффективном развитии продукта и оперативности исправления ошибок.

Подводя итог можно заключить, что целесообразно подбирать метод интеграции под конкретное предприятие, проведя анализ потоков данных и бизнес-процессов этого предприятия. Следует отметить, что на сегодняшний день внедрение интеграции данных имеет достаточно широкую сферу применения и очень востребована. Но существующие методам еще предстоит решить ряд возникающих проблем и сложностей в процессе интеграции.

Литература

1. Акаткин Ю. М. Применение методов семантической интеграции на примере организации информационного взаимодействия веб-сервисов / Ю. М. Акаткин, Е. Д. Ясиновская, М. Г. Бич, А. В. Шилин // Информационные ресурсы России. 2017. № 2. С. 13–19
2. Голикова Ж. В., Янишевская А. Г. Методы интеграции данных систем предприятий / Ж. В. Голикова, А. Г. Янишевская // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность. 2019. № 1 (190). С. 188–190
3. Багутдинов Р. А. Методы интеграции, уменьшение размеров и нормализация обработки разнородных и разномасштабных данных // International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307–8162 vol. 9, no. 2, 2021 (41). С. 39–44
4. Черняк Л. С. Интеграция данных: синтаксис и семантика, Открытые системы, № 10, 24–30 (2009).
5. Шундеев А. С., Першин И. С. Интеграция данных: от баз данных к информационным ресурсам // Знания – Онтологии – Теории (ЗОНТ-09): материалы всеросс. конф. с междунар. участием, 22–24 ноября, 2009. г. Новосибирск. Т. 2. 2009. С. 41–46.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ОСНОВАМ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Кувшинова Е. Н., Шаповалова Д. С.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

E-mail: enkuvshinova@sfedu.ru

Организация полноценной проектной деятельности на ступени начального школьного образования является достаточно сложной задачей для учителя. Не имея опыта организации проектной деятельности младших школьников, учитель может столкнуться со следующими проблемами:

1) возникают неожиданные и непредвиденные психологические и коммуникативные проблемы, когда дети во время проекта попадают в стрессовую ситуацию из-за переоценки своих возможностей и «технических неполадок»;

2) отсутствуют необходимые методические инструменты проектирования и организации проектной работы детей.

Однако, организацию проектной деятельности можно и нужно начинать именно со ступени начальной школы, поэтапно налаживая работу над проектом.

Цель школьного проекта для учителя звучит как – «развить – научить – получить», а для школьника — «развиваться – научиться – получить». Если до ФГОС целью учебной деятельности было изучение предметного мира, методов и инструментов его познания, развитие математического и алгоритмического мышления, развитие, воспитание и т. п., для чего были разработаны соответствующие методики и методические инструменты, то теперь кроме предметного мира следует осознать и освоить метапредметный мир – мир мышления и деятельности, мир способов деятельности.

Работа над одним проектом предполагает постановку только одной цели, а для ее реализации главное – подобрать соответствующие методические инструменты.

Таким образом, главная методологическая проблема обучения младших школьников основам алгоритмизации и программирования – это слабая осознанность обучающимся действий, которые он выполняет. Младший школьник, как правило, не осознает ни цели, ни средств своей работы, ни своих потребностей, ни мотивов, ни установок, ни ценностей. Поэтому учителю необходимо вести целенаправленную работу по развитию осознанности обучающимися действий, которые они выполняют. Таким образом, детскую активность в ходе проектной работы необходимо «преобразовывать» в целенаправленную деятельность. Для этого следует опреде-

лить цель, вид, смысловое и структурное содержание проекта, а также его результат и итоговый продукт.

Причиной отсутствия должного признания использования метода проектов на ступени начальной школы, несмотря на его растущую популярность и неоспоримые достоинства, является недостаточная разработка методологических и методических аспектов организации проектной деятельности школьников.

Изучение среды программирования Scratch позволяет осваивать проектную деятельность в начальной школе. При этом необходимо постоянно уделять внимание планированию деятельности школьников. Вне зависимости от сложности предлагаемого обучающимся проекта на него должно отводиться достаточное количество времени. Это связано с тем, что для обучающегося начальной школы проектная деятельность является новой, а потому и сама работа над проектом достаточно сложна. Поэтому, поощряя самостоятельность младшего школьника, стоит также контролировать и корректировать весь процесс работы вне зависимости от этапа проектной деятельности, а также оказывать всяческую поддержку и помощь.

У обучающихся начальных классов должны быть сформированы базовые представления о языках программирования. Изучение визуальной среды программирования Scratch на практике предполагает также знакомство младших школьников с другими не менее важными языками программирования.

Младшие школьники должны иметь представление о понятии «алгоритм» и о его видах. При знакомстве с программой Scratch учителем демонстрируется не только конечный продукт работы, но и происходит детальный разбор алгоритма составления программы, комментируется причина использования конкретных блоков и их последовательности. В диалоговом режиме обсуждаются причины выстраивания именно такого алгоритма, а также последствия, к которым приведет перестановка блоков в программе и замена блоков на блоки другого вида. Тем самым у обучающихся начальных классов формируется представление о понятии «алгоритм». Сравниваются разные виды алгоритмов, разные движения спрайтов, отмечаются отличия в программах. Помимо базовых знаний о понятии «алгоритм» школьники на практике получают знания об исполнителях программ, о способах записи алгоритмов и т.д. Иными словами, в процессе изучения среды Scratch младшие школьники могут получить все необходимые знания по теме «Алгоритм».

Помимо базовых знаний о понятии «алгоритм» у младших школьников должны быть сформированы знания об определенных понятиях. В связи с психофизиологическими особенностями школьников начальной ступени обучения заучивание наизусть определений дается им достаточно трудно. Тем временем работа в Scratch помогает понять и усвоить значение

терминов на практике. К таким понятиям относятся: объект, программирование, событие, программа, команда, управление, исполнитель, данные. Именно связь теоретических аспектов и практических навыков позволяет понять и объяснить на практике значения изучаемых понятий.

Знакомясь с основами программирования, школьники должны усвоить не только терминологию, но и все составляющие, из которых строятся алгоритмы. Scratch оснащен всеми необходимыми составляющими, в виде групп блоков, для составления алгоритмов. Знакомство с группами блоков стоит производить отдельно, последовательно: от основных, более важных («движение», «события», «управление»), к дополнительным («данные», «звук», «сенсоры», «операторы», «перо», «другие», «внешность»).

У обучающихся начальной школы должно быть сформировано представление об алгоритме работы над проектом. Для знакомства обучающихся с понятием проект и алгоритмом работы над этим проектом учитель может организовать как демонстрацию готового проекта, так и пошаговую разработку вместе с обучающимися индивидуальных проектов, конечным продуктом которых будет игра или мультфильм.

Представление о графическом редакторе должны быть сформированы у обучающихся на начальной ступени обучения в школе. Scratch оснащен графическим редактором, благодаря которому можно создавать программы для собственного спрайта и сцену для него, работая с такими инструментами: палитра, текст, линия, заливка и т. д.

Основная работа в Scratch подразумевает практическую направленность и направлена на овладение следующими умениями.

1) Формирование умения по составлению алгоритмов разных видов будет достигнуто в процессе написания программ в Scratch, которые являются линейным алгоритмом. Знакомство с принципами построения алгоритмов следует начинать с линейного алгоритма, главным признаком которого являются блоки, т.е. действия исполнителя, которые последовательно следуют друг за другом. Аналогично, но при работе с более усложненными программами, происходит знакомство с такими видами алгоритма, как циклический и ветвящийся.

2) Формирование умения объяснять работу исполнителя по написанной программе будет реализовано не только за счет работы детей над разработкой своей программы, но и благодаря навыкам анализа готовых программ учителя, одноклассников, навыкам нахождения ошибок в них, умению соотносить написанную программу и словесное к ней описание алгоритма.

3) Формирование умения доводить план разработки до его конечной цели – конечного продукта (игры, мультфильма и т.д.). Конечным продуктом работы в Scratch, может быть программа, игра, мультфильм, созданные индивидуально или в паре. Изначально приступать к работе над проектом

стоит коллективно, постепенно переходя на работу в группах и парах. Время на каждый этап работы над проектом определяет учитель, исходя из возможностей обучающихся, их заинтересованности и степени понимания.

4) **Формирование умения устанавливать причинно-следственные связи.** Работа над проектом в Scratch связана с тем, что на протяжении всех этапов разработки даже самого простого продукта в Scratch необходимо придерживаться изначально поставленной цели проекта, постоянно сверяться с исходным замыслом, отслеживая неправильную работу спрайта, соответствующее изменение в его работе.

Чтобы избежать многократных и трудноисправимых ошибок при реализации проекта, которые влекут за собой отличие полученного результата от исходного замысла, необходимо еще на ступени начальной школы познакомить детей с понятием планирования как важной составляющей полноценной проектной деятельности, которая обычно проходит в несколько этапов. Отсюда следует и требование представления конечной цели проекта в виде плана, таблицы или рисунка.

Учитывая специфику проектной деятельности в Scratch, можно выделить следующие ее этапы:

Подготовительный этап содержит постановку цели, составление плана деятельности: указываются объекты проекта, их свойства и взаимодействия; фиксируются отдельные подзадачи и алгоритм их выполнения.

Организационный этап предполагает распределение ролей в учебной группе относительно вида деятельности или по подзадачам.

Реализация проекта. Этот этап содержит разработку визуального представления объектов, их скриптов. На этом этапе выполняется отладка кода.

Презентация проекта и рефлексия. На этом этапе происходит демонстрация проекта другим учебным группам и учителю, обсуждение результата и его оценка, а также формулировка выводов.

Оценивание проектных заданий происходит по следующим критериям: техническая сложность; продуманность интерфейса; практическая значимость проекта; защита от ошибок; наличие заставки и титров, свидетельствующие об авторстве; художественное оформление; наличие музыкального сопровождения, включая ссылку в титрах на авторов произведения; наличие этапа подведения итогов.

В оценивании всего проекта в целом следует учитывать и умения групповой работы. Критериями умения организовывать работу группы могут выступать:

- наличие и функциональность разделения обязанностей;
- информированность группы о результатах работы;
- индивидуальный вклад каждого члена группы.

В зависимости от успешности освоения учебного материала, по окончании освоения каждого из трех модулей рекомендуется выдать обучающемуся сертификат, подтверждающий достигнутый им уровень обученности: «Любитель», «Мастер», «Профи», «Эксперт».

Таким образом, организация проектной деятельности при обучении основам алгоритмизации и программирования в начальной школе позволяет заложить основы для последующей проектной деятельности обучающихся на следующих ступенях образования, а также сформировать их интерес к изучению информатики в целом.

Литература

1. Бененсон Е. П. Информатика 2 – 4 кл.: Метод пособие к учебнику /Е. П. Бененсон, А. Г. Паутова. – М: Акдемкнига, 2010.
2. Дженжер В. О. Место программирования в курсе информатики начальной школы // Вестник ОГУ, 2010. – № 9, С. 154–159.
3. Кувшинова Е. Н., Шаповалова Д. С. Среда программирования Scratch как инструмент формирования алгоритмического мышления младшего школьника // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития [Электронный ресурс]: Материалы XXVIII научной конференции (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 13 – 15 мая 2021 г.) – Ростов-на-Дону; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021 – С. 227–231.
4. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 286 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования" [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/400907193/?> (дата обращения: 01.04.2022).
5. Сайт сообщества Scratch. URL: <http://scratch.mit.edu/> (дата обращения: 01.04.2022).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ГИБКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ («SOFT SKILLS») НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ В 6 КЛАССЕ

Курочкина В. А.¹, Евланова А. Г.²

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

*¹ Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича,*

*² Институт наук о Земле,
г. Ростов-на-Дону*

E-mail: agpeksheva@sfedu.ru

Сегодня среди требований работодателей основным является наличие надпрофессиональных (междисциплинарных) компетенций, основанных на личностных ресурсах и выходящих за пределы специализированной подготовки к профессиональной деятельности. Они обозначаются термином «soft skills» (на русский язык термин переводится как «гибкие компетенции», «гибкие навыки») и считаются такими же важными составляющими профессионализма, как специфические компетенции, необходимые для выполнения трудовых функций - hard skills. Особенностью soft skills является непрерывный характер их развития: они развиваются в течение всей жизни и помогают решать задачи, связанные с профессиональным становлением и совершенствованием личности, продуктивным взаимодействием в социуме [3].

Но для того, чтобы эти навыки были в полной мере сформированы у человека к моменту начала им профессиональной деятельности, гибкие навыки необходимо начинать развивать еще в школе. Каждый уровень школьного образования (начальное основное образование (1–4 классы), основное общее образование (5–6 классы) и среднее общее образование (10–11 классы) характеризуются, помимо необходимых к формированию знаний и умений, определенной развивающей направленностью и вектором воспитательной работы. При этом, как показывает анализ образовательных программ, зачастую развитию больше внимания уделяется именно в начальной школе, а затем происходит ослабление развивающего компонента, который уступает обучающему и воспитательному. Поскольку гибкие компетенции находятся на стыке процессов развития, обучения и социализации, важно не упустить сензитивные периоды для их развития, чтобы адаптационный кризис перехода от начальной к основной школе не свел к минимуму сформированные основы гибких навыков. Таким образом, актуальным вопросом является построение методической системы обучения информатике с акцентом на формирование soft skills именно в 5–6 классах.

Теоретический обзор и интерпретация понятия «гибкие компетенции» представлены в работах Н. Н. Локтевой, Л. И. Раицкой, Е. В. Тихоновой, М. И. Беркович, Т. А. Кофановой, А. Э. Цымбалюк, Ю. В. Сорокопуд, Е. Ю. Амчиславской, А. В. Ярославцевой и др. Подходы к формированию soft skills за рубежом и в России рассматриваются в исследованиях И. К. Цаликовой, С. В. Пахотиной, Э. Ф. Зеер, Л. Н. Степановой, С. А. Тюриковой, В. Sridharan, D. Boud, M. Cichon и др. Опыт формирования soft skills на уроках информатики описывается Э. С. Авзаловой, О. А. Матвеевой, Л. Н. Сафроновой, А. В. Костина др. Основываясь на анализе исследований в области методики развития гибких компетенций, следует отметить недостаточное количество работ, направленных на методику интеграции развития soft skills в обучение информатике в основной школе.

Поэтому в рамках магистерского исследования, объектом которого была определена методическая система развития гибких компетенций в школьном курсе информатики, а предметом - методическая система развития гибких компетенций в школьном курсе информатики (на примере 6 класса), – решались задачи, направленные на достижение основной цели исследования - теоретически обосновать и разработать методическую систему развития гибких компетенций в школьном курсе информатики (на примере 6 класса). Поэтому в работе были проанализированы возрастные особенности учащихся 6 класса, представленные в работах М. А. Тимофеевой, Д. С. Ермакова, Е. А. Шапкиной, Г. А. Каршибаевой, Е. Г. Черниковой и других для их последующего учета при формировании soft skills.

Основываясь на анализе опыта формирования и развития гибких компетенций, представленных в научно-методической литературе, было определено, что гибкие компетенции в школе педагоги соотносят с универсальными учебными действиями (УУД), которые сформулированы в федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования (ФГОС ООО), но при этом каждый педагог выделяет основные группы УУД, на которые он будет акцентировать внимание при изучении своего предмета. Так, по мнению Э. С. Авзаловой [1], в рамках ФГОС ООО при обучении информатике soft skills преимущественно следует соотносить с коммуникативными и личностными УУД, а именно с проектированием продуктивного взаимодействия; формулированием вопросов; разрешением конфликтов; регулированием действий партнера; способностью точно и правильно формулировать свои идеи; способностью к самостоятельному определению своего места в обществе и жизни; пониманием роли обучения в жизни; знанием моральных и этических норм (в том числе, касающихся информационной безопасности).

В рамках магистерского исследования на подготовительном этапе, перед проектированием методической системы развития гибких навыков, были определены целевые гибкие компетенции, которые необходимо формировать в курсе информатики. Помимо уже приведенного перечня коммуникативных и личностных УУД, особое внимание также было уделено формированию навыков командной работы (потому что многие проекты в сфере информационных технологий реализуются только как командные), навыков рефлексии в ее различных видах (физической, эмоциональной, интеллектуальной, функциональной рефлексии), критического и креативного мышления, а также навыкам формирования собственной информационно-образовательной среды и ее наполнения контентом. Выделенные гибкие компетенции и составили целевой компонент методической системы, содержательным компонентом выступили темы школьного курса информатики, представленные в УМК Информатика, 6 класс (авторы Л. Л. Босова и А. Ю. Босова), дополненные тематиками, связанными с конструированием, робототехникой, инструментальными средствами прикладного назначения. основными организационными формами выступали уроки (согласно классификации занятий по преобладающему виду деятельности), внеурочная работа, интегрированные занятия (интеграция с предметом «Технология»).

Приведем примеры наиболее ярких технологий и методов, которые были включены в методическую систему развития гибких навыков. Для развития компетенции «работа в команде» были применены технологии и методы горизонтального обучения, включающие технологию проектного обучения, методы сотрудничества, технология наставничества (понимаемая как оказание помощи со стороны более опытного «педагога» менее опытному в процессе усвоения последним определенных компетенций) [2]. Наставничество строилось по логике организации работы в командах программистов с применением терминологии, подчеркивающей особенности работы в данной сфере: для обозначения уровня сформированности компетенций применялись обозначения, характерные в IT-сфере – Джуниор (Junior), Миддл (Middle) и Синьор (Senior), иногда вводилась высшая ступень - Лид или ТимЛид (Team Leader). Джуниор, как самый неопытный, при реализации определенных видов практической работы, нестандартных заданий, требующих более системного взгляда на предмет, курируется более опытным Миддлом, а Миддл, в свою очередь, получает помощь от Синьора, но при этом Синьоры могут помогать и новичкам (Джуниорам), если Миддл не справляется. Критичным для этого процесса является рост компетенций Джуниоров и Миддлов в рамках определенных задач (применения инструментальных средств).

Для развития креативного мышления как умения нешаблонно мыслить и находить неожиданные решения проблемы применялись техноло-

гии ТРИЗ-педагогика, а особенно НФТМ ТРИЗ (технологии непрерывного формирования творческого мышления и развития творческих способностей, обучающихся с активным использованием теории решения изобретательских задач).

Литература

1. Авзалова Э. С. Формирование soft skills у обучающихся в урочной и внеурочной деятельности по информатике [Электронный ресурс] URL: <https://uchbash.com/articles/nachalnaya-shkola/2022-01-20/formirovanie-soft-skills-u-obuchayuschih-sya-v-urochnoy-i-vneurochnoy-deyatelnosti-po-informatike-2661917> (Дата обращения: 14.03.2022).
2. Дудина Е. А. Наставничество как особый вид педагогической деятельности: сущностные характеристики и структура // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2017. – Т. 7. – № 5. – С. 25–36.
3. Раицкая Л. К., Тихонова Е. В. Soft skills в представлении преподавателей и студентов российских университетов в контексте мирового опыта // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика. – 2018. – Т. 15.– № 3. – С. 350–363.

ЖУРНАЛИЗАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ДОКУМЕНТОВ БАЗЫ ДАННЫХ

Литвиненко А. Н., Марочкина К. М.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: litva@sfedu.ru

Основу описываемой здесь базы данных материалов, используемых для промышленности и медицины, составляет ряд справочников (собственно материалов, свойств материалов и типах таких свойств, источников информации о материалах) [1, 2]. В качестве основных документов здесь используется информация о свойствах материалов и соответствующих источниках информации.

Есть одна особенность в подходе к реализации базы данных материалов, которая носит нестандартный характер. Эта особенность связана с возможностью вести журнал изменений документов базы данных. Это означает, что все изменения документов, вносимые в базу данных, протоколируются и сохраняются в некоторой дополнительной базе данных (в журнале изменений).

Данная возможность уже несколько лет функционирует на ряде баз данных для корпоративных приложений, и с учетом этого опыта было принято решение добавить данную возможность в базу данных материалов. Опыт показывает, что данный функционал оказывается очень востребованным. Периодически возникает потребность определить кто и когда добавлял, редактировал или удалил тот или иной документ или элемент справочника в базе данных.

История изменений, информация кто, когда и что именно изменял в базе данных (на уровне не таблиц, а документов) - обычно не доступна. Журнал изменений как раз и предназначен для решения этих задач, когда важно разобраться с последовательностью изменений базы данных

Актуальность описываемых в данной работе подходов подтверждается реальным опытом сопровождения и технической поддержки баз данных. Научная новизна описываемой здесь реализации журнала изменений базы данных состоит в совместном использовании реляционной и иерархической моделей организации данных и оригинальных программных решениях на языке Transact SQL.

Постановка задачи организации журнала изменений базы данных должна обязательно учитывать ряд ключевых моментов и соображений.

Журнал изменений должен хранить следующую информацию об изменении базы данных:

- факт собственно изменения некоторого элемента базы данных: кто, когда, откуда (с какого компьютера или из какой программы) изменял данные
- состояние элемента базы данных после данного изменения
- что конкретно было изменено (какие атрибуты менялись, для каждого измененного атрибута - старое значение до изменения и новое значение после изменения).

База данных постоянно меняется (добавляются/удаляются таблицы, меняется состав и типы столбцов в таблицах).

Документы базы данных, история которых ведется в журнале изменений, могут иметь простую структуру (то есть соответствующая информация хранится в одной таблице), но могут иметь и очень сложную структуру (данные из таких документов хранятся в нескольких таблицах, связанных по некоторому ключу или быть в отношении один ко многим).

Базовая потребность для пользователей состоит в том, чтобы увидеть историю изменений любого документа. При этом, выбрав некоторое изменение, можно будет посмотреть либо состояние документа после данного изменения, либо какие атрибуты были модифицированы в данном изменении.

Есть еще одна очень важная потребность при анализе журнала изменений. Это возможность задавать сложные запросы, используя при этом базу данных изменений. Для этого желательно использовать высокоуровневый декларативный язык запросов, который будет похож на языки запросов SQL или XQUERY.

Важно при создании программных модулей для журнала изменений учитывать следующее:

- желательно иметь единые универсальные модули, позволяющие вести журнал изменений. При этом такие универсальные модули должны быть инвариантны структуре документов и не меняться при каждом изменении в структуре данного документа
- база данных (журнал) изменений является очень быстрорастущей. Ее объем растет на несколько порядков быстрее объема рабочей базы данных. Поэтому необходим специальный аппарат для контроля объема журнала изменений. Важно уметь архивировать "старые" изменения, но при необходимости восстанавливать и анализировать эти «старые» изменения.

Одной из важнейших проблем, которую надо было решить при проектировании структуры журнала изменений, было решение о структуре соответствующих данных. Поскольку база данных реализована на классической реляционной СУБД, для хранения различных содержательных компонентов базы данных использовалось множество таблиц с принципиально

разной структурой. Чтобы хранить историю изменений этих компонентов, если следовать традиционному подходу, необходимо было иметь аналогичное множество таблиц с такой же структурой. Еще одним фактором, влияющим на структуру журнала изменений, было частая модификация структуры таблиц, что неизбежно в ходе сопровождения практически любой реальной базы данных.

Решение данного вопроса состояло в том, чтобы использовать привычную реляционную таблицу, в которой присутствуют два поля с типом XML.

Одно такое поле необходимо для информации о состоянии документа после данного изменения, а второе XML поле для информации о том, какие именно атрибуты были модифицированы. С одной стороны, хотелось сохранить мощь и быстродействие реляционной модели данных, а с другой стороны необходим был единый универсальный формат для хранения документов различной структуры. Именно в XML поле можно записывать данные сложной структуры, поскольку, по сути, это представление атрибутированного дерева.

Тип XML не похож на другие существующие допустимые типы. Из-за невозможности обращения к пользовательским тегам и атрибутам ввиду того, что они не определены заранее, необходимо использовать средства и функции обработки, созданные специально для работы с XML. Наиболее популярные среди таких средств – XQuery и XSLT, языки запросов, созданные для преобразования XML-документов [3].

Существует множество различных модулей, решающих задачу DIFF XML [4]. Однако, как правило, эти модули решают задачу сравнения двух XML файлов в слишком общем виде. Специфика задачи сравнения XML для журнала изменений не позволяет в чистом виде использовать эти существующие модули.

Поэтому был разработан свой специализированный модуль сравнения XML объектов, заточенный именно под специфику использования при реализации журнала изменений.

Интересной особенностью реализации модулей журнала изменений является использование метаданных для подключения новых видов документов к журнализации. Таблица с метаданными хранит метаинформацию об используемых таблицах для всех видов документов, а также о типах отношений между этими таблицами. Такая информация содержит имена таблиц, первичные ключи для каждой таблицы и названия внешних ссылок для связей между таблицами.

На основе этих метаданных для каждого вида документов в базе формируется SELECT запрос, преобразующий табличное представление документа в эквивалентное XML представление. Этот SELECT запрос формируется по единому универсальному алгоритму, что позволяет динамически подключать и модифицировать данный запрос путем внесения нужных из-

менений и добавлений в таблицу с метаданными. Таким образом, для подключения нового вида документов к журнализации достаточно просто добавить новую строку в таблицу с метаданными. Это позволяет также заменить использование громоздкого оператора выбора в коде хранимой процедуры вызовом динамически сформированного запроса, на основе информации из соответствующей строки таблицы метаданных.

Одним из ключевых моментов реализации журнала изменений является механизм показа состояний документов и собственно измененных атрибутов. Для реализации этого механизма можно использовать разные техники. Хорошие результаты можно получить, применяя технологию XSLT трансформаций.

Заключение

Чтобы решать все вопросы, связанные с тем, кто ответственный за вводимую в базу информацию, необходимо вести журнал изменений базы данных. Организация такого журнала является нетривиальной задачей, учитывая, что состав и структура таблиц базы данных претерпевает неизбежные модификации.

Для эффективного решения этих проблем удобно совместить реляционную и иерархическую модель организации данных. Использование современных XML технологий в рамках многопользовательского сервера базы данных позволяет эффективно решить эту задачу.

Литература

1. Айзикович С. М., Волков С. С., Васильев А. С, Литвиненко А. Н. Аналитическое решение контактной задачи о внедрении параболического штампа в неоднородную полосу, лежащую на однородной полуплоскости // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики, г. Казань, 20–24 августа 2015 г. – Изд-во Казанского ун-та, 2015. – С. 93–95. ISBN 978-5-00019492-8.
2. Kudish I. I., Volkov S. S., Vasiliev A. S. and Aizikovich S. M. 2018 Lubricated point heavily loaded contacts of functionally graded materials. Part 1. Dry contacts Math. Mech. Solids 23(7) 1061–1080.
3. XQuery and SQL Server. - URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/xquery> (date of treatment 04/01/2020).
4. <https://github.com/Shoobx/xmldiff> Shoobx / xmldiff: A library and command line utility for diffing xml (access date 04/01/2020).

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВИХРЕВЫХ ПЯТЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ ТОЧЕЧНЫХ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВИХРЕЙ

Лысенко Ф. П., Говорухин В. Н.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: Alen.kor@bk.ru

Постановка задачи

Пусть, имеется плоское вихревое течение жидкости или газа и известны вектора скоростей в наборе из N точек в фиксированный момент времени:

$$P = \left(x_i, y_i, \mathbf{v}^{(i)} = \left(v_1^{(i)}, v_2^{(i)} \right) \right), i = 1, \dots, N,$$

где x_i, y_i – координаты точек; а $v_1^{(i)}, v_2^{(i)}$ – соответствующие им компоненты вектора скорости.

Необходимо определить их интенсивности и координаты центров для вихревых пятен, формирующих данное течение.

Для описания вихревой конфигурации будем использовать модели вихревых конфигураций с известным выражением для векторного поля течения, зависящие от параметров: модель точечных вихрей и модели распределенных вихрей.

Модельная система точечных вихрей

Простейшей вихревой моделью является точечный вихрь. Модель задается тремя параметрами: x_c, y_c – координаты центра вихря на плоскости, ω_c – его интенсивность. Система из K точечных вихрей в каждый момент времени определяет на плоскости поле скорости, которое задается функцией тока:

$$\psi(x, y) = -\frac{1}{4\pi} \sum_{c=1}^K \omega_c \ln[(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2]$$

Компоненты скорости в точке (x, y) выражаются через функцию тока:

$$V_1(x, y) = \frac{\partial \psi(x, y)}{\partial y} = -\frac{1}{2\pi} \sum_{c=1}^K \omega_c \frac{y - y_c}{(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2},$$

$$V_2(x, y) = -\frac{\partial\psi(x, y)}{\partial x} = \frac{1}{2\pi} \sum_{c=1}^K \omega_c \frac{x - x_c}{(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2}$$

Решение подобной задачи с использованием модели точечного вихря описано в [1], однако такая модель имеет ряд недостатков. Наиболее существенным для этой задачи является обращение скорости в бесконечность при попытке определить ее в центре вихревого пятна. Следующая модель лишена такого изъяна.

Модель распределенного вихря

Такая модель отличается от предыдущей тем, что интенсивность ω не сосредоточена в центре пятна, а распределена по его площади и задается при помощи некоторой функции распределения завихренности. В данной работе в качестве такой функции использовалась следующая:

$$\omega(x, y) = p_1 e^{-p_2((x-x_c)^2+(y-y_c)^2)},$$

где x_c, y_c – координаты центра пятна, p_1 – пиковое значение, p_2 – скорость затухания.

Тогда, функция тока $\psi(x, y)$, определяющая поле скорости, будем находить из следующей краевой задачи:

$$\frac{\partial^2\psi(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi(x, y)}{\partial y^2} = -\omega(x, y), \quad \psi(x, y)|_D = 0$$

Здесь D – область, которая включает координаты, в которых известен вектор скорости течения, заданные набором P . Решение краевой задачи будем разыскивать с помощью метода Бубнова-Галёркина. Функция $\psi(x, y)$ приближается отрезком ряда Фурье по удовлетворяющим граничным условиям базисным функциям с неизвестными коэффициентами: $\psi(x, y) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m A_{ij} \varphi_{ij}(x, y)$. После подстановки отрезка ряда Фурье в уравнение и проектирования невязки на базисные функции, коэффициенты A_{ij} легко вычисляются. В результате будет получено выражение для модельного векторного поля:

$$V_1(x, y) = \frac{\partial\psi(x, y)}{\partial y} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m A_{ij} \frac{\partial\varphi_{ij}(x, y)}{\partial y}$$

$$V_2(x, y) = -\frac{\partial\psi(x, y)}{\partial x} = -\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m A_{ij} \frac{\partial\varphi_{ij}(x, y)}{\partial x}$$

Алгоритм идентификации

Критерием того, что найденная конфигурация вихревых пятен есть искомая, будет являться близость исходного поля скорости с полем, порождаемым модельной конфигурацией. Для сравнения двух векторов $W = (W_1, W_2)$ и $U = (U_1, U_2)$ введем следующие функции:

$$d(W, U) = \frac{\sqrt{(W_1 - U_1)^2 + (W_2 - U_2)^2}}{\|W\| \|U\|}, \quad \phi(W, U) = 1 - \frac{W_1 U_1 + W_2 U_2}{\|W\| \|U\|}.$$

При совпадении векторов W и U , обе функции будут равны нулю. Для сравнения двух векторных полей P и Q зададим следующее выражение:

$$\sigma(P, Q) = \sum_{i=1}^N b_i d(\mathbf{v}^{(i)}, \mathbf{V}^{(i)}) + \sum_{i=1}^N B_i \phi(\mathbf{v}^{(i)}, \mathbf{V}^{(i)}),$$

где b_i и B_i – весовые коэффициенты, которые в этой работе примем равными.

Идентификация вихревой конфигурации, порождающей исходное поле P , будет заключаться в определении параметров модельной конфигурации, генерирующей некоторое поле Q минимизирующее $\sigma(P, Q)$. Значит, задача сводится к минимизации $\sigma(P, Q)$ по параметрам используемой вихревой модели. Для численной минимизации в данной работе использовался метод градиентного спуска.

Численные эксперименты I

Здесь приведены расчеты для случая одного вихревого пятна. В качестве исходных данных использовались поля, порождаемые моделями точечного и распределенного вихрей. Вектора скоростей определялись в точках, задаваемых сеткой, и в случайных точках области течения. Использовались следующие параметры метода: $b_1 = B_1 = 0.5$ – весовые коэффициенты, $h = 0.001$ – шаг метода градиентного спуска, $\delta = 0.005$ – шаг аппроксимации для вычисления вектора градиента, $\epsilon = 10^{-5}$ – точность минимизации. Алгоритм реализован в среде пакета MATLAB.

Самый простой пример - использование в качестве модельной конфигурации ту же модель, которой исходное поле было порождено. В этом случае алгоритм сходится (с выбранной точностью) к параметрам исходной модели. Экспериментальные зависимости числа итераций алгоритма (j), от количества известных векторов скорости (N) приведены в таблицах 1, 2, 3, 4.

N	4	9	16	25	36	49	64	81
<i>j</i>	1759	552	294	316	172	142	113	128
N	3	5	14	15	22	35	62	80
<i>j</i>	1447	451	147	136	95	121	128	107
N	4	9	16	25	36	49	100	400
<i>j</i>	11	56	232	58	111	88	31	33
N	5	7	12	20	29	40	90	350
<i>j</i>	25	80	251	101	70	91	42	46

1 Модель точечного вихря с параметрами $x=0.22$, $y=0.04$, $\omega = 2.021$, поле задано сеткой

2 Модель точечного вихря с параметрами $x=0.22$, $y=0.04$, $\omega = 2.021$, поле задано в случайных точках

3 Модель распределенного вихря с параметрами $x_c = 0.22$, $y_c = 0.04$, $p_1 = 2.02$, $p_2 = 1$, поле задано сеткой

4 Модель распределенного вихря с параметрами $x_c = 0.22$, $y_c = 0.04$, $p_1 = 2.02$, $p_2 = 1$, поле задано в случайных точках

Численные эксперименты II

Выше были приведены численные эксперименты с течениями, параметры которых заранее известны и заданы модельными системами. Представленный алгоритм был также применён для течений, полученных численно, в результате решения уравнений идеальной жидкости, см. [2]. Для этих течений известны только вектора скорости.

Данное течение (

Рис. 1) имеет 3 вихревых пятна. Разделим канал на 3 зоны и попытаемся идентифицировать параметры каждого из пятен. Параметры метода оставим те же.

При использовании в качестве модельной конфигурации модели точечного вихря, алгоритм не сходится. В случае распределенного вихря алгоритм дает результат.

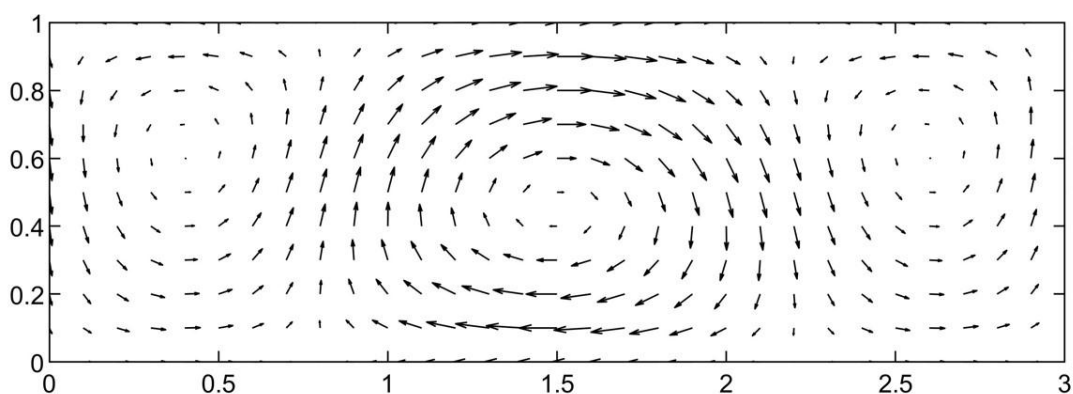


Рис. 1. Поле скорости в канале размера 3×1

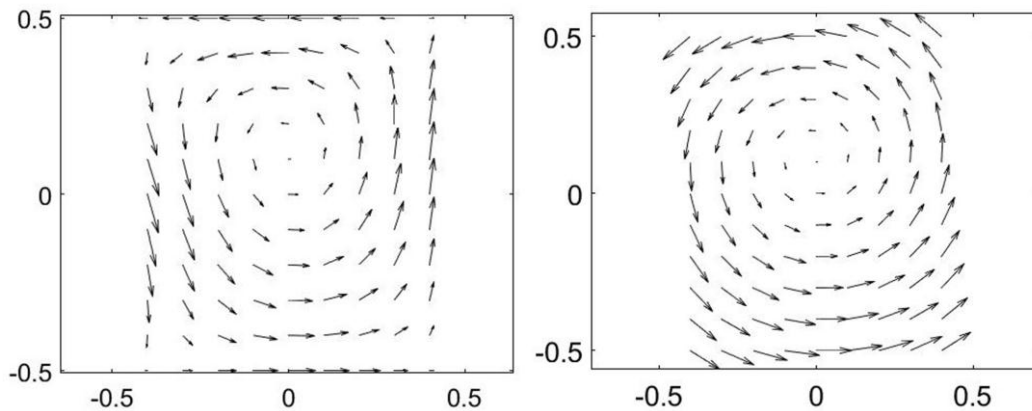


Рис. 2. Поля скоростей правой части канала: слева – исходное, справа – порождаемое полученным распределенным вихрем

Как видно из *Рис. 2*, исходное и полученное поля близки, что говорит о возможности представления данной структуры течения с помощью выбранной модели распределенного вихря. В то же время модель точечного вихря не позволяет вовсе получить решение с помощью данного алгоритма.

Литература

1. Говорухин В. Н. Алгоритм идентификации вихревых пятен на основе моделей точечных вихрей // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. – Ростов-на-Дону: – 2020 г. – № 3. – стр. 11–18.
2. Govorukhin V., Zhdanov I. Steady-state flows of inviscid incompressible fluid and related particle dynamics in rectangular channels// (2018) European Journal of Mechanics, B/Fluids, 67, pp. 280–290, DOI: 10.1016/j.euromechflu.2017.09.016.

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИАГНОСТИКИ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Майер С. Ф., Махно В. В. Муратова Г. В., Литвиненко М. М.
*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича*
E-mail: sfmayer@sfedu.ru, vvmakhno@sfedu.ru, muratova@sfedu.ru,
mlitvinenko@sfedu.ru

В данной статье представлены результаты совместного исследования, проводимого учеными Ростовского государственного медицинского университета и Института математики, механики и компьютерных наук им. И. И. Воровича ЮФУ, посвященного изучению причин заболеваний головного мозга, их диагностики и повышению эффективности лечения.

В настоящее время информационные технологии и современные математические методы широко применяются в медицине, биофизике, биохимии, генетике, физиологии, медицинском приборостроении, создании биотехнических систем и других направлениях. Развитие математических моделей и методов способствует расширению области познания в медицине, появлению новых высокоэффективных методов диагностики и лечения, которые лежат в основе разработок систем жизнеобеспечения.

Большое место в современной медицине занимает использование математической статистики. Медицинская статистика является методом социальной диагностики, поскольку она позволяет дать оценку состояния здоровья населения страны, региона и на этой основе разработать меры, направленные на улучшение общественного здоровья. Математическая статистика — универсальный инструмент для анализа любых данных, в том числе экспериментальных клинических и биомедицинских. Но выбираемый метод должен отвечать поставленной цели и быть адекватным по отношению к характеру анализируемых данных.

Группа ученых под руководством профессора кафедры нервных болезней и нейрохирургии РостГМУ И.В. Балязина уделяет большое внимание усовершенствованию организации и повышения качества оказания неотложной нейрохирургической помощи пациентам с сосудистой патологией головного мозга в мегаполисе.

В последние годы сосудистые заболевания головного мозга остаются одной из актуальных проблем не только неврологии, но и неотложной нейрохирургии.

Учитывая важность этиопатогенетического воздействия экзо- и эндогенных факторов на инициацию развития острого нарушения мозгового

кровообращения (ОНМК) учеными-медиками проведено изучение влияния различных неблагоприятных факторов на частоту возникновения ОНМК в условиях популяции г. Ростова-на-Дону. С целью изучения роли таких факторов в возникновении ОНМК среди жителей г. Ростова-на-Дону был проведен ретроспективный анализ с помощью специально разработанной анкеты, включающей 38 признаков. Избранные признаки отражают не только свою значимость в процессе развития ОНМК, но и характерны для условий и образа жизни населения области. Изучение проводилось опросом двух групп пациентов. Первую (исследуемую) группу составили 100 пациентов с ОНМК, проживающие на территории г. Ростова-на-Дону. У этих пациентов в 100 % случаев диагноз подтвержден методами исследования доказательной медицины. Вторую (контрольную) группу составили жители Ростовской области и города Ростова-на-Дону, не имевшие опухолевой патологии головного мозга как таковой, но направленные на консультацию невролога. Основной задачей являлся отбор наиболее значимых признаков. Для этого был проведен корреляционный анализ парных связей для всего комплекса учтенных медико-социальных показателей.

Был реализован способ анализа корреляции, состоящий в сравнении двух распределений: фактического и ожидаемого в отсутствии связей. Достоверность связей определялась путем вычисления для всех изучаемых случаев критерия χ^2 Пирсона в сравнении со стандартным значением для 5% уровня значимости.

Учитывая тот факт, что возраст при ОНМК является одним из важнейших и доказательных факторов риска, была проведена оценка репрезентативности основной и контрольной групп, для нивелирования влияния этого фактора на полученные результаты (Таблица 1).

Анализ возрастной структуры опрошенных лиц обеих групп показал, что процентное соотношение анкетированных по возрасту практически совпадает для обеих групп. Так, к примеру, для опрошенных в возрасте до 40 лет этот показатель равен 7% в обеих группах, от 40 до 49 лет – 16 и 17,5 % соответственно и т.д.

Таблица 1

Репрезентативность опытной и контрольной групп по возрасту

Возраст, в годах	Исследуемая группа (100 чел.)		Контрольная группа (200 чел.)	
	Абсолютное число	%	Абсолютное число	%
До 40 лет	7	7,0	14	7,0
40-49 лет	16	16,0	35	17,5
50-59 лет	26	26,0	49	24,5
60 -69	21	21,0	47	23,5
70-79	20	20	39	19,5
Старше 80	10	10	16	8
Всего	100	100	200	100

При проведении многофакторного анализа информативности клинико-анамнестических показателей (КД) и социологических данных в исследуемых группах больных статистический анализ данных заключался в построении «решающих правил» по методу Байеса, использующих различные наборы признаков для решения вопроса вероятности выявления больных с ОНМК. Анализ клинических факторов развития ОНМК представлен в таблице 2 (КД). Для каждого пациента, вошедшего в экзаменационную выборку, с помощью полученных правил (коэффициентов веса) определялась принадлежность к группам больных. Частота правильного определения группы (с учетом 95% доверительного интервала) служила оценкой качества решающего правила.

Таблица 2

Анализ клинических факторов развития ОНМК

Наименование признака	Градация	Исследуемая группа (100 чел.)		Контрольная группа (200 чел.)		Коэф. Стьюдента	Значимость признака по критерию Стьюдента
1. Тип вредных условий (вещества)	1. Нет	52	52	24	12	2,2343	Да
	2. Хим. вещества	10	10	46	23	2,2343	
	3. Газы	22	22	30	15	2,2343	
	4. Канцерогенные вещества (фенолы, уайт-спирит, сажа, бенз-а-пирен, хлорсодержащие)	16	16	100	50	2,2343	
2. Наличие у больного артериальной гипертензии (АГ)	1. Да	84	84	42	21	13,4584	Да
	2. Нет	16	16	158	79	13,4584	
3. Длительность заболевания артериальной гипертензией (АГ)	1. до 5 лет;	13	13	16	8	7,04390	Да
	2. 5–10 лет;	15	15	20	10	7,04390	
	3. более 10 лет	56	56	5	2,5	7,04390	
	4. Нет	16	16	159	79,5	7,04390	
4. Проводилось ли лечение АГ	1. Регулярно	67	67	41	20,5	10,3735	Да
	2. Не регулярно	14	14	10	5	10,3735	
	3. Не проводилось	19	19	149	74,5	10,3735	
5. Наличие у больного сахарного диабета (СД)	1. Да	18	18	16	8	2,31822	Да
	2. Нет	82	82	184	92	2,31822	

6. Длительность заболевания сахарным диабетом (СД)	1. до 5 лет;	6	6	9	4,5	1,94780	Нет
	2. 5-10 лет;	10	10	6	3	1,94780	
	3. более 10 лет	2	2	1	0,5	1,94780	
	4. Нет	82	82	184	92	1,94780	
7. Лечение сахарного диабета (СД) стабилизировало гликемию	1. Да	16	16	15	7,5	2,22537	Да
	2. Нет	2	2	1	0,5	2,22537	
	3. Нет СД	82	82	184	92	2,22537	
8. Наличие у больного атеросклероза брахиоцефальных артерий.	1. Бассейн сонных артерий	7	7	0	0	4,3990	Да
	2. Вертебро-базилярный бассейн	0	0	1	0,5	4,3990	
	3. Оба бассейна	16	16	0	0	4,3990	
	4. Нет	77	77	199	99,5	4,3990	
9. Выполнялись ли УЗТС брахиоцефальных артерий	1. Да	25	25	68	34	1,6372	Нет
	2. Нет	75	75	132	66	1,6372	
10. Была ли консультация сосудистого хирурга	1. Да	10	10	69	34,5	5,41822	Да
	2. Нет	90	90	131	65,5	5,41822	
11. Наличие у больного нарушения сердечного ритма	1. Да	24	24	0	0	5,5913	Да
	2. Нет	76	76	200	100	5,5913	
12. Выполнялось ли суточное холтер-мониторирование	1. Да	78	78	73	36,5	7,7089	Да
	2. Нет	22	22	127	63,5	7,7089	
13. Исследовались ли раньше уровень Д-димера в динамике	1. Да	88	88	105	52,5	7,3705	Да
	2. Нет	12	12	95	47,5	7,3705	
14. Была ли консультация аритмолога	1. Да	19	19	105	52,5	0,7440	Нет
	2. Нет	81	81	95	47,5	0,7440	
15. Выполнялась ли липидограмма	1. Да	58	58	168	84	4,6428	Да
	2. Нет	42	42	32	16	4,6428	
	3. по отцовской линии					3,9026	
	4. не было					3,9026	

В настоящее время совместные исследования ученых – медиков и математиков продолжаются. Результаты их дадут возможность разработать и научно обосновать новую программу усовершенствования организации

неотложной нейрохирургической помощи пациентам с сосудистой патологией головного мозга в г. Ростове-на-Дону.

Литература

1. Медицинская статистика. <https://medstatistic.ru/methods/methods4.html>.
2. Дюк В., Эмануэль В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. – СПб.: Питер, 2003. – 528 с.
3. Берестнева О. Г., Осадчая И. А., Немеров Е. В. Методы исследования структуры медицинских данных // Вестник науки Сибири. Серия: Медицинские технологии. – 2012. – Т. 2. – № 1. – С. 333–338. URL: <http://sjs.tpu.ru/journal/article/view/245/250>.
4. Bayesian Reasoning and Machine Learning. David Barber, 2007–2020 (<http://web4.cs.ucl.ac.uk/staff/D.Barber/textbook/200620.pdf>).

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК ITO ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Малюков С. П., Саенко А. В., Рожко А. А.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Таганрог
E-mail: rozhko@sfedu.ru

Прозрачные электропроводящие пленки ITO ($\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$) с высоким оптическим пропусканием в видимом диапазоне длин волн (более 80 %) и низким удельным сопротивлением (порядка 10^{-4} Ом·см) широко применяются в качестве прозрачного проводящего контактного слоя при изготовлении солнечных элементов, фотодиодов, сенсорных и мемристорных структур [1, 2].

В данной работе исследовались оптические свойства тонких пленок ITO толщиной 200–400 нм, осажденных на стеклянные подложки методом магнетронного распыления (режим MF) при комнатной температуре в бескислородной среде, которые могут быть использованы в перовскитных солнечных элементах.

Пленки ITO были получены на стеклянных подложках при работе магнетрона в импульсном режиме со средней частотой 100 кГц (режим MF) при комнатной температуре в бескислородной среде на установке VSE-PVD-DESK-PRO [3]. Мощность плазменного разряда составляла 200 Вт, время напыления – 2,5 мин (200 нм), 4 мин (300 нм) и 5,5 мин (400 нм), а рабочее давление составляло $2 \cdot 10^{-3}$ мбар.

Пропускание (Т) пленок ITO исследовалось в диапазоне длин волн 400–700 нм с шагом 50 нм на спектрофотометре КФК-3 и определялось из соотношения интенсивности светового потока I, прошедшего через измеряемый образец, к интенсивности светового потока I_0 , падающего на измеряемый образец (прошедшего через контрольный образец):

$$T = \frac{I}{I_0} \times 100 \%$$

Таким образом, измерения пропускания проводились по методу электрической автокомпенсации. В монохроматический поток излучения спектрофотометра поочередно вводился контрольный (стеклянная подложка) и измеряемые образцы (пленка ITO на стеклянной подложке). При введении контрольного образца стрелка спектрофотометра устанавливается на деление 100 %, и величина установившегося при этом светового потока принимается за 100 % пропускания. При введении в поток излучения измеряемого образца стрелка измерительного прибора отклоняется пропорционально

изменению потока, величина коэффициента пропускания отсчитывается по шкале, отрегулированной в процентах пропускания.

Полученные спектры пропускания для различной толщины пленок ИТО представлены на рисунке 1.

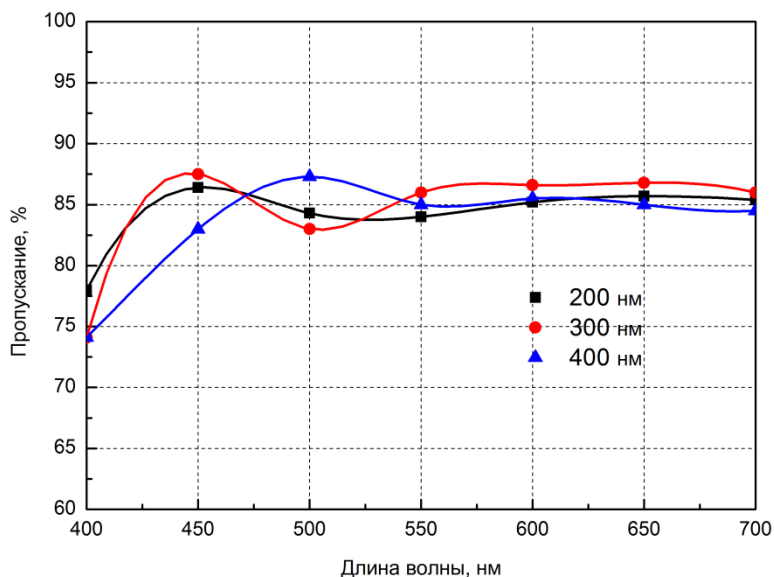


Рис. 1. Спектры пропускания пленок ИТО

Получено, что среднее оптическое пропускание в видимой области спектра для пленок ИТО толщиной 200–300 нм составляет порядка 84,2 %, а для пленки ИТО толщиной 400 нм – 83,4 %. При этом край поглощения для пленки ИТО толщиной 400 нм смещается в длинноволновую сторону, что свидетельствует об уменьшении ширины запрещенной зоны.

Литература

1. Амосова Л. П., Исаев М. В. Магнетронное напыление прозрачных электродов ИТО из металлической мишени на холодную подложку // Журнал технической физики. 2014. Т. 84. С. 127–132.
2. Бажин А. И., Троцан А. Н., Чертопалов С. В., Стипаненко А. А., Ступак В. А. Влияние режима магнетронного распыления и состава реакционного газа на структуру и свойства пленок ИТО // Физическая инженерия поверхности. 2012. Т. 10, № 4. С. 342–349.
3. Goncharov E. V., Saenko A. V., Malyukov S. P., Palii A. V. Formation of ITO Thin Films by MF Magnetron Sputtering for Solar Cells Application // Proceedings of ITNT 2021 – 7th IEEE International Conference on Information Technology and Nanotechnology, 2021. P. 1–5.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗИСТИВНОГО ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В МЕМРИСТОРНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ТАНТАЛА

Малюков С. П., Саенко А. В., Тимощенко Д. В.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Таганрог
E-mail: dimon_vitt@mail.ru

Оксиды переходных металлов активно исследуются в целях получения мемристорных устройств для резистивной оперативной памяти и разработки элементов нейроморфных систем [1, 2]. Одним из достоинств оксидов переходных металлов при применении в мемристорах для энергонезависимой памяти является относительная простота состава, которая обеспечивает возможность синтеза различными методами, переключение сопротивления в поликристаллическом и аморфном состоянии, что позволяет осаждать такие пленки на любые подложки. Сообщалось, что многочисленные оксиды переходных металлов, такие как Ta_2O_5 , ZrO_2 и HfO_2 , демонстрируют характеристики резистивного переключения (RS) [3–5].

Основным слоем в исследуемой мемристорной структуре является полупроводящий слой (Ta_2O_5), в котором осуществляется образование кислородных вакансий, обеспечивающие работу мемристорной структуры $Co/Ta_2O_5/W$. С помощью настольной вакуумной установки магнетронного напыления VSE-PVD-DESK-PRO были получены образцы мемристорной структуры $Co/Ta_2O_5/W$. Для первого слоя в качестве нижнего электрода выбрана мишень трехдюймового Co 99,95% чистоты с толщиной 4 мм, которая наносилась на сапфировую подложку при следующем режиме работы магнетрона: мощность 150 Вт, ток разряда 0,22 А, напряжение 682 В, давление в камере $2,9 \cdot 10^{-3}$ мбар, рабочий газ - аргон (Ar) 99,998% чистоты. Продолжительность осаждения пленки кобальта на сапфировую подложку составила 4 мин. Далее распылялась мишень двухдюймового Ta_2O_5 99,99% чистоты с толщиной 6 мм на тонкую пленку кобальта при мощности 100 Вт в течение 2 мин.

Исследование эффекта резистивного переключения проводилось на системе измерения параметров полупроводников Keithley 4200-SCS, которая позволяет исследовать электрические характеристики образцов в широком диапазоне значений параметров. В ходе работы применялись вольфрамовые (W) зонды, один из которых устанавливался на нижний контакт (Co), а второй – на пленку Ta_2O_5 .

Вольт-амперная характеристика мемристорной структуры $Co/Ta_2O_5/W$ (рисунок 1) напоминает типичный гистерезисный вид. С учетом возможных помех измерения можно полагать, что данная мемристорная структура

выбрана удачно и при углубленных исследованиях и тщательной корректировке процесса электроформовки можно получить высокие показатели количества циклов записи, времени чтения, времени записи и хранения информации, также быстродействия и стабильности во времени. Использование метода магнетронного распыления упрощает производство мемристорных структур на основе $\text{Co}/\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{W}$ путем проведения меньшего количества операций в технологическом маршруте.

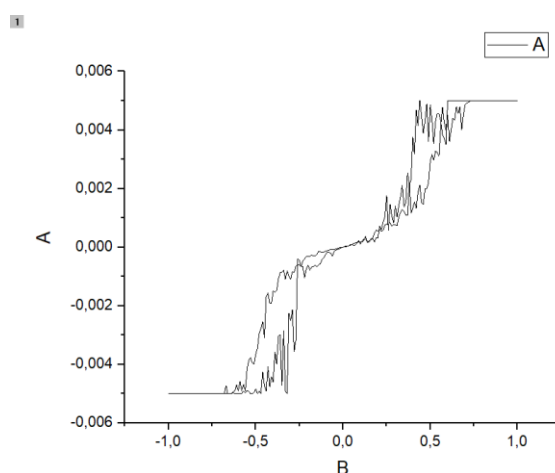


Рис. 1. Вольт-амперная характеристика мемристорной структуры $\text{Co}/\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{W}$

В настоящее время корпорации на рынке мемристорных устройств заинтересованы в исследованиях, которые касаются вопроса упрощения производства при сохранении высокого качества мемристорных структур. Спрос на устройства, работающих на основе мемристоров, объясняется тем, что они могут заменить все виды памяти, позволяют расширить функциональные возможности электроники за счет роста плотности компоновки элементов в чипах.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-03041 мк.

Литература

1. Zhu Y. B., Zheng K., Wu X., Ang L. K. Enhanced stability of filament-type resistive switching by interface engineering // Sci. Rep., 2017, 7, 43664.
2. Wang Y., Yan Y., Wang C., Chen Y., Li J., Zhao J., Hwang C.S. Controlling the thin interfacial buffer layer for improving the reliability of the Ta/Ta₂O₅/Pt resistive switching memory // Appl. Phys. Lett., 2018, 113, 072902.

3. J. X. Xiao, T. S. Heng, J. Ding, K. Y. Zeng, Resistive switching behavior in copper doped zinc oxide (ZnO:Cu) thin films studied by using scanning probe microscopy techniques // *J. Alloys Compd.*, 2017, 709, p. 535–541.
4. Fu L. P., Li Y. T., Han G. L., Gao X. P., Chen C. B., Yuan P. Stable resistive switching characteristics of ZrO₂-based memory device with low-cost // *Microelectron. Eng.*, 2017, 172, p. 26–29.
5. Sun C., Lu S. M., Jin F., Mo W. Q., Song J. L., Dong K. F. Control the switching mode of Pt/HfO₂/TiN RRAM devices by tuning the crystalline state of TiN electrode // *J. Alloys Compd.*, 2018, 749, p. 487–486.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ

Маннаа А. С.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича

г. Ростов-на-Дону

E-mail: Ali88manna@gmail.com

В настоящее время использование методов обработки изображений стало широко использоваться для улучшения качества медицинских изображений и их анализа для улучшения медицинской диагностики.

В данной работе предлагается алгоритм для обработки рентгеновских снимков [1, 2].

Определяется контур коленной кости. Для этого к отфильтрованному изображению применяется детектор границ Кенни. Приведем основные шаги применяемого здесь анализа.

Шаг 1: используется традиционный алгоритм обнаружения краёв Кэнни – проводится сглаживание изображения с гауссовской функцией $G = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)$. Параметр σ должен быть выбран правильно [3]. Для определения правильного значения σ для каждой матрицы окрестности 3×3 пиксела $x(i, j)$ используется адаптивный усреднённый фильтр Гаусса и дисперсия в статистическом методе [4, 5, 6]. Результат обработки показан на рис. 1.

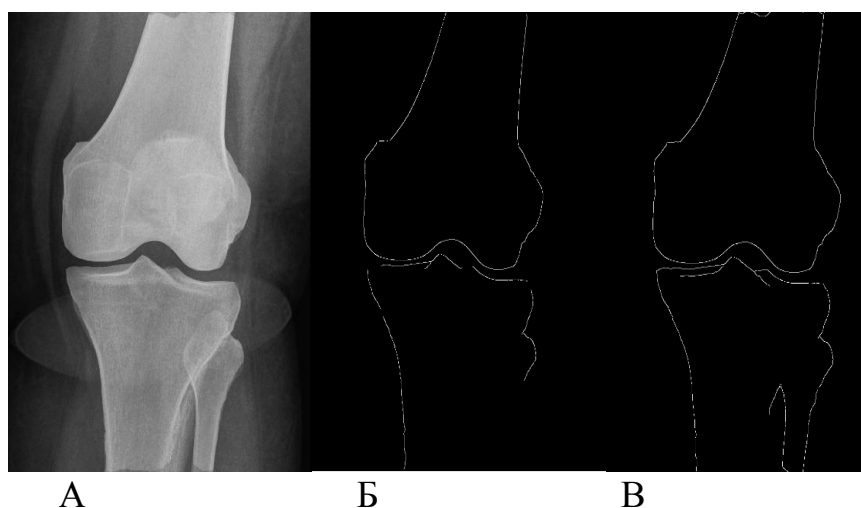


Рис. 1.

(А) – исходное изображение, (Б) – результаты работы алгоритма Кэнни, (В) – результаты работы алгоритма Кэнни с улучшенным Гауссовским фильтром.

Шаг 2. Границы объединяются в замкнутые области с помощью операции дилатации [7, с. 755] с большим ядром (3*3) два раза. Результат обработки показан на рис. 2.

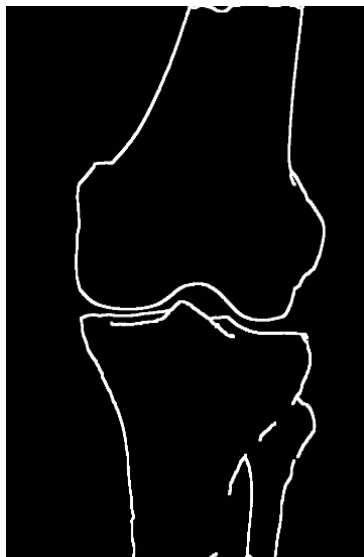


Рис. 3. Результат операции «дилатация»

Шаг 3. Следующим шагом является применение алгоритма сегментации по водоразделам [7, с. 881] (см. также [8, 9]).

Алгоритм водораздела работает с полутоновым изображением.

Пусть $P = \{(i, j): 0 \leq i \leq m - 1, 0 \leq j \leq n - 1\}$ -прямоугольник в $z * z$, параметризующий точки изображения размеров $m * n$, $f: P \rightarrow Z$ функция, задающая полутоновое изображение. При сегментации указанным методом изображения моделируются заполнением «местности» – изображения водой.

При этом образуются «бассейны». Как правило, алгоритм считает "бассейнами" даже самые незначительные объекты, что приводит к чрезмерной сегментации изображения, особенно для изображений с шумами, какими, в частности, являются медицинские рентгенографические изображения. Поэтому перед сегментированием для корректности процесса убирается лишний «шум» с изображения путем усреднения соседних точек и применения морфологической операции размывания [7, с.759].

После применения алгоритма сегментации из полученных областей выбирают те, которые содержат «точки интереса».

Точки интереса представляют собой две точки, которые должны лежать в пределах контуров костей при отцентрированном снимке. Следующим шагом является применение операции эрозии, в результате чего удаляются достаточно малые объекты. Результат обработки показан на рис. 3.



Рис. 3. Результат применения алгоритма водораздела

Предложенный алгоритм был программно реализован с использованием языка Python.

Результаты проведенных вычислительных экспериментов показали, что предложенный алгоритм улучшает антишумовую способность и отображает расположение краев более точным образом. В соответствии с алгоритмом водораздела каждой из полученных областей назначается уникальная метка, называемая «цветом».

В дальнейших исследованиях будет разработан алгоритм для определения референтных линий и углов и вычисления пороговых значений детектора Кэнни, поскольку качество получаемых результатов изображения существенно зависит от этих значений.

Литература

1. Beucher S. The Watershed Transformation Applied to Image Segmentation // Centre de Morphologie Mathématique, Scanning microscopy. Supplement, 2000.
2. Zhang Jiamei, Sun Xiaoxu, Chen Binbin et al. Edge detection combined with fractional differential and Canny operator[J]. Journal of Image and Graphics, 2016, 21(4): 46-50.
3. Canny J.A. Computational Approach to Edge Detection IEEE // Transactions on pattern analysis and machine intelligence. 1986.

4. Khalil I. Jassam. Removal of Random Noise from Conventional Digital X-Ray Images, University of Maine Orono. – 1992. 114 с.
5. Li Junshan, Ma Ying, Zhao Fangzhou et al. Improved Canny Image Edge Detection Algorithm [J]. Acta Photonica Sinica, 2011, 40(s1): 50–54.
6. Маннаа А.С., Муратова Г.В. Улучшенный гауссовый фильтр в алгоритме Кэнни для рентгеновских снимков// Инженерный вестник Дона. № 10 .2021. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2021/7227.
7. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера. 2005. 1072 с.
8. Meyer F. Color image segmentation// IEE International Conference on Image Processing and its Applications. Maastricht. The Netherlands. 1995. pp. 303–306.
9. Строев В.М., Альмас Г.Ф. Многоспектральный оптической метод формирования и обработки изображений низкоконтрастных образований при априорной неопределённости параметров кожи // Инженерный вестник Дона.2013. № 4 URL ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2018.
10. Li Dan, Qian Jiansheng, Lu Nannan. Improvement of Image Edge Detection Technology[J]. Computer Engineering and Applications, 2010, 37(3): 210–212.

ИНТЕРАКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА В WEB-ВЕРСИИ ПАКЕТА ACELAN-COMPOS

**Мартыненко М. В., Москаленко Д. А., Оганесян П. А.,
Фоменко Е. И.**

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

E-mail: poganesyana@sfedu.ru

Пакет ACELAN-COMPOS представляет собой конечно-элементный комплекс программ, разработанный сотрудниками кафедры математического моделирования Института математики, механики и компьютерных наук им. И. И. Воровича Южного федерального университета. Данный пакет предназначен для решения задач, связанных с идентификацией свойств композитных материалов. Такие материалы широко применяются в медицине, «зеленой» энергетике, при изготовлении пьезодатчиков и других устройств [1].

Работа по усовершенствованию пакета ведётся в нескольких направлениях, среди которых можно выделить два основных: разработка и реализация новых методов решения задач; внедрение новых и доработка имеющихся средств описания и расчёта моделируемых объектов. В данной работе подробно описан процесс разработки инструментов интерактивного моделирования, реализованных в пакете ACELAN-COMPOS.

Большинство современных CAE пакетов реализует взаимодействие с пользователем либо через сложный UI, либо через язык описания моделей, например, APDL ANSYS. В пакете ACELAN-COMSOL реализован комбинированный интерфейс, который позволяет работать в режиме интерактивного документа, в котором представлены и графические, и текстовые элементы.

Основными компонентами такого интерфейса являются текстовый редактор с подсветкой синтаксиса скриптового языка ACELAN-COMPOS, элементы визуального представления, связующее web-приложение и реализующий вычислительные функции расчетный модуль комплекса ACELAN-COMPOS.

Для удобства использования было решено дополнить функционал редактором кода с подсветкой синтаксиса. Подсветка синтаксиса – это функция некоторых текстовых редакторов, отображающих текст, особенно исходный код, в разных цветах и шрифтах в зависимости от категории терминов. Такой подход повышает читаемость кода. Были проанализированы

5 различных библиотек, реализующих требуемые возможности, однако на фоне остальных следует отметить Prism.js [2] и Code Mirror [3]. Они включают в себя описание правил, ключевых слов и специальных символов для подсветки синтаксиса большого множества языков. При необходимости есть возможность создать собственный стиль, выбрав цветовую палитру и дополнительные правила выделения синтаксиса.

В качестве примера блока визуализации рассматривается блок триангуляции плоских фигур. С помощью скриптового языка пользователь может описать форму фигуры и настроить параметры триангулятора. Результатом триангуляции является конечно-элементная сетка, которую можно визуализировать с помощью SVG. Были проанализированы две библиотеки для построения таких сеток в браузере:

Earcut [4] — это быстрая и маленькая библиотека полигональной триангуляции, основанная на идеях из FIST: Fast Industrial-Strength Triangulation of Polygons Мартина Хелда [5]. Плюсом этой библиотеки является возможность триангуляции полигонов различной формы, в том числе невыпуклых. Вторая библиотека, d3-delaunay [6] — она основана на модуле Delaunator, реализующем быстрые вычисления триангуляции Делоне с использованием алгоритмов развертки.

В качестве примера работы расчетного модуля под управлением интерактивного интерфейса рассматривается задача вычисления собственных значений для модели ультразвукового скальпеля. Для вычисления собственных значений использовался алгоритм Ланцоша. Это итерационный метод вычисления собственных значений симметричной матрицы. На вход алгоритма поступает матрица A и количество собственных значений, которые надо найти. В качестве вектора b выбирался единичный вектор. Расчетные модули пакета ACELAN реализованы на языке C#, для взаимодействия этих модулей с web-приложением разработан протокол обмена данными на основе формата JSON. Обмен данными осуществляется по протоколу HTTP/S, при этом расчетные модули могут запускаться независимо в параллельном режиме при наличии достаточных вычислительных ресурсов.

Структура скрипта для реализации решаемой задачи не предполагает полного синтаксического разбора. Реализован парсер, разбирающий скрипт на отдельные команды. Для каждой команды может существовать блок визуализации, выводящий текст (материальные свойства, собственные значения, массивы переменных) или изображение (тепловую карту, геометрию модели), в том числе и интерактивные векторные изображения. Такой подход позволяет быстро прототипировать модели на ранних этапах их создания и особенно хорошо подходит для моделей с небольшим числом степеней свободы, так как позволяет оценивать результаты выполнения скриптов в режиме, близком к реальному времени.

Предложенная реализация позволяет обмениваться моделями в виде интерактивных скриптов, просто передавая ссылку на модель. Возможные сценарии использования пакета, поддерживающие режим совместного редактирования скриптов или допускающие только просмотр скрипта отдельными участниками исследования.

Литература

1. Gerasimenko T. E., Kurbatova N. V., Nadolin D. K., Nasedkin A. V., Nasedkina A. A., Oganessian P. A., Skaliukh A. S., and Soloviev A. N., Homogenization of Piezoelectric Composites with Internal Structure and Inhomogeneous Polarization in ACELAN-COMPOS Finite Element Package, in: Wave Dynamics, Mechanics and Physics of Microstructured Metamaterials, edited by M. A. Sumbatyan (Springer, Berlin, 2019), pp. 113–131.
2. Официальный сайт библиотеки Prism.js. URL: <https://prismjs.com> (дата обращения: 10.01.2022).
3. Официальный сайт библиотеки CodeMirror. URL: <https://codemirror.net/6/>.
4. Официальный сайт библиотеки Earcut. URL: <https://github.com/mapbox/earcut>.
5. M. Held. FIST: Fast Industrial-Strength Triangulation of Polygons. *Algorithmica* 30(4): 563-596, 2001.
6. Официальный сайт библиотеки d3-delaunay. URL: <https://github.com/d3/d3-delaunay>.

РЕШЕНИЕ ЧАСТИЧНОЙ ПРОБЛЕМЫ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДЛЯ СИММЕТРИЧНЫХ НЕЗНАКООПРЕДЕЛЕННЫХ МАТРИЦ НА ПОДПРОСТРАНСТВАХ КРЫЛОВА

Мартынова Т. С., Муратова Г. В., Оганесян П. А., Штейн О. О.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

Институт математики, механики и компьютерных наук

им. И. И. Воровича

E-mail: martynova@sfedu.ru, muratova@sfedu.ru, poganesyana@sfedu.ru

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-21-00318, <https://rscf.ru/project/22-21-00318/> в Южном федеральном университете.

Проблема собственных значений состоит в нахождении всех (полная проблема) или нескольких (частичная проблема) чисел $\lambda \in \mathbb{R}^n$ (исследуется вещественный случай), при которых существует ненулевое решение системы $\mathbf{Ax} = \lambda \mathbf{x}$, где $\mathbf{A} \in \mathbb{R}^{n \times n}$ – произвольная квадратная матрица. В работе рассмотрены методы на подпространствах Крылова, включающие соответствующие рациональные методы, которые позволяют численно решать большие спектральные задачи для симметричных незнакоопределенных матриц, в частности, симметричных квазиопределенных (SQD) матриц. Основными методами численного решения задачи являются методы Ланцоша. Метод Ланцоша [1] первоначально являлся методом трехдиагонализации вещественной симметричной матрицы посредством ортогонального подобного преобразования. Позже он стал применяться во многих задачах: для вычисления собственных пар эрмитовых матриц [2, 3], как средство решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), для локализации спектра в итерационных методах решения линейных систем и при решении жестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений [4]. На практике метод Ланцоша используется для решения как знакоопределенных, так и незнакоопределенных СЛАУ. Но при обосновании использования метода в последнем случае имеются трудности, связанные с проблемой устойчивости [5].

Пусть \mathbf{x} – произвольный вектор n -мерного евклидова пространства с естественным скалярным произведением. Последовательность векторов $\{\mathbf{x}, \mathbf{Ax}, \mathbf{A}^2\mathbf{x}, \dots, \mathbf{A}^k\mathbf{x}, \dots\}$ называется последовательностью Крылова, порождаемой матрицей \mathbf{A} и вектором \mathbf{x} . Линейные подпространства вида

$$K^m = \text{span}\{\mathbf{x}, \mathbf{Ax}, \dots, \mathbf{A}^{m-1}\mathbf{x}\}, \quad (1)$$

называют подпространствами Крылова [2–4].

Особая привлекательность метода Ланцоша при решении больших спектральных задач состоит в том, что для проведения вычислений нет необходимости хранить A полным квадратным массивом. Необходимо лишь иметь возможность формировать произведения матрицы A на векторы, для чего матрицу можно хранить в компактной форме. Способ представления A определяет наилучший способ вычисления таких произведений, но никак иначе не влияет на организацию алгоритма. Т.е. в алгоритмах мы рассматриваем операцию матрично-векторного умножения как «черный ящик». Открытый вопрос – это оптимальная для данной задачи конкретная реализация такого черного ящика. Это относится не только к разреженным матрицам, но и к заполненным матрицам, имеющим регулярную структуру, например, трёхдиагональным или ганкелевым матрицам.

Будем искать несколько крайних (для определенности, максимальных) собственных чисел матрицы A , которую приведем к трёхдиагональной форме T_m путем ортогонализации Крыловой последовательности [1] [2, 3]. Размерность матрицы T_m берется значительно меньшей размерности матрицы A ($m \ll n$). В [2] в качестве типичных значений для n , m и p , (где p – число искомых собственных чисел), приводятся $p=10$, $m=300$, $n=104$. Величины p и m являются важнейшими параметрами методов Ланцоша. Следует отметить, что числа Ритца (собственные значения матрицы T_m), которые считают приближениями к собственным значениям матрицы A , не обязаны лежать в ее спектре, они находятся в "поле значений" (множестве значений отношения Рэлея). Поэтому поиск собственных чисел матрицы, точный спектр которой неизвестен, представляет значительные трудности. Однако известно [2, 3], что первыми сходятся крайние (максимальные и минимальные) собственные значения, причем сходимость тем быстрее, чем лучше они отделены друг от друга и от средней части спектра.

Пусть q_0, q_1, \dots, q_{m-1} – ортобазис в подпространстве Крылова K_m , и Q_m – матрица, столбцами которой являются данные векторы. Тогда она связана с матрицей A соотношением $T_m = Q_m^T A Q_m$. Качество полученных приближений измеряется с помощью невязок [3].

Пусть μ – число Ритца, $v = Q_m \mu$ – соответствующий вектор Ритца (μ – собственный вектор матрицы T_m , соответствующий собственному числу μ). Известна оценка для нормы невязки пары Ритца [2, 3]

$$\|r(\mu_i, v_i)\|_2 = \|A(Q_m y_i) - (Q_m y_i)\mu_i\|_2 = T(m+1, m)|y_i(m)|, \quad (2)$$

где $y_i(m)$ – последняя (m -я) компонента собственного вектора y_i , а $T(m+1, m)$ – единственный ненулевой элемент последней строки матрицы $T_{m+1, m} \in \mathbb{R}^{(m+1) \times m}$. Если норма невязки (2), окажется малой для некоторых пар Ритца, то эти пары являются хорошим приближением соответствующих собственных пар матрицы A . Заметим, что для вычисления

нормы невязки не нужно вычислять матрично-векторное произведение, а достаточно найти произведение двух чисел в правой части уравнения (2). Однако, длина невязки, соответствующей вектору \mathbf{v} , не является характеристикой его качества как приближенного собственного вектора без дополнительной информации о спектре \mathbf{A} . Собственные числа матрицы \mathbf{T}_m находятся с помощью стандартного QR-алгоритма.

Обычные методы подпространства Крылова аппроксимируют компоненты решения, связанные с доминирующими собственными значениями матрицы \mathbf{A} , лучше, чем другие компоненты [2, 3]. Поэтому для жестких задач, где собственные значения сильно различаются по величине, может потребоваться много шагов Крылова m , прежде чем малые собственные значения матрицы \mathbf{A} будут хорошо аппроксимированы. Обычно в данной ситуации используют два подхода: методы перезапуска или рациональные методы на подпространствах Крылова [5, 8]. Среди последних популярны методы типа «Shift-Invert», которые строят подпространство Крылова для матрицы $(\mathbf{A} - \sigma\mathbf{I})^{-1}$, обратной к «сдвинутой» матрице $\mathbf{A} - \sigma\mathbf{I}$. Следует отметить, что матрица $(\mathbf{A} - \sigma\mathbf{I})^{-1}$ не вычисляется. Вместо этого СЛАУ с матрицей $\mathbf{A} - \sigma\mathbf{I}$ решается каждый раз, когда матрицу $(\mathbf{A} - \sigma\mathbf{I})^{-1}$ нужно умножить на вектор.

Если незнакоопределенная матрица \mathbf{A} является симметричной квазиопределенной (SQD) матрицей, то она является строго факторизуемой (имеет модифицированное разложение Холецкого) [8], т.е. для любой матрицы перестановок \mathbf{P} существует нижняя треугольная матрица \mathbf{L} и диагональная матрица \mathbf{D} , такие что $\mathbf{P}\mathbf{T}\mathbf{A}\mathbf{P}^T = \mathbf{L}\mathbf{D}\mathbf{L}^T$. При такой факторизации исключаются операции извлечения квадратных корней при вычислении диагональных элементов нижней треугольной матрицы. Кроме того, в случае LDLT-разложения разреженной матрицы нижняя треугольная матрица \mathbf{L} также является разреженной. Причем матрица \mathbf{L} сохраняет характерные особенности структуры исходной матрицы, хотя общее количество ненулевых элементов, как правило, увеличивается. Поэтому для решения СЛАУ с матрицей $\mathbf{A} - \sigma\mathbf{I}$ можно использовать прямой метод. Альтернативой этому может служить решение данной СЛАУ алгебраическим многосеточным методом (или другим итерационным методом, учитывающим структуру и свойства SQD-матриц).

Следует отметить, что для нахождения собственных векторов задачи необходимо хранить весь набор векторов Ланцоша. Это требует большого объема памяти при работе алгоритма. Причем этот объем нельзя определить заранее, поскольку неизвестно число итераций, обеспечивающее вычисление собственных значений с требуемой точностью. Для решения этой проблемы используются перезапуски метода Ланцоша [7].

Численные эксперименты

Первоначально тестирование программ производилось для диагональной матрицы 500×500 (Таблицы 1 и 2), далее для модельной матрицы того же размера, полученной в результате конечно-элементной аппроксимации статической задачи теории упругости, спектр которой неизвестен (Таблица 3). В таблицах приводятся данные, отвечающие пяти максимальным собственным значениям данных матриц.

Численные эксперименты подтвердили, что метод Ланцоша находит экстремальные собственные значения с высокой точностью при достаточном для сходимости выборе размерности подпространства Крылова ($m=50$). При уменьшении размерности сходимость ухудшается ($m=35$), и точность вычисления собственных значений резко падает. Метод Ланцоша на рациональных подпространствах Крылова «Shift-Invert» показал высокую эффективность и точность при определении собственных значений, ближайших к заданному числу σ .

Таблица 1. Метод Ланцоша. Тестовая диагональная матрица, $n=500$, $m=50$, $p=5$

N	Точное СЧ	Вычисленное СЧ	Погрешность (абсолютная)	Невязка
1	2.814172761275914e+00	2.814172761275914e+00	0	1.55573281e-14
2	2.702868092389970e+00	2.702868092389970e+00	4.440892098e-16	8.19808960e-12
3	2.599089388576309e+00	2.599089388576309e+00	4.440892098e-16	2.47915414e-08
4	2.590000000000000e+00	2.589999999999998e+00	2.220446049e-15	4.87729831e-08
5	2.567541525093273e+00	2.567541525093271e+00	1.776356839e-15	3.50873753e-08

Таблица 2. Метод Ланцоша. Тестовая диагональная матрица, $n=500$, $m=35$, $p=5$

N	Точное СЧ	Вычисленное СЧ	Погрешность (абсолютная)	Невязка
1	2.814172761275914e+00	2.814172761275913e+00	8.881784197e-16	3.14414853e-08
2	2.702868092389970e+00	2.702868092373335e+00	1.663469362e-11	4.13708078e-06
3	2.599089388576309e+00	2.599080184787335e+00	9.203788973e-06	2.82704233e-03
4	2.590000000000000e+00	2.589972584614005e+00	2.741538599e-05	4.84766292e-03
5	2.567541525093273e+00	2.567534283211727e+00	7.241881546e-06	2.43875822e-03

Таблица 3. Метод Ланцоша. Модельная матрица, $n=500$, $p=5$

N	Вычисленное СЧ ($m=50$)	Невязка ($m=50$)	Вычисленное СЧ ($m=35$)	Невязка ($m=35$)
1	3.738423753468215e+00	1.51129110e-12	3.73842375e+00	9.83288595e-08
2	3.354251142333786e+00	9.83902222e-07	3.35424966e+00	1.35214213e-03
3	3.332708602332159e+00	9.82133017e-06	3.33262140e+00	1.01025964e-02
4	3.281254520234815e+00	6.01194574e-05	3.28039535e+00	2.96895087e-02
5	3.118811719900981e+00	6.71429252e-04	3.11858987e+00	8.23161078e-03

Таблица 4. Метод Ланцоша «Shift-Invert (σ)». Модельная матрица, $n=500$, $p=5$

N	σ	IT	Вычисленное СЧ ($\lambda(\sigma)$)	Ланцош ($m=50$) (λ_{lanzos})	Abs ($\lambda(\sigma) - \lambda_{\text{lanzos}}$)
1	3.70	11	3.738423753491805e+00	3.738423753468215e+00	2.359001882723533e-11
2	3.35	13	3.354251142334455e+00	3.354251142333786e+00	6.687983500341943e-13
3	3.32	12	3.332708602401163e+00	3.332708602332159e+00	6.900391369413228e-11
4	3.25	16	3.281254523089236e+00	3.281254520234815e+00	2.854421143894115e-09
5	3.10	15	3.118812439169689e+00	3.118811719900981e+00	7.192687081492011e-07

В Таблице 4 приведены расчеты поиска методом Ланцоша «Shift-Invert» пяти собственных чисел, ближайших к заданному числу σ . Результаты сравниваются с соответствующими собственными значениями, полученными методом Ланцоша, где «IT» обозначает число итераций, т. е. число обращений матрицы $\mathbf{A} - \sigma\mathbf{I}$. Соответствующая СЛАУ решается модифицированным методом Холецкого, причем число итераций зависит как от близости σ к искомому собственному значению, так и от наличия двух (или более) чисел Ритца, близко расположенных между собой.

Литература

1. Lanczos C., An iteration method for the solution of the eigenvalue problem of linear differential and integral operators, J. Res. Nat. Bur. Stand. B, v. 45, p. 255–281, 1950.
2. Parlett B. N., The Symmetric Eigenvalue Problem, SIAM, Philadelphia, PA, 1998.
3. Деммель Дж., Вычислительная линейная алгебра, М.: Мир, 2001.
4. Saad Y., Iterative methods for Sparse Linear Systems, PWS Publishing Company, 1995.
5. Paige C. C., Parlett B. N., van der Vorst H. A., Approximate solutions and eigenvalue bounds from Krylov subspaces, Numer. Linear Algebra with Applic., v. 2, p. 115–133, 1995.
6. Ruhe A., Rational Krylov sequence methods for eigenvalue computation, Linear Algebra Appl. v. 58, p.391–405, 1984.
7. Saad Y., Numerical methods for large eigenvalue problems, SIAM, second edition, 2011.
8. Vanderbei R. J., Symmetric quasidefinite matrices, SIAM J. Optim., 5(1), p. 100–113, 1995.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАБОТЫ БИНАРНЫХ И МУЛЬТАКЛАССОВЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ

Михайличенко А. А.

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

E-mail: alexey.a.mikh@gmail.com

Существуют различные способы оценки производительности алгоритмов машинного обучения, большинство из которых основаны на использовании матрицы ошибок (*confusion matrix*), которая содержит в себе количество корректно и некорректно классифицированных примеров для каждого класса [1]. В данной работе приводится подробный обзор основных методов численной оценки качества работы классификаторов с анализом преимуществ тех или иных метрик и особенностями их применимости для различных задач.

Рассмотрим матрицу ошибок для некоторого бинарного классификатора (рис. 1). Зеленая диагональ матрицы обозначает количество верно предсказанных примеров для обоих классов, остальные значения – количество ошибочных предсказаний. Ошибка распознавания позитивного класса как негативного (False Negative, FN) называется ошибкой второго типа, распознавание негативного класса как позитивного (False Positive, FP) – ошибкой первого типа [2]. Значения матрицы ошибок используются для вычисления большого количества метрик оценки классификатора.

		Правильный класс	
		Positive(P)	Negative(N)
Предсказанный класс	True(T)	True Positive (TP)	False Positive (FP)
	False(F)	False Negative (FN)	True Negative (TN)
		$P=TP+FN$	$N=FP+TN$

Рис. 1. Пример матрицы ошибок для бинарной классификации:
P – позитивный класс, N – негативный класс

Accuracy. Наиболее распространенным эмпирическим методом оценки точности классификации является процент корректно классифицированных примеров – **правильность** (или *accuracy*):

$$accuracy = \frac{TP + TN}{FP + FN + TP + TN}.$$

Данная мера оценивает ситуацию в целом и не акцентирует внимание на каком-то конкретном классе. В случаях, когда датасет не сбалансирован (т.е. количество примеров одних классов в датасете значительно превышает количество примеров других), данная оценка может вводить в заблуждение.

Sensitivity и specificity. Для оценки классификатора по разным классам используют метрики **специфичность** (*specificity*, или *true negative rate*, *TNR*) и **чувствительность** (*sensitivity*, или *true positive rate*, *TPR*):

$$specificity = TNR = \frac{TN}{FP + TN},$$

$$sensitivity = TPR = \frac{TP}{TP + FN}.$$

Таким образом, специфичность – это процент примеров негативного класса, которые были корректно распознаны, а чувствительность – часть корректно классифицированных позитивных примеров. Другими словами, в целом чувствительность и специфичность можно рассматривать как метрику *accuracy* для образцов позитивного и негативного классов.

Данные метрики обычно используют в ситуациях, когда количество примеров, принадлежащих одному классу, существенно ниже, чем общее количество примеров – в классификации текстов, обработке естественного языка, биоинформатике, а именно в тех случаях, когда среди всех классов есть класс, представляющий особый интерес, а остальные классы либо объединены в один (бинарная классификация), либо оставлены как есть [1].

False positive и false negative rate. По аналогии с *TPR* и *TNR* в некоторых приложениях бывает полезно значение *FPR* (*false positive rate*), которое представляет собой отношение неправильно классифицированных отрицательных образцов к общему количеству отрицательных образцов и *FNR* (*false negative rate*) – доля примеров положительного класса, которые были неправильно классифицированы. При этом *FNR* дополняет меру *sensitivity*, а *FPR* дополняет метрику *specificity* [2]:

$$FPR = 1 - TNR = \frac{FP}{FP + TN} = \frac{FP}{N},$$

$$FNR = 1 - TPR = \frac{FN}{FN + TP} = \frac{FN}{P}.$$

И FPR , и FNR не чувствительны к особенностям распределения данных, и поэтому могут использоваться в задачах с несбалансированными датасетами.

Precision и recall. Существуют метрики, которые позволяют оценить корректность классификации примеров для разных классов. Наиболее информативными среди них являются **точность** (*precision*) и **полнота** (*recall*), которая эквивалентна чувствительности:

$$precision = \frac{TP}{TP + FP},$$

$$recall = sensitivity = \frac{TP}{TP + FN}.$$

Является ли более важным *precision* или *recall* – зависит от специфики конкретной задачи классификации. К примеру, для задачи обнаружения болезни важным является способность классификатора корректно обнаружить как можно больше больных из общего набора, и в этом случае более важным параметром является *recall*. С другой стороны, важной характеристикой классификатора также можно назвать его чувствительность к неверной классификации, т. е. способность обнаруживать как можно больше примеров наличия заболевания, даже за счет ложно-положительных срабатываний – в таком случае важной характеристикой будет *precision*. В большинстве случаев приходится идти на компромиссы при выборе между *precision* и *recall*.

F-мера. В некоторых случаях бывает удобно каким-либо образом объединить точность и полноту в одно число, т. е. получить своеобразный агрегированный критерий точности работы алгоритма. В этом случае используют *F-меру*, которая является средним гармоническим точности и полноты вместо среднего арифметического, что позволяет сглаживать расчёты за счет исключения экстремальных значений. В общем виде F-мера выглядит так:

$$F_{\beta} = (1 + \beta^2) \frac{precision + recall}{\beta^2 * precision + recall},$$

где β – вес точности в метрике, который в большинстве работ принимается равным 1. F-мера достигает максимума при полноте и точности, равными единице, и близка к нулю, если один из аргументов близок к нулю.

Мультиклассовая классификация. Матрица ошибок может быть составлена не только для бинарного, но и для мультиклассового классификатора. Пример такой матрицы ошибок для случая трех классов А, В и С представлен на рис. 2.

Здесь, по аналогии с матрицей для бинарного классификатора, зеленая диагональ (значения TP_A , TP_B , TP_C) обозначает количество верно предска-

занных примеров для каждого из классов, а оставшиеся ячейки матрицы – ошибочные предсказания.

	A	B	C
A	TP _A	E _{BA}	E _{CA}
B	E _{AB}	TP _B	E _{CB}
C	E _{AC}	E _{BC}	TP _C

Рис. 2. Пример матрицы ошибок для бинарной классификации

Например, E_{BA} – количество примеров, являющихся классом А, но предсказанных как В, E_{CA} – количество примеров, являющихся классом А, но предсказанных как С и т.д. Ложно-положительной (*false positive*) ошибкой для класса А будет сумма $FP_A = E_{BA} + E_{CA}$, т.е. количество примеров, которые были классифицированы как класс А, но таковым на самом деле не являются. Ложно-отрицательной (*false negative*) ошибкой для класса А будет сумма $FN_A = E_{AB} + E_{AC}$, которая показывает количество примеров класса А, ошибочно классифицированных как класс В или С. Таким образом, матрица ошибок размера $m \times m$ содержит m ячеек корректных классификация, и $m^2 - m$ ячеек с ошибочными результатами [2]. Характеристики FN , FP , TN , TP для всего классификатора вычисляются как сумма соответствующих характеристик по всем классам, т. е. $FN = FN_A + FN_B + FN_C$ и т. д.

В случае подсчета метрик для мультиклассового классификатора возможны различные варианты подсчета метрик классификатора, не привязанных к конкретным классам:

- **микро**: вычисление глобальных метрик путем подсчета общего количества ложно-негативных (FN), ложно-позитивных (FP) и других параметров (вместо подсчета индивидуальных метрик для каждого класса);

- **макро**: вычисление метрики для каждого класса и определение их невзвешенного среднего – в данном случае не учитывается сбалансированность датасета и вес каждой метрики среди всего набора;

- **взвешенное среднее**: вычисление метрики для каждого класса и определение их взвешенного среднего, опираясь на процентное соотношение количества образцов каждой метрики среди общего количества примеров в датасете – обычно используется в случае сильно несбалансированных наборов данных.

ROC-кривая и площадь под этой кривой. Одним из информативных методов визуализации качества бинарного классификатора считается кривая ошибок, или ROC-кривая (*Receiver Operating Characteristic*). Изначально ROC-кривая использовалась в теории обнаружения сигналов для описания компромисса между показателями угадывания и ложного срабатывания классификатора [3]. Одной из первых работ по машинному обучению, в которой упоминается ROC-кривая, считается [4], где кривая ошибок используется для оценки и сравнения алгоритмов. С развитием машинного обучения упоминание ROC-кривой в литературе растет высокими темпами. Так, если в 1990 году было всего 50 упоминаний данного инструмента в научной литературе в год, то в 2002 это число достигло 1000, а в 2018 году зафиксировано более 8000 упоминаний кривой ошибок в год [6]. Стоит отметить, что ROC-кривая не зависит от распределения классов, что делает ее полезной для оценки классификаторов, прогнозирующих редкие события (болезни [6], стихийные бедствия и т. п.).

ROC-кривая – это двумерный график, на котором по оси Y откладываются значения *TPR* (или *recall*), а по оси X – значения *FPR* (или $1 - specificity$). График показывает относительный компромисс между выгодами (true positives) и затратами (false positives). Подробный алгоритм построения ROC-кривой можно найти в работе [3]. Рассмотрим рис. 3, на котором показаны четыре важные точки ROC-кривой – A, B, C и D.

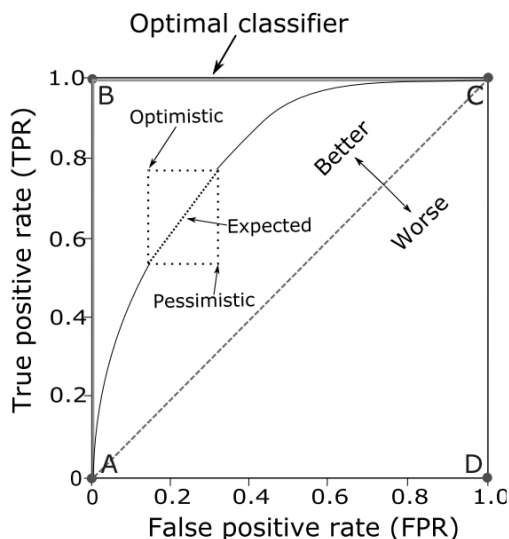


Рис. 3. Иллюстрация ROC-кривой с указанием важных для оценки классификатора точек, а также оптимистичный, пессимистичный и ожидаемый сегменты

Точка A (с координатами (0, 0)) представляет собой классификатор, который ошибочно классифицирует все позитивные образцы, но в то же время корректно классифицирует все негативные ($TPR = FPR = 0$). Точка C с координатами (1, 1), наоборот, представляет классификатор, кото-

рый корректно классифицирует позитивный класс и все время ошибается на классе негативном.

Точка **D** в правом нижнем углу олицетворяет классификатор, который ошибается как на негативных, так и на позитивных примерах, а точка **B** – левый верхний угол – является идеальным классификатором, который корректно классифицирует и позитивные, и негативные образцы.

Помимо самой ROC-кривой, для сравнения нескольких классификаторов в различных исследованиях еще используют значение площади под этой кривой – *area under curve*, AUC [17]. Чем выше значение AUC – тем более качественней тестируемый классификатор, при этом значение 0,5 соответствует случайному угадыванию и означает, что классификатор непригоден для использования.

Подводя итоги, отметим, что в работе приведен обзор наиболее используемых метрик для оценки качества классификаторов, и представлены типичные примеры задач, в которых применяются те или иные метрики. Описанного набора метрик достаточно для использования в самом широком круге задач как для бинарных, так и для мультиклассовых классификаторов.

Литература

1. Sokolova M., Japkowicz N., Szpakowicz S. Beyond Accuracy, F-Score and ROC: A Family of Discriminant Measures for Performance Evaluation // *Advances in Artificial Intelligence. AI 2006. Lecture Notes in Computer Science.* – 2006. – Vol. 4304
2. Tharwat A. Beyond Accuracy, F-Score and ROC: A Family of Discriminant Measures for Performance Evaluation // *Applied Computing and Informatics.* – 2021. – Vol. 17. – P. 168–192.
3. Fawcett T. ROC Graphs: Notes and Practical Considerations for Researchers // *Machine Learning.* – 2004. – Vol. 31. – P. 1–38.
4. Spackman K. A. Signal Detection Theory: Valuable Tools for Evaluating Inductive Learning // *Machine Learning.* – 1989. – P. 160–163.
5. Gneiting T., Vogel P. Receiver Operating Characteristic (ROC) Curves // *arXiv: Methodology.* – Vol. abs/1809.04808. – 2018.
6. Tharwat A., Gabel T., Hassanien, A. E. Classification of Toxicity Effects of Biotransformed Hepatic Drugs Using Optimized Support Vector Machine // *Proceedings of the International Conference on Advanced Intelligent Systems and Informatics 2017.* – 2018. – P. 161–170.
7. Donoghue C. Analysis of MRI for Knee Osteoarthritis using Machine Learning // *PhD Thesis of Imperial College London.* – 2013.

ПЕРВОЕ СООБЩЕНИЕ О МОДУЛЕ НЕВИДИМОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКИ ЗАДАНИЙ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ В СРЕДЕ 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

Среда программирования PascalABC.NET активно развивается в последние 7 лет [1, 2]. Связано это в основном с плавным изменением методики обучения школьников в Воскресной компьютерной школе Института математики, механики и компьютерных наук [3]. Поскольку разработчики PascalABC.NET активно преподают в Воскресной компьютерной школе, новые идеи в этой области генерируются, реализуются и внедряются непосредственно во время учебного процесса. Проверка реализованных сервисов может охватывать до 300 школьников в год – именно такое количество учеников компьютерной школы осваивает программирование каждый год.

Одним из широко используемых средств является электронный задачник Programming Taskbook, разработанный Абрамяном М. Э. и встроенный в среду PascalABC.NET. Он содержит более 2000 автоматически проверяемых задач по различным разделам программирования от элементарных задач до файлов, динамических структур данных, параллельного программирования и паттернов объектно-ориентированного проектирования. Электронный задачник кардинально превосходит известные олимпиадные системы проверки по многим параметрам. Это прежде всего проверка типизированных данных вместо проверки текстового вывода в файл, детальные сообщения о причинах ошибки, значительно более лёгкая разработка заданий и отсутствие необходимости разворачивать удалённую олимпиадную систему проверки. Эффективность электронного задачника в учебном процессе была доказана более чем 20-летним опытом использования в Детской компьютерной школе.

Электронный задачник имеет и определенные недостатки. Это, прежде всего, жёстко заданный набор задач, изменение которого требует создания нового дистрибутива PascalABC.NET. В реальности подобное изменение происходит не чаще раза в год. С другой стороны, для учебного процесса к каждому занятию разрабатываются новые задачи, для которых хотелось бы обеспечить легкую автоматическую проверку.

В настоящей работе представлен модуль невидимой проверки простых задач по программированию, некоторые идеи которого заимствованы

из работы [4]. Новый модуль обладает следующими уникальными возможностями:

- новые задания, предлагаемые к уроку, можно обеспечивать системой автоматической невидимой проверки с помощью написания специального модуля – время разработки такого модуля сопоставимо с временем разработки самих заданий к уроку;
- ввод данных по заданию может осуществляться учеником из различных источников: с клавиатуры или генерацией случайных чисел;
- вывод данных можно осуществлять в разной последовательности, предусмотренной заданием;
- можно вводить и выводить данные различных типов: например, в рамках одного задания можно вводить и выводить либо только целые, либо только вещественные значения.

Рассмотрим пример простого задания и способ его проверки.

```
{ Задание. Напишите программу, в которой вводятся числа x,y  
    и выводятся их минимум и максимум  
}  
uses LightPT, Tasks;  
begin
```

```
end.
```

Обратим внимание на подключение двух модулей: LightPT – общие функции проверки заданий (стандартный модуль), Tasks – модуль проверки заданий из текущей папки (хранится в текущей папке). Тело программы – пустое, в него ученик записывает решение. Например, решение может выглядеть так:

```
var (x,y) := ReadInteger2;  
Print(Min(x,y),Max(x,y));
```

После запуска такая программа, находящаяся под управлением модуля проверки, выведет:

```
5 2  
2 5
```

Задание выполнено

Наиболее интересной здесь является возможность неявного подключения модулей LightPT и Tasks при запуске программы из определенного каталога. Таким образом, итоговая программа для ученика будет выглядеть вообще без дополнительных модулей:

```
begin  
    var (x,y) := ReadInteger2;  
    Print(Min(x,y),Max(x,y));  
end.
```

Проверка задания таким образом для ученика будет полностью невидимой.

Следующей интересной возможностью здесь является изменение типа вводимых и выводимых данных – ученик может вводить вещественные значения вместо целых, при этом и выходные значения тоже станут вещественными:

```
var (x,y) := ReadReal2;  
Print(Min(x,y),Max(x,y));
```

Задание тем не менее будет считаться выполненным, поскольку в функции автоматической проверки заложена возможность разных типов данных.

Не менее интересной возможностью является изменение источника ввода с ввода с клавиатуры на генерацию случайных чисел. Если ученик напишет такую программу

```
var (x,y) := Random2(1,10);  
Print(Min(x,y),Max(x,y));
```

то задание будет по-прежнему расценено как правильно решенное.

Наконец, данные могут выводиться в другой последовательности и перемежаться с поясняющим выводом:

```
var (x,y) := ReadInteger2('Введите x,y:');  
Print('Максимум =',Max(x,y),' Минимум =',Min(x,y));
```

Удивительно, но и в этом случае проверка выведет, что задание успешно выполнено.

Многие задания в своей постановке предусматривают некоторый ввод – в этом случае проверка будет проще. Например, рассмотрим задание на массивы:

```
{ Отфильтруйте и выведите чётные элементы целого массива }  
begin  
  var a := new integer[10];  
  for var i:=0 to a.Length-1 do  
    a[i] := Random(1,99);  
    a.Println;  
  // Напишите вывод отфильтрованных элементов  
  
end.
```

Ученику достаточно написать решение после комментария:

```
for var i:=0 to a.Length-1 do  
  if a[i] mod 2 = 0 then  
    Print(a[i]);
```

и задание будет считаться выполненным. Здесь после заполнения случайными данными элементы массива выводятся для контроля с помощью `a.Println`. Однако можно не делать такой вывод – проверяющая программа сочтет решение правильным в обоих случаях.

Рассмотрим, что должен написать преподаватель для проверки решения в модуле `Tasks`. В функции

```
function CheckTaskT(name: string): TaskStatus;
```

в ветви оператора case должна быть написана ветвь, связанная с проверкой задания в указанном файле:

```
'04_Arr1_If': begin
  ClearOutputListFromSpaces;
  var a := IntArr(10);
  var b := a.FindAll(x->x mod 2 = 0);
  Result := CompareSeqWithOutput(a + b);
  if Result = NotCompleted then
    Result := CompareSeqWithOutput(b);
end;
```

Здесь 04_Arr1_If.pas – файл с заданием, ClearOutputListFromSpaces очищает вывод от необязательной информации, функция CompareSeqWithOutput сравнивает выведенный результат с предполагаемым правильным и рассматривается два варианта решения – с эхо-печатью вводимых данных и без неё.

Таким образом, новый вариант проверки заданий по программированию позволяет оперативно разрабатывать функции автоматической проверки вместе с разработкой самого задания, делать данную проверку невидимой для учащегося и обеспечивать несколько вариантов правильного решения с разной последовательностью и типами данных для ввода и вывода.

Литература

1. Бондарев И. В., Михалкович С. С. Система программирования PascalABC.NET: новые возможности 2015–2016 гг. / Труды XXIII Научно-методической конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. С. 69–71.
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. Михалкович С. С., Абрамян М. Э. Основы программирования на языке PascalABC.NET. Скалярные типы данных, управляющие операторы, знакомство с массивами, процедуры и функции, работа с графикой / Учебник. Ростов-на-Дону – Таганрог: 2017. 248 с.
4. Абрамян М. Э., Михалкович С. С. Конструктор учебных заданий для системы Pascal ABC. Труды конференции «Современные информационные технологии в образовании: Южный федеральный округ». Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2007. С. 20–21.

JUPYTER-НОУТБУКИ ДЛЯ PASCALABC.NET И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Михалкович С. С., Баглий А. П., Кобзарь Д. В., Пахомов А. А.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича
E-mail: miks@sfnedu.ru, abagly@sfnedu.ru, dkobzar@sfnedu.ru,
arpanomov@sfnedu.ru

PascalABC.NET – язык программирования нового поколения, нацеленный на обучение современному программированию [1], активно развивающийся в последнее пятилетие [2], [3]. В данной статье описывается создание и использование языкового ядра интерактивных Jupyter ноутбуков для языка PascalABC.NET, а также связанных с ними сервисов. Кроме того, иллюстрируются возможности интерактивного ноутбука PascalABC.NET с точки зрения учебного процесса.

Интерактивные Jupyter-ноутбуки – это среда разработки в браузере, позволяющая сочетать интерактивный код с поясняющим текстом на языке Markdown. Интерактивные ноутбуки первоначально создавались для выполнения кода на языке Python, но уже сейчас существуют для множества различных языков. Для внедрения нового языка достаточно подключить так называемое языковое ядро (Jupyter Kernel) для этого языка.

Интерактивные ноутбуки являются отличным средством обучения, поскольку интерактивный код сочетается с пояснениями, которые могут содержать картинки, гиперссылки, таблицы, формулы, гипертекст. Вывод результата программы осуществляется сразу после текста программы.

В настоящее время реализованы следующие подсистемы, позволяющие эффективно использовать Jupyter-ноутбуки PascalABC.NET:

- Комплекс утилит, осуществляющих компиляцию и запуск откомпилированного приложения как единую транзакцию. Здесь ограничивается время запущенной программы 5 секундами (на случай если приложение зависло) и ограничивается вывод 10000 символами.
- Комплекс утилит, реализующих ZMQ-сервер, постоянно находящийся в памяти во время работы ядра PascalABC.NET интерактивного ноутбука, и выполняющий те же функции, что и в предыдущем пункте. Основное отличие здесь –компиляция небольших программ осуществляется мгновенно за счет кеширования компилятора в памяти.

- Собственно ядро интерактивного Jupyter-ноутбука, запускающего компилятор PascalABC.NET с помощью утилит из первого или второго пункта.

Ядро интерактивного ноутбука для PascalABC.NET реализовано в двух вариантах:

1. Средствами библиотеки IPython. Данное ядро написано на Python и проще в установке, однако не поддерживает консольный ввод и графические команды.
2. Средствами языка C#. В этом ядре основная функциональность реализована на более низком уровне с использованием протоколов ZMQ-сервера и специфических низкоуровневых протоколов для обмена информацией между ядром и Jupyter ноутбуком. Такое ядро сложнее в реализации и поддержке, сложнее в установке, зато в нем реализованы интерактивный ввод и архитектура, позволяющая выполнять графические команды с возможностью отображения результатов в различных форматах: в виде png-изображения, в виде svg-файла и в виде команд Javascript, рисующих на HTML5 Canvas. Наиболее интересным является протокол, позволяющий приостанавливать выполнение программы при вводе, открывать ниже соответствующей ячейки ноутбука поле ввода и после ввода посылать сигнал на продолжение выполнения приложения и закрывающий поле ввода.

Отдельно отметим, что указанные Jupyter-ноутбуки удалось запустить на удаленном сервере в рамках приложения Jupyter Hub, что открывает возможности выполнения PascalABC.NET-программ без установки PascalABC.NET и Jupyter ноутбуков на локальный компьютер – в частности, при использовании ОС Linux, а также при проведении дистанционных занятий по программированию. Данная возможность является возвращением на новом уровне к Web-среде программирования PascalABC.NET, описанной в [4], [5].

Механизмы использования интерактивных Jupyter-ноутбуков в учебном процессе многообразны, из них можно выделить главные:

1. Реализация ноутбука, отображающего описание некоторой темы в курсе программирования с изложением теории (сочетающей формулы, таблицы и изображения на языке Markdown), и возможностью запустить и изменить код, иллюстрирующий теоретические положения.
2. Возможность перекрестных гипертекстовых ссылок между интерактивными ноутбуками и создания гипертекстовых оглавлений по группе связанных тем.
3. Ноутбуки, содержащие примеры кода по данной тематике с пояснениями на языке Markdown.

4. Ноутбуки с заданиями типа «Сделай по образцу»
5. Ноутбуки с заданиями типа «Исправь ошибки»
6. Ноутбуки с заданиями, которые необходимо выполнить и прислать преподавателю.

Из идей, которые пока не реализованы, следует прежде всего упомянуть возможность реализации системы Intellisense подсказок по коду (при нажатии на точку – отображение методов объекта и при нажатии на открывающую скобку – отображение параметров функции). Отметим, что интерфейс ядер Jupyter ноутбуков имеет возможности создания подсказок, поэтому достаточно реализовать соответствующую поддержку в компиляторе.

Другая пока не реализованная идея – создание в рамках Jupyter-документа простой системы тестирования, позволяющей автоматически проверять вывод программы, запущенной в ячейке ноутбука.

Таким образом, интерактивные ноутбуки PascalABC.NET расширяют методические возможности преподавания курсов по программированию и облегчают преподавателю выполнение ряда задач. Ряд технических сложностей, связанных с реализацией интерактивного Jupyter-ноутбука для PascalABC.NET, успешно преодолен, другие технические проблемы проанализированы в настоящей статье и сделаны выводы о возможной сложности их реализации.

Литература

1. Михалкович С. С., Абрамян М. Э. Основы программирования на языке PascalABC.NET. Скалярные типы данных, управляющие операторы, знакомство с массивами, процедуры и функции, работа с графикой / Учебник. Ростов-на-Дону - Таганрог: 2017. 248 с.
2. Бондарев И. В., Михалкович С. С. Система программирования PascalABC.NET: новые возможности 2015–2016 гг. / Труды XXIII Научно-методической конференции «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития». Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. С. 69–71.
3. 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.
4. Абрамян М. Э., Михалкович С. С. Веб-среда разработки и обучения / Открытые системы. СУБД. Москва, 2012. № 10. С. 56–59.
5. Белякова Ю. В., Бондарев И. В., Михалкович С. С. Использование Web-среды PascalABC.NET для дистанционного обучения программированию / Дистанционное и виртуальное обучение. Москва, 2012. № 3. С. 14–24.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ КАК ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Натробина А. И.

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

E-mail: natrobina@sfedu.ru

Современные информационные технологии стали неотъемлемой частью социальной, экономической и технологической сфер жизни, включая институты управления, государственные структуры и коммерческие компании. Процветание предприятия сегодня определяет не только его готовность к цифровизации, но также и внедрение информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, автоматизация бизнес-процессов. Некоторые из этих задач решать наиболее эффективно призвана бизнес-информатика.

Бизнес-информатика является одной из многих современных интегрированных наук, объединяющих несколько предметных областей в одну. В первую очередь, это сама информатика, в широком смысле определяемая, как наука, изучающая методы обработки информации: поиск, сбор, анализ, систематизацию и классификацию. Вторым компонентом бизнес-информатики являются информационные технологии (ИТ), включающие в себя компьютерные технологии, сетевые ресурсы, аппаратное и программное обеспечение, использующиеся для создания, хранения, управления, передачи, поиска и защиты информации. Сюда также входит разработка и использование информационных систем, определяющих архитектуру предприятия и контролирующих все информационные и коммуникационные процессы внутри и вне предприятия. Третьей важной составляющей бизнес-информатики является управление бизнесом или менеджмент, включающее в себя моделирование и анализ управления бизнес-процессами, стратегическое планирование, управленческое мышление, коммуникации, лидерство, современные методы управления проектами, деловое администрирование, бизнес-модели. Четвертым компонентом является экономическая составляющая, которая включает в себя микро- и макроэкономику, финансовый учет и отчетность.

Такое разнообразие объясняется тем, что специалисты профиля «Бизнес-информатика» помимо владения навыками ИТ должны четко понимать цели и задачи предприятия, максимально осознанно представлять его процессы. Такие специалисты являются посредниками между предприятием и ИТ.

Методика преподавания бизнес-информатики в силу своей междисциплинарности обладает рядом особенностей. Первая особенность заключается в том, что бизнес-информатика, как наука, постоянно и стремительно развивается, адаптируясь под реалии рынка. Отсюда вытекает первое требование к процессу обучения и содержанию учебного курса: преподавание должно обеспечивать усвоение базового уровня знаний, не теряющего актуальность со временем и позволяющего студентам развиваться в этой области далее, используя базовый фундаментальный материал; преподавание бизнес-информатики должно постоянно пересматриваться и корректироваться исходя из мониторинга потребностей и условий рынка. Второй особенностью методики преподавания бизнес-информатики является необходимость осуществления практической направленности в учебном плане. Он должен включать в себя проведение занятий с использованием современных технологий обучения, таких как проектное обучение, кейс-обучение, активное обучение (тренинг), интерактивное обучение, «flipped classroom», ТРИЗ и другие.

Следует также понимать, что не представляется возможным обучение по отдельности каждой из дисциплин на углубленном уровне. Программа подготовки по специальности «Бизнес-информатика» должна быть содержательной и взаимосвязанной, поскольку будущие специалисты должны научиться применять компетенции в совокупности. Обязательным и главенствующим модулем «Бизнес-информатики», несомненно, является информатика и ИТ. Среди обязательных модулей обучения следует также выделить вводные курсы по теории менеджмента и финансов, однако после освоения данных основ будущим специалистам необходимо определиться с выбором сценария дальнейшего обучения и развития: изучение информационных систем в бизнесе, включающее в себя управление бизнес-процессами, управление контентом, жизненный цикл информационных систем, или изучение технологий анализа данных для бизнеса и управления, включающее основы методов и алгоритмов для анализа данных, бизнес-метрики, решение прикладных задач, связанных с анализом бизнес-данных, визуализация данных, принятие решений на основе данных. Такое разделение позволяет студентам наиболее точно определиться со спецификой своей профессии и окончательно формирует специальность будущих выпускников.

Программа подготовки по специальности «Бизнес-информатика» позволит будущим специалистам владеть следующими компетенциями: осуществлять поиск, сбор, обработку, анализ, систематизацию и классификацию информационных данных в экономике, управленческих процессах, информационных системах и информационно-коммуникационных технологиях; осуществлять аудиторскую проверку бизнес-процессов и информационно-технологической инфраструктуры предприятия, процессов мо-

делирования и совершенствования информационных систем предприятий и их компонентов; осуществлять управление процессами разработки и использования продуктов и услуг в сфере ИКТ; организовывать взаимодействие с клиентами и партнерами предприятий в процессе решения задач управления жизненным циклом информационных систем; осуществлять научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и применения современных и актуальных решений в сфере ИКТ. Специальность «Бизнес-информатика» обеспечивает выпускникам трудоустройство в качестве бизнес-аналитиков, системных аналитиков, IT-менеджеров, системных архитекторов, руководителей или консультантов информационного отдела любой государственной структуры или коммерческой компании и множества других профессий.

Таким образом, следует отметить, что бизнес-информатика занимает существенное место в структуре предприятий и современном мире в целом, поэтому очень важно, чтобы выпускники данной специальности обладали высоким уровнем навыков и квалификаций, что задает определенные требования к организации учебного процесса: обучение должно быть связным, актуальным, емким и фундаментальным, иметь практическую направленность и отражать современные тенденции рынка труда.

Литература

1. Абдикеев Н. М., Брускин С. Н., Данько Т. П. и др. Системы управления эффективностью бизнеса. – Книга. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 282 с. – (Научная мысль).
2. Кудряшов А. А. Бизнес – информатика. – ННГУ, Россия, Киселев В. Г., 2011 год.
3. Paul P. K., Bhuimali A. and Aithal P. S. (2018). Business Information Sciences Emphasizing Digital Marketing as an Emerging Field of Business & IT: A Study of Indian Private Universities. IRA International Journal of Management & Social Sciences.

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ АВТОПИЛОТА

Нерчинский Н. В., Демяненко Я. М.

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

E-mail: nik.nik24@mail.ru, demyanam@gmail.com

Целью данной работы является поиск подходящих моделей задачи семантической сегментации изображения, полученного из видео с движущегося автомобиля. Это накладывает определенные ограничения на использование традиционных моделей. Во время движения автомобиля мы не можем гарантировать, что перед камерой будут объекты нужные для сегментации, невозможно получить видео объектов со всех ракурсов. Это может привести к тому, что наша сеть будет хорошо работать только в какой-то одной ситуации. А нам необходима модель, которая будет способна реагировать на разные ситуации, как в городе, так и вне.

Авторами было выполнено несколько попыток обучить нейронные сети модели U-net [1] с нуля, а конкретно модель vgg16 [2], представляющая собой предварительно обученную U-net, в качестве источников для изображений использовались датасеты Kitti [3] и Mapillary [4].

При первой тренировке использовался только датасет Kitti, данный датасет включает в себя несколько архивов с изображениями 1392x512 пикселей. В этом случае на обработанных сетью изображениях появлялись ложные сегменты, предположительно из-за того, что в используемом нами датасете некоторые объекты имели класс «not assigned» на масках. Такие объекты вместо правильного силуэта на маске обозначались, как просто прямоугольники.

Для второго обучения было принято решение убрать описанные прямоугольники, а также добавить датасет Mapillary. Датасет Mapillary был выбран не случайно. Были проведены исследования по нескольким датасетам, из которых Mapillary выделялся по нескольким пунктам. Во-первых, данный датасет располагает изображениями со всех точек планеты, что подразумевает хорошую репрезентативность, так как имеются изображения с разными погодными условиями. Во-вторых, на многих изображениях присутствуют сильно затенённые области, объекты в которых часто не распознаются другими сетями. Также можно выделить простоту работы с данным датасетом, у масок легко распознать, где какой класс, удобная файловая система, небольшой размер архива.

При дальнейшем поиске решений была протестирована библиотека mmsegmentation [5]. Данная библиотека представляет собой инструмента-

рий для семантической сегментации. В ней собрано большое количество моделей, обученных на разных датасетах. Тем не менее, у данной библиотеки также обнаружен ряд недостатков. Из протестированных моделей Deeplab3+ [6] и PSPNet [7] были обнаружены одинаковые недостатки — плохое распознавание затемнённых объектов и неполная сегментация людей. Так же имеются проблемы с запуском кода и неполная совместимость с операционной системой Windows.

Для ухода от этих проблем принято решение тренировать модели на одном большом датасете, состоящем из Mapillary и датасетов из mmsegmentation.

Литература

1. Статья о принципах работы модели U-net URL: <https://lmb.informatik.uni-freiburg.de/people/ronneber/u-net/> (дата обр. 02.04.2022).
2. Статья о принципах работы модели vgg16 URL: <https://arxiv.org/abs/1505.06798> (дата обр. 02.04.2022).
3. Сайт с датасетами Kitti URL: http://www.cvlibs.net/datasets/kitti/raw_data.php (дата обр. 02.04.2022).
4. Сайт с датасетами Mapillary URL: <https://www.mapillary.com/dataset/vistas> (дата обр. 02.04.2022).
5. Сайт с документацией библиотеки mmsegmentation URL: <https://mmsegmentation.readthedocs.io/en/latest/> (дата обр. 02.04.2022).
6. Статья о принципах работы модели Deeplab3+ URL: <https://arxiv.org/abs/1802.02611> (дата обр. 02.04.2022).
7. Статья о принципах работы модели PSPNet URL: <https://arxiv.org/abs/1612.01105> (дата обр. 02.04.2022).

ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛА ПО ЗАЩИТЕ ПРОГРАММНОГО КОДА В КУРСЕ «АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО КОДА»

Нестеренко В. А.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Институт математики, механики и компьютерных наук
им. И. И. Воровича
E-mail: neva09@mail.ru*

Защита программного кода от отладки является важной задачей в области обеспечения общей информационной безопасности и безопасности программного кода, в частности. Методы решения этой задачи рассматриваются в рамках курса «Анализ программного кода». Специальный курс «Анализ программного кода» читается в 3-м семестре обучения в магистратуре по специальности «Компьютерные науки». Данный курс является расширенным и более детальным изучением материала, представленного в курсе «Основы разработки безопасного программного обеспечения» для студентов 3-го курса специальности «Информационные технологии».

Цели освоения дисциплины: комплексный подход и знакомство с основными принципами анализа программного кода, различные приёмы и методы, применяемые в областях анализа программного кода, защиты программного кода и информационной безопасности.

Материал по защите программного кода входит в один из пяти (наиболее важный и самый объёмный) разделов курса:

1. Архитектура персональных компьютеров на базе процессоров Intel. Основы языка Ассемблер.
2. Дизассемблирование, отладка, трассировка и пошаговое исполнение программ.
3. Общая структура исполнимых программных модулей. Формат PE. Размещение программы в оперативной памяти и её исполнение. Основные секции исполнимой программы в формате PE: заголовок, секции кода, данных и импорта.
4. Анализ исходного кода программ. Поиск и выявление нужных участков кода в исполнимых модулях различными способами (по именам API функций, по обращению к динамическим библиотекам, по использованию оперативной памяти) Общие принципы и способы разбора и анализа исходного кода программ.
5. Защита программ от анализа и отладки. Общие принципы трассировки программ и реализации средств трассировки. Средства трассировки предоставляемые ОС Windows. Использование средств ОС Windows для предотвращения трассировки программ. Другие методы защиты от трассировки: метод контрольных сумм, метод вре-

менных интервалов, обнаружение присутствия отладчика. Обфускация - искусственное «запутывание» кода программы как средство противодействия трассировке.

Как следует из приведённого перечня, материал, связанный с защитой программного кода, в большой степени основывается и служит обобщением материала других разделов. По этой причине изучение этого раздела является основной целью данного курса и контроль за изучением и усвоением материала связанного с защитой программного кода может представлять хороший индикатор контроля за усвоением материала всего курса.

Опыт преподавания данного курса и изучения материала по защите программного кода показывает, что эта тема является достаточно сложной для изучения и требует серьёзной совместной работы от преподавателя и студентов на лекциях и лабораторных занятиях. Сложность в усвоении материала связана с серьёзной предварительной подготовкой и знаниями об архитектуре компьютеров, о назначении и функционировании операционных систем, о структуре исполнимых файлов и общих принципов исполнения программного кода центральным процессором компьютера. Этот материал рассредоточен по разным дисциплинам и изучается с разной степенью глубины и детализации. По этой причине часть курса посвящена изложению требуемого материала в рамках задач рассматриваемого курса и задачи защиты программного кода.

Подробную информацию о материале курса можно найти в системе учебной среды Moodle Института математики, механики и компьютерных наук ЮФУ [1].

Литература

1. Курс: Анализ и защита программного кода (sfedu.ru). [Электронный ресурс] URL: <http://edu.mmcs.sfedu.ru/course/view.php?id=520>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ПРОЦЕССОВ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МИКРОПЕРЕПИСИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Репенко Е. А., Гордиенко Л. В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

г. Таганрог

E-mail: erepenko@sfnedu.ru, lgordienko@sfnedu.ru

Карты в настоящее время являются уникальным инструментом, который можно в общих чертах сгруппировать вокруг двух основных принципов: карты как инструмент для анализа, решения проблем и принятия решений, «визуального мышления», и карты как инструмент для передачи идей между людьми. Хотя коммуникативная роль карт, полностью соответствует картографической традиции, следует иметь в виду, что концепция картографической коммуникации в последнее время расширилась [1]. Эффективным средством визуализации и анализа карт является геоинформационная система (ГИС).

Применение ГИС-технологий улучшает качество процесса проведения микропереписи сельскохозяйственных земель. Введение систематической микропереписи раз в 5 лет позволяет сделать моментальные снимки земельного участка. Для уточнения границ земельных участков используются данные спутникового мониторинга. Использование ГИС позволяет получить максимально корректную и точную информацию о структуре сельского хозяйства. Основываясь на результатах дешифрирования данных, полученных с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), планируется проверить и уточнить информацию, собранную переписчиками, об общей площади, занимаемой каждым личным подсобным хозяйством (ЛПХ), доле построек и сооружений, расположенных в его границах, о проценте неиспользуемой собственником земли и т. д.

Главная задача обследования – собрать максимально полные и достоверные сведения об актуальном состоянии сельскохозяйственной деятельности в личных подсобных хозяйствах населения.

В ходе выполнения работ проводится оптическая аэрофотосъемка с использованием БПЛА всех земельных участков в границах сельских населенных пунктов районов Ростовской области, участвующих в пилотном обследовании.

Основываясь на результатах дешифрирования данных, полученных с использованием БПЛА, проверяется и уточняется информация, собранная переписчиками, об общей площади, занимаемой каждым ЛПХ, доле построек и сооружений, расположенных в его границах, о проценте неиспользуемой собственником земли и т. д.

При дешифрировании ортофотопланов, так же, как и при опросе собственников личных подсобных хозяйств переписчиками присутствует наличие субъективного восприятия человека в отношении того или иного объекта строительства или вида территории на участке. То есть, какие-то эталоны объектов переписи определяются с высокой точностью, в определении других присутствует допустимая погрешность.

Дешифрирование проводилось с применением лицензионного программного обеспечения ArcGIS, позволяющего осуществлять координатную привязку цифровых материалов, а также вести автоматических расчет площадей объектов.

На рисунке 1 показана диаграмма вариантов использования ГИС на платформе ArcGIS, которая отражает требования к системе с точки зрения пользователя.

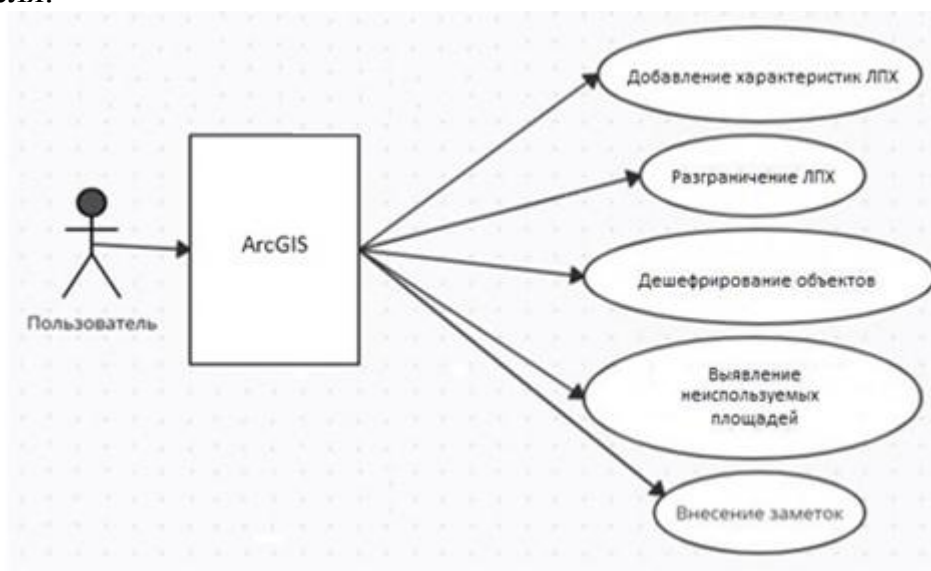


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования ГИС

Стрелками на диаграмме изображены основные действия пользователя, опишем их.

Заполнение характеристик личного подсобного хозяйства (ЛПХ), а именно: местоположение, наличие или отсутствие кормовой базы, наличие или отсутствие помещений для скота

Разграничение ЛПХ – это процесс оцифровки границ участков. Если сведения об участках содержатся в ЕГРН, то уточнение координат. Если сведения отсутствуют, то формирование границ по ортофотопланам.

Дешифрирование объектов подразумевает под собой разделение объектов на классы согласно структуре базы данных.

После процесса дешифрирования и присвоения объектам класс «Неиспользуемая земля» необходимо подсчитать площади земли, которая используются не по назначению.

По итогам консолидации и сравнительного анализа информации о состоянии деятельности в личных подсобных хозяйствах, полученной по результатам пилотного обследования и обследования с использованием БПЛА будут сделаны выводы, позволяющие оценить возможность:

- выявления случаев намеренной фальсификации информации, предоставляемой переписчикам;

- выявления систематических ошибок, связанных с недостатками в методике проведения инструктажей и самой методике анкетирования;

- выявления случаев утаивание информации о использовании прилегающих к ЛПХ земель;

- определить, насколько занижена/завышена информации об общей площади ЛПХ, а также объектов микропереписи, расположенных в его границах, при субъективной оценке их размеров;

В ходе подготовки к апробации организовано получение необходимой информации для производства работ, а также в соответствии с законодательством РФ получены все разрешения на осуществление полётов беспилотных летательных аппаратов над территорией сельских населенных пунктов.

Литература

1. Тесленок С. А, Калашникова Л. Г., ГИС-картографирование инновационного развития сельского хозяйства России в целях регионального управления // Геополитика и экогеодинамика регионов – 2019. – № 8. С 353–358.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В ВОДОЁМАХ

Решетняк А. Н., Шабас И. Н.

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

E-mail: areshetnyak@sfnedu.ru, shabas@sfnedu.ru

Введение

В данной работе построена математическая модель, описывающая процесс распространения веществ в водоёмах. Рассматривался стационарный и нестационарный случай. Математическое моделирование даёт возможность на основе вычислительных экспериментов воспроизвести длительные процессы, существенно сэкономив время, а также получить возможность смоделировать последствия попаданий загрязнений в реальные водоемы.

Постановка задачи

Цель данной работы заключена в построении двумерной математической модели процесса распространения веществ в водоёме. Основой математической модели исследуемого процесса является двумерное уравнение конвекции-диффузии в консервативной среде. Рассмотрим уравнение в области $\Omega = \{x=(x, y)\}$, $\bar{\Omega} = \Omega \cup \Gamma$:

$$-\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial u}{\partial y} \right) + v_1 \frac{\partial u}{\partial x} + v_2 \frac{\partial u}{\partial y} + cu = f, \quad (1)$$

- $u(x,t)$ – искомая функция (как правило, концентрация некоторого вещества),

- $K_x(x), K_y(x)$ – коэффициенты диффузии,

- $v_i(x), i=1,2$ – компоненты скорости, определяющие стационарный конвективный перенос в недивергентной форме,

- $c(x)$ – коэффициент консервативности исследуемого вещества в среде.

Уравнение дополняется краевым условием Дирихле $u(\mathbf{x}) = u_{sp}(\mathbf{x})$, $x \in \Gamma$, $t > 0$ и условием в начальный момент времени: $u(x,0) = u_0(x)$, $x \in \Omega$. Краевые и начальные условия должны быть согласованы.

Моделирование

Для перехода от дифференциальных уравнений к системе линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) был использован метод конечных разностей.

Для аппроксимации двумерного уравнения вводим равномерную по обеим переменным разностную сетку $\omega = \omega_h \cup \gamma_h$ с шагами по x и y (h_x и h_y).

Здесь ω_h – множество внутренних узлов сетки: $\omega_h = \{\omega_{ij} = (x_i, y_j), x_i = ih_x, y_j = jh_y, i=0, 1, \dots, M_1, j=0, 1, \dots, M_2\}$, а γ_h – множество граничных узлов. Для нестационарного уравнения $\hat{\omega}_\tau = \{t_n, n=0, 1, \dots, N, t_0=0, t_N=T\}$ – произвольная сетка на отрезке $0 \leq t \leq T$ с шагами $\tau_n = t_n - t_{n-1}$.

Уравнению (1) поставим в соответствие разностное уравнение

$$Ay = \varphi, \quad (2)$$

где A – разностный оператор, аппроксимирующий дифференциальный оператор в уравнении. Аппроксимацию конвективных членов проводили центральными разностями и разностями против потока.

В результате аппроксимации уравнения конвекции-диффузии получают разреженные СЛАУ. Для решения уравнения (2) был использован метод наименьших квадратов.

Результаты вычислительного эксперимента

Для тестирования одномерного и двумерного уравнений конвекции-диффузии в качестве точного решения были взяты функции $f(y) = \sin(\pi * y)$ и $f(x, y) = \sin(\pi * x) * \sin(\pi * y)$ соответственно.

С использованием написанной в рамках данной работы программы были проведены численные расчеты, позволяющие изучить распространение вещества в водоёме для решения стационарной задачи с использованием противопотоковой схемы (рис. 1). Входные данные

$$k = 0.01, v_1 = 1, v_2 = -1, n = 12.$$

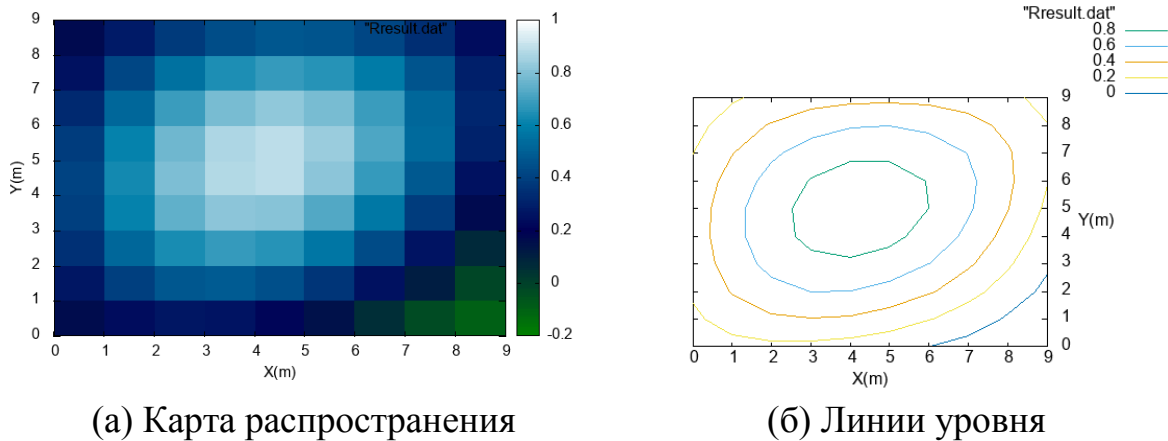


Рис. 1. Решения стационарной задачи разностями против потока, двухмерный случай с шагом по пространству = 10 (область решения 10x10)

Для дискретизации нестационарной задачи применялись центральные разности. Входные данные (дополняются значениями временных отрезков) $k = 0.01, v_1 = 1, v_2 = -1, n = 32, \tau = 0.2$ – шаг по времени, $T = 2$. В начале расчёта инициализируем попадание примеси в центр заданной области.

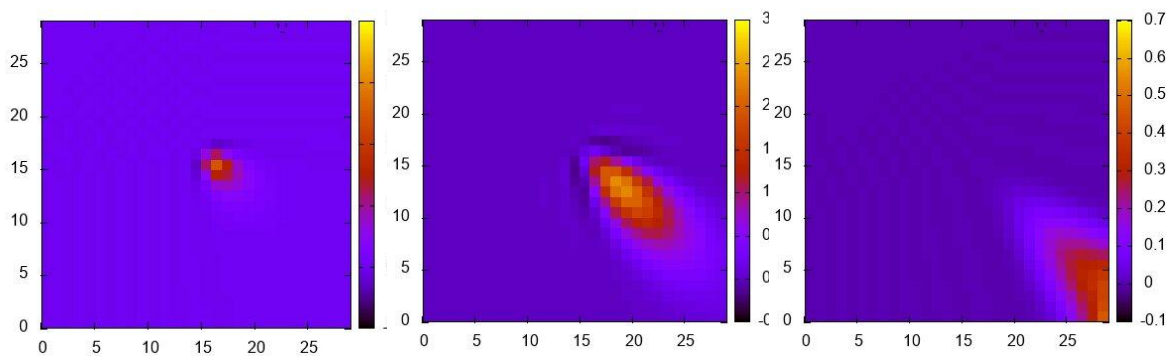


Рис. 2. Решение нестационарной задачи центральными разностями, двухмерный случай с шагом по пространству = 30 (область решения 30x30)

Упаковка матриц

В результате аппроксимации уравнений конвекции-диффузии получаются разреженные матрицы большой размерности. Для того, чтобы алгоритмы работали эффективнее и экономнее по памяти матрицу следует хранить в специальном виде.

Существует много способов упаковки разреженных матриц. В данной работе рассмотрены два способа упаковки: строчная схема хранения (Compressed RowStorage CRS) и столбцовая схема хранения (Compressed Column Storage CCS).

Строчная схема во многих случаях является более удобной для некоторых важных операций над разреженными матрицами. В данном методе хранения матрица записывается тремя одномерными массивами. Первый массив хранит все ненулевые элементы построчно. Во втором массиве записаны вторые индексы ненулевых элементов. А третий массив (LI) хранит местоположения первых ненулевых элементов в каждой строке (последний элемент массива – количество ненулевых элементов +1). Если строка пустая, то $LI[i] = LI[i+1]$.

Столбцовая схема хранения является модификацией строчной схемы. Аналогично матрица записывается тремя массивами, но во втором массиве хранятся первые индексы ненулевых элементов вместо вторых, а в третьем массиве хранятся местоположения первых ненулевых элементов в каждом столбце (последний элемент массива – количество ненулевых элементов +1).

Для наглядности рассмотрим пример упаковки матрицы обоими способами:

Матрица

3	0	0	8	0
1	4	0	5	0
6	0	7	2	9
0	0	30	11	0
0	0	0	0	12

CRS:

Список ненулевых значений:

3 8 1 4 5 6 7 2 9 30 11 12

Вторые индексы:

1 4 1 2 4 1 3 4 5 3 4 5

Хранение сжатых строк:

1 3 6 10 12 13

CCS:

Список ненулевых значений:

3 8 1 4 5 6 7 2 9 30 11 12

Первые индексы:

1 1 2 2 2 3 3 3 3 4 4 5

Сжатое хранилище столбцов:

1 4 5 7 11 13

Приведенные способы упаковки могут быть востребованы при решении задач экологии моделирования процессов распространения веществ в водоемах, т. к. получаемые в результате дискретизации СЛАУ являются сильно разреженными и имеют большую размерность.

Выводы

Проведенное исследование позволяет утверждать, что при корректных входных данных и методах решения математическая модель даёт правильные результаты и точно описывает процесс распространения примесей в водоёмах. Применение при этом рассмотренных методов упаковки позволяют более эффективно решать получающиеся СЛАУ.

Литература

1. Крукиер Л. А., Субботина Т. Н. «Методические указания для студентов механико-математического факультета по спецкурсу «математические модели и численные методы», 2003, 55 с.
2. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.
3. Учебное пособие по курсу «Численные методы в оптике» URL: http://aco.ifmo.ru/el_books/numerical_methods/lectures/glava4.html
4. Субботина Т. Н., «Использование треугольных кососимметричных разностных схем в математическом моделировании транспортно-химических процессов в стратосфере»: диссертация кандидата физико-математических наук, 2002. – 170 с. <https://dlib.rsl.ru/01002313644>
5. Yousef Saad, «Iterative Methods for Sparse Linear Systems», JANUARY 3RD, 200 – 170 с. <https://www-users.cse.umn.edu/~saad/PS/iter1.pdf>

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОБЛАСТИ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПО ТЬЮРИНГУ СИСТЕМЫ БЕДДИНГТОНА-ДЕАНГЕЛИСА

Романовский М. М.

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

E-mail: mromanovsky@sfedu.ru

В данной работе рассматривается классическая система уравнений реакции-диффузии Беддингтона-ДеАнгелеса. Один из возможных упрощенных вариантов данной системы имеет вид:

$$\begin{cases} u_t = \Delta u + u(1 - u) - \frac{Auv}{u + h} = \Delta u + f(u, v) \\ v_t = d\Delta v + \left(1 - \frac{v}{u + h}\right)v = d\Delta v + g(u, v) \end{cases}$$

где $d > 1$ – коэффициент диффузии, A – максимальное значение, которого может достичь скорость сокращения добычи на одного представителя популяции, h измеряет степень, в которой окружающая среда обеспечивает защиту жертвы. Неизвестными функциями являются $u = u(x, t)$ – функция плотности жертв и $v = v(x, t)$ – функция плотности хищников. Предполагается, что пространственная переменная x меняется на отрезке $[0, l]$, $t > 0$ – время. На концах отрезка заданы однородные краевые условия Неймана $u_x(0, t) = 0$, $u_x(l, t) = 0$.

Одной из главных задач анализа систем дифференциальных уравнений является анализ устойчивости решения при заданных параметрах. В системах с диффузией особенный интерес представляет область неустойчивости по Тьюрингу, при которых имеет место диффузионная неустойчивость (неустойчивость по Тьюрингу) стационарного равновесия этой системы [1].

Стационарное равновесие данной системы имеет вид:

$$(u_0, v_0) = (1 - A, 1 - A + h).$$

Оно называется неустойчивым по Тьюрингу, если оно устойчиво в бездиффузионном приближении, но теряет устойчивость при наличии диффузии в системе. Если имеет место диффузионная неустойчивость, то, как правило, происходит бифуркация Тьюринга, в результате которой рождаются пространственно-неоднородные структуры. При этом роль бифуркационного параметра играет коэффициент диффузии d .

Критическим называется такое значение коэффициента диффузии, при котором все собственные значения соответствующей линеаризованной системы лежат в открытой левой полуплоскости комплексной плоскости, за исключением одного собственного значения, которое равно нулю. В данной работе область достаточных условий для удобства рассматривается в переменных $DetJ$ и f_u , где $DetJ$ – определитель матрицы Якоби, применяемой для линеаризации системы [2]:

$$J = \begin{pmatrix} f_u & f_v \\ g_u & g_v \end{pmatrix}$$

Достаточные условия диффузионной неустойчивости для упрощенной системы Беддингтона-ДеАнгелиса имеют вид

$$\begin{cases} f_u < 1 \\ DetJ > 0 \\ f_u \geq \frac{1}{d} + \frac{2}{\sqrt{d}} \sqrt{DetJ} \\ f_u \leq \lambda_k + \frac{1}{d} + \frac{1}{d\lambda_k} DetJ \end{cases}$$

где λ_k – собственные значения оператора Лапласа в случае краевых условий Неймана на отрезке $[0, l]$.

Настоящая работа посвящена написанию программного комплекса для нахождения области достаточных условий диффузионной неустойчивости при заданном коэффициенте диффузии d и заданной длине отрезка l и её последующей визуализации. Как правило, достаточные условия неустойчивости Тьюринга находятся численно. В данной работе они найдены аналитически методами работы [2]. Более общие системы «хищник-жертва» рассматривались в работе [3].

Код программы написан на языке *python* в среде разработки с использованием библиотек *numpy* и *matplotlib*. В качестве исходных данных программа принимает параметры d и l . Далее вычисляются собственные значения оператора Лапласа на отрезке $[0, l]$, после чего считается количество волновых чисел, попавших область достаточных условий и точки пересечения кривых достаточных условий, соответствующим волновым числам. По завершении данного процесса результаты визуализируются с помощью библиотеки *matplotlib*.

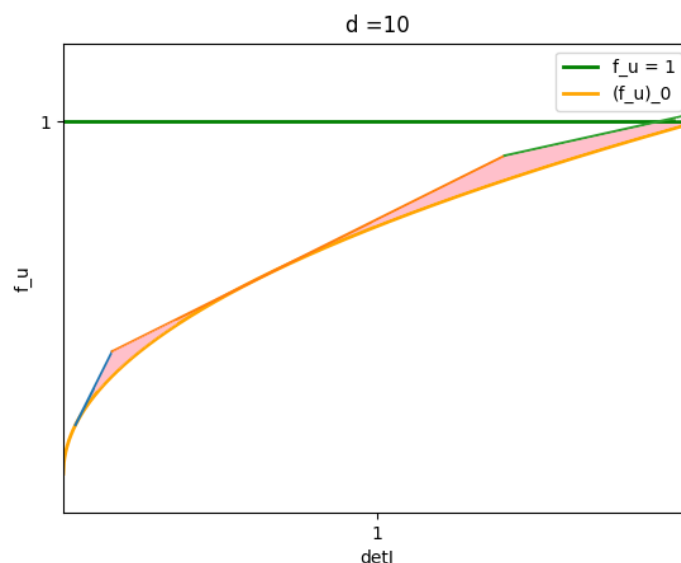


Рис. 1. Иллюстрация области достаточных условий неустойчивости Тьюринга в случае $d = 10$, $l = 4\pi$.

Синей кривой достаточных условий соответствует волновое число $\lambda_1 = (0.25\pi)^2$, оранжевой – $(0.5\pi)^2$, зеленой – $(0.75\pi)^2$

В дальнейшем программный комплекс планируется обобщить для произвольных систем реакции-диффузии.

Литература

1. Murray, J. D. *Mathematical biology II: Spatial models and biomedical applications* – New York: Springer, 2003. DOI: 10.1007/b98869.
2. Revina S.V., Lysenko S.A. Sufficient Turing instability conditions for the Schnakenberg system // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. 2021. Т. 31. № 3. С. 424–442. DOI: 10.35634/vm210306.
3. Ха Д. Т., Цибулин В. Г. Уравнения диффузии-реакции-адвекции для системы «хищник-жертва» в гетерогенной среде // Компьютерные исследования и моделирование. 2021. Т. 13 № 6 С. 1161–1176.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ ПЛЕНОК Cu_2O НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Саенко А. В., Малюков С. П., Рожко А. А.
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Таганрог
E-mail: avsaenko@sfnedu.ru

Традиционная планарная n-i-p структура перовскитного солнечного элемента на стеклянной подложке включает электронный проводящий слой (TiO_2), фотоактивный слой ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$), дырочный проводящий слой (Spiro-OMeTAD), а также фронтальный (FTO) и тыльный контакты (Au). В качестве дырочного проводящего слоя обычно используется органическое соединение Spiro-OMeTAD, которое имеет относительно высокую стоимость и низкую подвижность дырок. К тому же, несмотря на высокую эффективность традиционной структуры солнечного элемента, органические соединения склонны к химической нестабильности и быстрой деградации [1, 2]. Проведенный анализ неорганических материалов с дырочной проводимостью показал, что наибольшим потенциалом для замены Spiro-OMeTAD обладает полупроводник p-типа Cu_2O с подходящим расположением энергетических зон (ширина запрещенной зоны 2,17 эВ), высокой подвижностью носителей заряда (до $110 \text{ см}^2/\text{Вс}$), а также не токсичностью и невысокой стоимостью [3].

В данной работе создана модель перовскитного солнечного элемента со структурой TiO_2 (50 нм) / $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ (700 нм) / Cu_2O в программе численного моделирования SCAPS-1D. Проведено исследование влияния толщины, концентрации акцепторов и подвижности дырок в слое Cu_2O на эффективность солнечных элементов.

SCAPS-1D является программой одномерного численного моделирования солнечных элементов, в основу которой положена нестационарная диффузионно-дрейфовая система уравнений полупроводника (уравнения непрерывности и уравнение Пуассона) [4].

Из рисунка 1 видно, что увеличение толщины слоя Cu_2O от 50 нм до 500 нм не оказывает существенного влияния на эффективность солнечного элемента, что связано в основном с постоянным количеством фотогенерируемых носителей заряда в перовските и подтверждается результатами, представленными в работе [5]. В данном случае эффективность солнечного элемента составляет 21,5 % при оптимальной толщине 200 нм. Уменьшение толщины Cu_2O при постоянной эффективности может использоваться для снижения стоимости при изготовлении солнечных элементов.

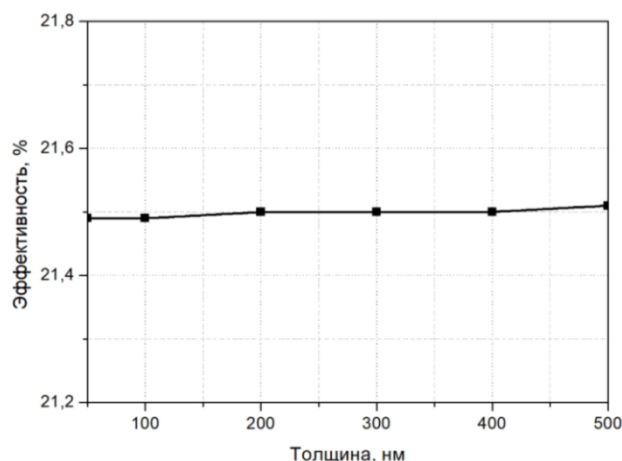


Рис. 1. Зависимости эффективности солнечного элемента от толщины слоя Cu_2O

Показано, что увеличение концентрации акцепторов от 10^{13} см^{-3} до 10^{21} см^{-3} (рисунок 2, а) в дырочном проводящем слое Cu_2O приводит к увеличению эффективности солнечного элемента (с 19,04 % до 21,55 %) до концентрации акцепторов 10^{19} см^{-3} . Увеличение эффективности происходит за счет уменьшения удельного сопротивления слоя Cu_2O , при этом плотность тока короткого замыкания и напряжение холостого хода остаются практически постоянными при любой концентрации акцепторов. Таким образом, для получения высокой эффективности солнечного элемента концентрация акцепторов в слое Cu_2O должна быть $10^{18} - 10^{19} \text{ см}^{-3}$.

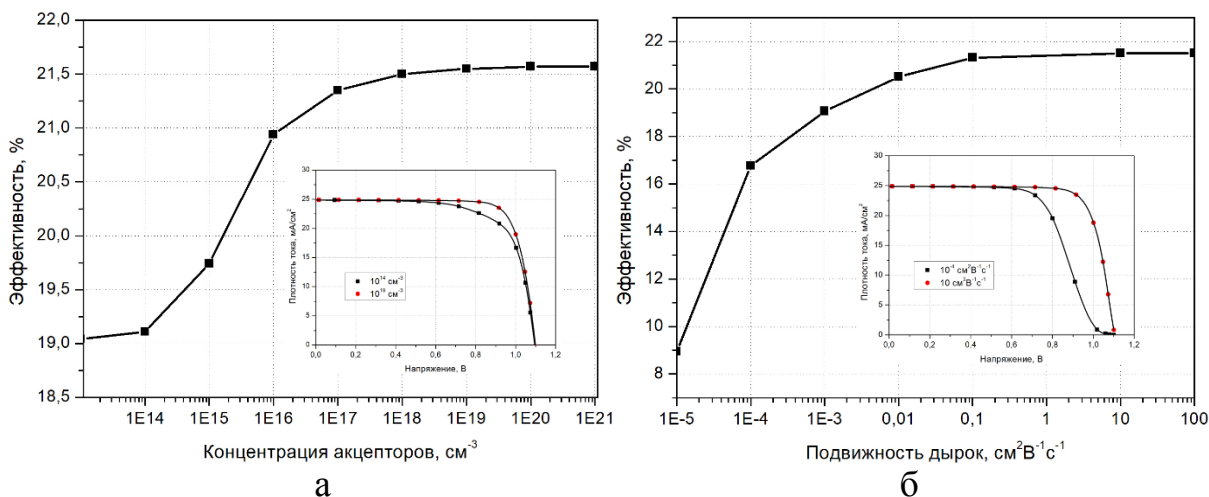


Рис. 2. Зависимость эффективности солнечного элемента от концентрации акцепторов (а) и подвижности дырок (б) в слое Cu_2O

Показано, что увеличение подвижности дырок от $10^{-5} \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$ до $100 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$ (рисунок 2, б) в дырочном проводящем слое Cu_2O приводит к

существенному возрастанию эффективности солнечного элемента (с 8,95 % до 21,50 %), что связано с повышением дырочной проводимости. Следовательно, оптимальная подвижность дырок в слое Cu_2O составляет более $0,1 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$.

Литература

1. Hyun Suk Jung, Nam-Gyu Park. Perovskite Solar Cells: From Materials to Devices // *Small*. 2015. Vol. 11. P. 10–25.
2. Aglikov A. S., Kudryashov D. A., Mozharov A. M., Makarov S. V., Bolshakov A. D., Mukhin I. S. Peculiarities of Magnetron Sputtering of Nickel Oxide Thin Films for Use in Perovskite Solar Cells // *Tech. Phys.* 2019. Vol. 64. P. 422–464.
3. Kudryashov D. A., Gudovskikh A. S., Babichev A. V., Filimonov A. V., Mozharov A. M., Agekyan V. F., Borisov E. V., Serov A. Yu., Filosofov N. G. Nanoscale Cu_2O films: Radio-frequency magnetron sputtering and structural and optical studies // *Semiconductors*. 2017. Vol. 51. No 1. P. 110–114.
4. Саенко А. В., Малюков С. П., Палий А. В., Гончаров Е. В. Влияние дырочного проводящего слоя Cu_2O на характеристики перовскитных солнечных элементов // *Прикладная физика*. 2021. № 2. С. 45–51.
5. Abdelkader Hima, Nacereddine Lakhdar, Boubaker Benhaoua, Achour Saadoune, Imad Kemerchou, Fatiha Rogti. An optimized perovskite solar cell designs for high conversion efficiency // *Superlattices and Microstructures*. 2019. Vol. 129. P. 240–246.

КОНЦЕПТ ИГР ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ

Смехунов А. 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: smekhunov@sfedu.ru, demyanam@gmail.com

Большинство современных компьютерных игр плохо подходят под формат интеллектуальных соревнований: они или легко просчитываются или зависят от скорости реакции игроков [1].

Игры, которые можно просчитать, не могут использоваться для интеллектуальных соревнований из-за возможностей узнать лучший ход в каждой конкретной игровой ситуации. Простой пример рассчитываемой игры — крестики-нолики, для которых легко можно построить полное дерево ходов. Шахматы также являются рассчитываемой игрой в связи с наличием для них сильных искусственных интеллектов, с которыми можно консультироваться и определять выигрышность любой позиции. Кроме того, наличие шахматных сборников по дебютам и списков эндшпилей делают игру тестом на запоминание для обоих игроков.

Игры, зависящие от скорости, не подходят под формат интеллектуальных соревнований по определению. Современные соревновательные шутеры поощряют тактические решения игроков, но не выводят их в решающие характеристики — выигрыш или проигрыш определяет реакция. Большинство стратегий в реальном времени (real-time strategy — RTS) имеют глубину и свободу решений для новичков [2], однако на профессиональном уровне ограничиваются скоростью реакции микроконтроля каждого игрока. Пошаговые стратегии без ограничения по времени полностью рассчитываются путем симуляции. Пошаговые игры с ограничением по времени могут подходить для интеллектуальных соревнований при правильном подборе ограничения времени: достаточно маленькое значение, чтобы было невозможно просчитать игру полностью, и достаточно большое, чтобы скорость реакции не имела значения.

Предлагаемое решение предполагает создание многопользовательской игры в жанре RTS с ключевой особенностью — изменением игровых механик от сессии к сессии. Референсы для механик игры — серии Age of Empires [3], Warcraft [4], Starcraft [5], Command&Conquer [6]. Динамика и отсутствие повторяемости достигается за счет изменений в процессе игры:

- параметров и способностей юнитов;
- управления;
- получаемой игроком информации.

Изменение параметров и способностей юнитов в RTS подразумевает невозможность просчитать выигрышную комбинацию до начала игровой сессии. Таким образом нивелируется преимущество опытных игроков против новичков. Примером может служить изменение выгодности торгового пути при помощи разных видов транспорта в различных сессиях для экономической RTS.

Изменение управления включает в себя изменение горячих клавиш, способов передачи команд отдельным юнитам, задержки передачи команд и игрового ввода. Примером может быть моделирование задержки управляющих команд для самоуправляемой гоночной машины на Марсе.

Изменение получаемой игроком информации включает в себя модификацию «тумана неизвестности» с введением задержек, а также возможности получить ложные данные. Вместе изменение управления и получения информации будут заставлять переоценивать ситуацию всё время, не полагаясь на предыдущие знания, а также затруднят просчёт игровой ситуации.

Текущее решение реализуется на языке C++ на клиент-серверной архитектуре. Динамичность механик игры подразумевает сложность реализации: необходимо реализовывать либо каждую конкретную механику, либо как-то их процедурно генерировать. В данном случае принято решение процедурно генерировать механики, встраивая их как компоненты и как системы в фреймворк ECS (Entity-Component-System).

Создаваемая игра позволит проводить интеллектуальные соревнования наиболее сбалансированным образом.

Литература

1. Статья о сравнении скорости реакции в различных жанрах игр URL: <https://www.igi-global.com/article/comparison-of-reaction-time-between-esports-players-of-different-genres-and-sportsmen/274054> (дата обр. 01.04.2022).
2. Статья о балансе игр жанра RTS. URL: <https://callummccole.com/2020/06/13/the-challenge-of-balancing-an-rts/> (дата обр. 01.04.2022).
3. Сайт игры Age of Empires 2 DE URL: <https://www.ageofempires.com/games/aoeiide/> (дата обр. 01.04.2022).
4. Сайт игры Warcraft III URL: <https://playwarcraft3.com/en-us/> (дата обр. 01.04.2022).
5. Сайт игры Starcraft 2 URL: <https://starcraft2.com/en-us/> (дата обр. 01.04.2022).

ПРОТОТИП МЕТА-РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНОВ

Соколов М. И., Чердынцева М. И.

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

E-mail: mihsokolov@sfedu.ru

Задача рекомендательной системы – проинформировать пользователя о товаре, который ему может быть наиболее интересен в данный момент времени. Клиент получает информацию, а сервис зарабатывает на предоставлении качественных услуг или товаров.

Цель работы – создание прототипа мета-рекомендательной системы, способной адаптироваться и давать рекомендации для любого интернет-магазина.

Условно можно разделить работу созданного прототипа рекомендательной системы на 3 этапа:

- 1) получение, обработка и предварительная фильтрация полученных из интернет-магазина данных;
- 2) создание и обучение моделей машинного обучения;
- 3) объединение моделей в единый ансамбль и работа ансамбля для предоставления рекомендаций.

Рассмотрим каждый из этапов подробнее.

На первом этапе производится анализ и преобразование данных.

Заказчиком были предоставлены экземпляры файлов, выгружаемых с интернет-магазинов. Файлы представляются в двух форматах.

Файл 1 типа – .csv файл, содержащий описание событий происходящих в интернет-магазине, в дальнейшем – данные о событиях.

Файл 2 типа – .json файл содержащий описания товаров, а также фильтров товаров, представленных в магазине.

После изучения данных файлов были сформированы следующие основные стадии преобразования данных, которые можно представить в виде следующего графа (рис. 1):

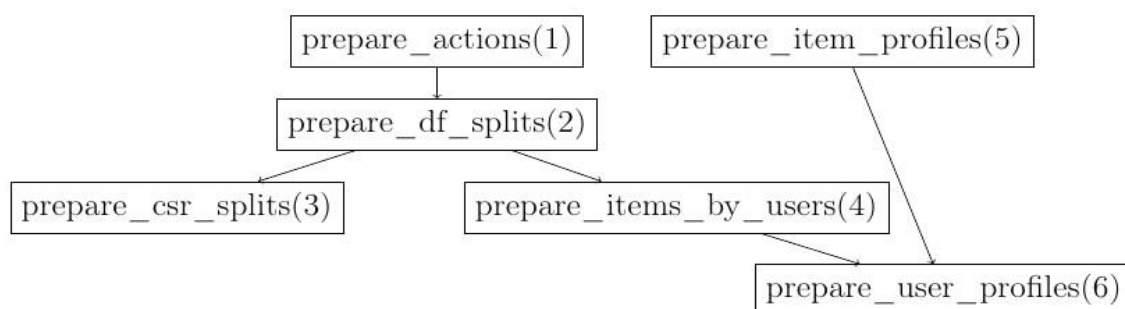


Рис. 1. Граф пайплайна системы

Кратко рассмотрим основные стадии (2,3,5,6).

Стадия `prepare_df_splits`. На ней формируется основное представление данных в виде двух таблиц – соответственно `train` и `test`. Таблица `train` содержит в себе все события, произошедшие до определенной даты включительно, таблица `test` – все события, которые произошли после определенной даты. Важно, что `test` содержит в себе события только тех пользователей, которые входят во множество `train`.

Стадия `prepare_csr_splits`. На ней, на основе результатов стадии `prepare_df_splits` формируются два основных представления данных в виде разреженных матриц CSR(`csr_train` и `csr_test`). Это разреженные матрицы, содержащие все взаимодействия пользователей со всеми товарами (с повышающими коэффициентами для событий добавления в корзину). Так, одно событие добавления в корзину рассматривается как одно или более событий просмотра товара пользователем – конкретный коэффициент задается в конфигурационном файле системы.

Стадия `prepare_item_profiles`. На этой стадии создается таблица `ItemProfileStorage`, содержащая профили всех товаров, построенная на извлеченных из файла 2 типа фильтрах показа и их значениях. Строки таблицы – товары, столбцы – характеристики товаров.

Стадия `prepare_user_profiles`. На этой стадии таблица `UserProfileStorage`, содержащая профили всех пользователей, построенная на представлении данных IP. Каждый профиль пользователя является алгебраической суммой профилей всех товаров, с которыми он взаимодействовал (точно так же, как в CSR – с повышающими коэффициентами для событий добавления в корзину).

Процесс создания всех представлений полностью автоматизирован.

На втором этапе производится создание и обучение моделей. Кратко рассмотрим модели, которые используются в системе. Процесс генерации и обучения моделей также является полностью автоматизированным.

Модель `TopN` – самая очевидная и простая модель – любому пользователю предлагается `N` самых популярных товаров. Данная модель используется в качестве `baseline`.

Модель `ALS` использует представление данных CSR, и основана на алгоритме `Alternating Least Squares` факторизации матриц. В качестве реализации данной модели была взята библиотека `implicit v 0.4.4` для языка `Python`.

Модель `AE(AutoEncoder)` принадлежит к классу моделей коллаборативной фильтрации. Идея данного подхода заключается в том, чтобы с помощью нейронной попытаться восстановить строку матрицы взаимодействия пользователь-товар. Данная модель представляет собой достаточно простой однослойный автоэнкодер с размерностью 256, реализованный с помощью библиотеки `TensorFlow v 2.7.0`.

Модель `IP` является представителем `content-based` подхода.

Построенные в представлении данных IP профили товаров используются как обучающий dataset для модели sklearn.NearestNeighbours, имеющий в основе алгоритм KD-Tree. Данная модель позволяет, как рекомендовать товары, похожие на данный, так и рекомендовать товары на основе истории пользователя.

Для модели UIP профили пользователей используются как обучающий dataset для модели sklearn.NearestNeighbours, имеющий в основе алгоритм KD-Tree. Данная модель позволяет находить пользователей, похожих на данного пользователя, и рекомендовать ему товары, являющиеся популярными у похожих пользователей.

Модель DRN примечательна тем, что она является гибридной, совмещающая в себе подходы collaborative filtering и content-based. Модель реализована с помощью библиотеки TensorFlow v 2.7.0.

Данная модель имеет крайне специфическую структуру и несколько особых слоев, и, как следствие, имеет высокую вычислительную сложность, а также невысокую эффективность. Вследствие этого будет производиться исследование возможности доработки данной модели.

Последний этап - это автоматический ансамбль, который выбирает лучшую collaborative-filtering модель и лучшую content-based модель (в данном случае единственную – IP). Рекомендации от обеих моделей формируются в шахматном порядке, повторы исключаются, а товары, которые предсказали обе модели, перемещаются в начало. Вследствие того, что в ансамбле присутствуют модели, сходные по характеристикам, а в результате обучения метрики немного меняются в зависимости от данных, этот подход позволяет потенциально всегда выбирать наилучшие модели для заданных магазинов.

Приведем сравнительные характеристики моделей и ансамбля по набору избранных метрик (табл.1).

Таблица 1. Сравнительные характеристики моделей и ансамбля

Модель	DCG@30	HappyUsersRatio@5	IOU@30	NAP@30
Top30	0.02464	0.11504	0.02029	0.00535
ALS	0.02949	0.10442	0.01994	0.0861
AE	0.07552	0.25841	0.04696	0.02894
IP	0.03612	0.12249	0.02375	0.01038
UIP	0.5002	0.26707	0.0207	0.02035
DRN	0.00861	0.03363	0.0027	0.00401
Ансамбль	0.8889	0.29915	0.06125	0.02931

Как можно видеть, модели AE и UIP имеет одни из лучших метрик, а итоговый ансамбль опережает даже их, что говорит о целесообразности данного подхода.

Как итог, на данный момент создана универсальная рекомендательная система с адаптивным ансамблем моделей, способная к полностью автоматическому переформированию представлений данных, пересозданию и переобучению моделей, способная работать для любого интернет-магазина при условии предоставления им стандартизированной выгрузки данных.

ПРОЦЕДУРНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ В ИГРАХ. ПОЛЕЗНЫЕ ПРИМЕРЫ ИГРОВЫХ ПРОЕКТОВ, О КОТОРЫХ НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ

Стороженко В. Л.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

E-mail: storozhe@sfedu.ru

Процедурная генерация (сокр. процген) – термин, который на постоянной основе лег в контекст многих игровых проектов. В играх с процгенным контентом (персонажи, окружение, квесты и т.п.) не заготовлен заранее, он создается автоматически с помощью алгоритмов. Генерация контента происходит не с нуля: разработчики сначала создают элементы виртуального «конструктора», с которым потом компьютер «играет» по описанным правилам. Это приводит к менее предсказуемым элементам игры, а также повышает ее реиграбельность.

Игр с процедурной генерацией существует много: Minecraft, No Man's Sky, Deep Rock Galactic, RimWorld, The Binding of Isaac, Spelunky и множество др.

В данной статье не будут описываться алгоритмы, по которым происходит генерация, также не будут затронуты целые научные выкладки, а будут кратко описаны игровые проекты, которые демонстрируют концепты процедурной генерации и на которые стоит обратить свое внимание.

В этой статье будет рассказано о продуктах, которые нашли превосходное применение процгена и которые производят невероятный эффект.

Первое направление генерации, которое является самым популярным и в то же время не менее интересным, это процедурная генерация уровней.

Как типичные, но интересные примеры процедурной генерации уровней (или карт в данном случае) следует обозначить такие стратегии в реальном времени, как Civilization (издатели: 2K, Firaxis Games, MicroProse, Aspyr Media) или Age of Empires (издатели: Microsoft, MacSoft Games, Xbox Game Studios), где процген позволяет создавать новые карты в каждой сессии, что означает для игрока тщательное исследование и эксперименты. Многие стратегии реального времени с аналогичными системами взаимодействия работают только с картами, созданными вручную. Сложность в проектах с процедурной генерацией заключается в адаптации ее под различные стили игры.

Одним из ярких примеров процгена уровней выступает игра Spelunky (издатель Mossmouth). Данная игра стоит на равне с такими проектами, как Rogue (издатели: Epyx, Artificial Intelligence Design, Mastertronic) и Diablo (издатели: Blizzard Entertainment, Electronic Arts, Ubisoft), а великолепие ее в том, что она превосходно демонстрирует основную механику системы

без различного рода запоминаний, где каждый уровень генерируется буквально за несколько секунд до начала сессии. Игроки проходят тысячи уровней, но не все побеждают в них, т.к. для победы нужно выжить в шестнадцати уровнях (без учета секретных) и одолеть главного командира в схватке. При всем мастерстве процгена, уровни организованы с определенным планом (т.е. случайное расположение окружения подчиняется конкретным принципам), что заставляет игрока вникать в правила и анализировать систему, а не просто изучать геометрию.

В качестве второго направления стоит обратить внимание на процедурно генерируемых персонажей.

Простым примером, на который следует обратить внимание, является *Galaxy Pass Station* (издатель: Galactic Workshop). В этой игре концепция заключается в том, что игрок должен проверять пришельцев на станции в зоне *duty free*, т.е. предполагается, что игрок будет часто видеть лица странных пришельцев и землян. Процедурная генерация существ является неотъемлемой частью для разнообразия контента.

Ярким примером является *Crusader Kings 2* (издатель Paradox Interactive). Эта игра обладает процедурно-генерируемым контентом, который передает ей глубину, разнообразит среду и дизайн игрового мира. С помощью системы сложных родственных связей, которая является динамичной благодаря генерируемым персонажам игры-стратегии, разворачиваемой в эпоху средневековья, персонажи становятся личностями под управлением компьютерного интеллекта. Данный вектор игрового процесса сводится к чертам персонажей, которые по факту являются обычными числами (например, «-5» к жадности или «+2» к интриганству), характеризующими поведение. Благодаря обусловленным поведением героев, взаимоотношениям между ними, их «характеры» создают увлекательно-сложную систему, у которой имеется огромное количество поклонников.

Еще одним колоритным представителем процгена персонажей является генерация врагов в *Middle-earth: Shadow of Mordor* (издатели: Warner Bros. Interactive Entertainment, ak tronic Software & Services GmbH, Feral Interactive).

Shadow of Mordor, как и *Crusader Kings 2*, выходит за рамки представлений процедурно-генерируемого контента. Игра закладывает концепции личных отношений между игроками и орками. Благодаря алгоритму *Nemesis System*, каждый орк в игре становится уникальным. При создании орков учитывается все: имя, внешность, манера говорить, отношение с окружающими. Более того, при взаимодействии с игроком, если орк побеждает, то его ожидает повышение в армии, что влечет усиление персонажа и больше трудностей для игрока во время следующей встречи, так как все события сохраняются в памяти на случай нового взаимодействия, а, если орк проигрывает, то при возвращении он будет уже обладать новыми

ми навыками, и во внешности у него появятся изменения о предыдущей битве (например, шрамы или атрибуты, закрывающие потерянные части тела).

Третьим направлением генерации можно выделить процедурно-генерируемые миры. В данном контексте под проценом миров подразумевается создание миров не как уровней, а как отдельных экосистем. Это направление является определенного рода расширением процедурной генерации персонажей. Подобного рода системой может похвастаться Dwarf Fortress (издатели: Bay 12 Games, Kitfox Games).

В этом игровом мире поразительный механизм процегена заключается в создании подробной родословной гномов, которая может насчитывать тысячи лет. Dwarf Fortress не имеет сложных концепций, а в основе лежат простые элементы, которые способствуют процедурной генерации самого опыта игрока. Это в свою очередь позволяет сделать каждую сессию по своему уникальной, многомерной и непредсказуемой.

Еще один великолепный пример генерации миров можно увидеть в RymdResa (издатель: Morgondag). В этом игровом мире, как и в Elite (Издатели: Acornsoft, Superior Software Ltd., Firebird, Telecomsoft) и No Man's Sky (Hello Games), в основе концепций процедурной генерации лежит создание целой Вселенной. В этой генерируемой вселенной создается столько планет и разнообразного космического мусора, что невозможно посетить их все. Цель такого подхода одна: игрок должен ощутить опасность, одиночество, покой, необъятность просторов.

Заключительным, четвертым направлением, которое можно выделить является процедурная генерация на основе музыки.

Данный жанр игр является специфическим, но не менее интересным в рассматриваемом ключе. В подобного рода играх контент генерируется на основе звуков и музыки, т.е. звуковые формы мало того, что визуализируются, так еще и напрямую влияют на геймплей.

В данном направлении рекомендуются к упоминанию такие проекты как Audiosurf (издатели: Valve, Ascaron Entertainment), Beat Hazard (издатель: Cold Beam Games), Soundodger+ (издатель: Adult Swim) и Crypt of the NecroDancer (издатели: Brace Yourself Games, Klei Entertainment).

Процген на основе звука дает безграничный простор для развития геймплея, но пока что такие идеи не затрагивают AAA-игры (за исключением Guitar Hero (издатели: RedOctane, Activision, Aspyr Media, Activision Blizzard)) по причине геймплейной нестабильности и необычности, а остаются на уровне инди-проектов.

Процедурно-генерируемый контент выполняет различные функции от создания многочисленных уровней, незнакомых ландшафтов до бесконечных комбинаций геймплея, адаптации анимационных систем, музыкального сопровождения и не только.

Кроме того, процедурная генерация – это механизм, позволяющий работать не только с контентом. Во многих из перечисленных игр (в частности, RymdResa) этот механизм применяется в эстетических целях, чтобы вызвать определенный эмоциональный фон.

Если изучить вышеупомянутые и другие подобного рода игры, в которых используется процедурная генерация, то появятся яркие представления о том, какой может быть процген, а также будут в памяти яркие примеры, на которые можно ровняться.

Процедурная генерация – это эффективный инструмент для решения многих проблем, которые при обработке вручную довольно трудно решаемы, причем на них уходит немало времени (хотя для написания и тестирования процгена тоже требуется не пару минут). Самое главное не стоит забывать: разнообразие не всегда синоним высокого качества игры.

ПРИМЕНЕНИЕ БЫСТРОГО МЕТОДА МУЛЬТИПОЛЯ В МОДЕЛИРОВАНИИ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

Сумбатян М. А., Пискунов А. С.

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

E-mail: masumbatyan@sfedu.ru, andrey91y@yandex.ru

Моделирование структуры, состоящей из точечных дискретных вихрей, является довольно актуальной задачей в области гидромеханики. Для подобных задач в последние десятилетия математиками изобретен «метод дискретных вихрей» [1–2], в котором вихревая структура в неограниченной среде исследуется в рамках подхода Лагранжа. В дальнейшем этот метод получил развитие в приложении к более сложным задачам [3]. В результате детальных исследований было показано, что метод случайных дискретных вихрей является достаточно эффективным способом моделирования.

Основной целью данной работы является реализация быстрого «метода мультиполя», который позволяет снизить число вычислений при помощи факторизации [4]. При реализации данного метода увеличивается скорость вычислений, таким образом получается, что количество операций $O(N^2)$ снижается до $O(N \log N)$.

Рассмотрим уравнение Эйлера и уравнение непрерывности для несжимаемой идеальной жидкости в терминах завихренность-скорость:

$$\begin{cases} \frac{\partial \omega}{\partial t} + v_x \frac{\partial \omega}{\partial x} + v_y \frac{\partial \omega}{\partial y} = 0, & (1) \\ \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0, & (2) \end{cases}$$

здесь $v_x(x, y, t)$, $v_y(x, y, t)$ – компоненты вектора скорости частиц жидкости, ω – завихренность.

Для решения задачи запускается итерационный алгоритм по времени. Алгоритм состоит в том, что область ненулевой завихренности разбивается равномерно с шагами Δx Δy на ячейки. Значение завихренности в каждой ячейке с номером i аппроксимируется ω_i -функцией, сконцентрированной в узле с координатами (x, y) и принимающей значение ω_i . Как известно, уравнение (1), записанное в Лагранжевом подходе через полную производную от завихренности, фактически для идеальной жидкости означает закон сохранения интенсивности вихрей. Это позволяет в дискретном ана-

логе (1) сохранять интенсивность дискретных вихрей ω_i при их дальнейшем движении. Далее, зная значения ω_i , можно определить компоненты скорости движения введенных дискретных вихрей, с использованием формулы Био-Савара [5]:

$$\begin{cases} \frac{dx_i}{dt} = -\frac{1}{2\pi} \sum_{j \neq i}^N \frac{\omega_j (y_i - y_j)}{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}, \\ \frac{dy_i}{dt} = \frac{1}{2\pi} \sum_{j \neq i}^N \frac{\omega_j (x_i - x_j)}{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}, \text{ при } i = 1..N. \end{cases} \quad (3)$$

Для эффективного использования метода мультиполя можно записать формулы Био-Савара (3) в комплексном виде:

$$\begin{cases} \frac{dx_i}{dt} = v_{xi} = -\frac{1}{2\pi} \sum_{j \neq i}^N \text{Im} \left(\frac{\omega_j}{\zeta_i - \zeta_j} \right), \\ \frac{dy_i}{dt} = v_{yi} = \frac{1}{2\pi} \sum_{j \neq i}^N \text{Re} \left(\frac{\omega_j}{\zeta_i - \zeta_j} \right), \text{ при } i = 1..N, \text{ где } \zeta = x + iy. \end{cases} \quad (4)$$

Сумму в формуле (4) можно переписать в виде

$$S_i^0 = \frac{1}{2\pi} \sum_{j \neq i}^N \left(\frac{\omega_j}{\zeta_i - \zeta_j} \right) = \sum_{l=1}^L \frac{1}{2\pi} \sum_{j \neq i}^{N_l} \left(\frac{\omega_j}{\zeta_i - \zeta_j} \right) = \sum_{l=1}^L S_{i,l}^0. \quad (5)$$

Разделим окружность с вихрями на L колец, где $N = \sum_{l=1}^L N_l$. Для подобластей, внутренних по отношению к вихрю с номером i , сумму в (6) можно представить в следующем виде:

$$S_{i,l}^1 = \sum_{j \neq i, |\zeta_j| < |\zeta_i|}^{N_l} \frac{\omega_j}{\zeta_i - \zeta_j} = \sum_{k=0}^K \frac{1}{\zeta_i^{k+1}} \sum_j^{N_l} \zeta_j^k \omega_j. \quad (6)$$

а для внешних по отношению к i -му вихрю – в виде

$$S_{i,l}^2 = \sum_{j \neq i, |\zeta_j| < |\zeta_i|}^{N_l} \frac{\omega_j}{\zeta_i - \zeta_j} = \sum_{k=0}^K \zeta_i^k \sum_j^{N_{l+1}} \frac{1}{\zeta_j^{k+1}} \omega_j. \quad (7)$$

Далее, производя простейшую аппроксимацию Эйлера производной по времени, перепишем формулы (4) в виде

$$\begin{aligned} x_i(t + \Delta t) &= x_i(t) + v_{xi} \Delta t, \\ y_i(t + \Delta t) &= y_i(t) + v_{yi} \Delta t, \text{ при } i = 1..N, \end{aligned} \quad (8)$$

где N – количество частиц жидкости в канале, Δt – временной шаг на каждой итерации.

В качестве тестирования разработанного алгоритма рассмотрим диполь Чаплыгина-Лэмба [6]. Модель данного диполя представляет собой математическое описание конкретного невязкого и устойчивого вихревого объекта круглой формы радиуса R , который распространяется вправо вдоль горизонтальной оси со скоростью U и представляет собой нетривиальное решение двумерных уравнений Эйлера. Известно, что между за-

вихренностью и функцией тока в диполе Лэмба-Чаплыгина существует линейная зависимость [6]:

$$\omega = k^2 \psi. \quad (9)$$

При этом функция тока ψ записывается в следующем виде:

$$\psi = \frac{-2UJ_0(kr)}{kJ_0(kR)} \sin \theta, \quad (10)$$

при $r^2 = x^2 + y^2 < R^2$, J_0, J_1 – функции Бесселя нулевого и первого порядка, соответственно. Значение $kR = 3.83171$ является первым нетривиальным нулем функции Бесселя первого рода. Вихри в начальный момент времени задаются равномерно на интервалах $x = -R..R$ и $y = -R..R$. Из них выбираются только те, которые попадают в круг радиуса R .

Данный алгоритм был реализован в среде C++. Визуализация осуществлялась в библиотеке Matplotlib на языке программирования Python. Входными параметрами задачи являются: $R=1$ – радиус диполя; $U=1$ – скорость движения диполя вдоль оси x , $I=1000$ – число итераций, $\Delta t=0.001$ – шаг итерационного процесса по времени, L – число подобластей, $R_L=2.5$ – радиус области, заключающей в себя течение, $K=50$ – верхний предел суммирования в формулах (6) и (7), N – полное число дискретных вихрей.

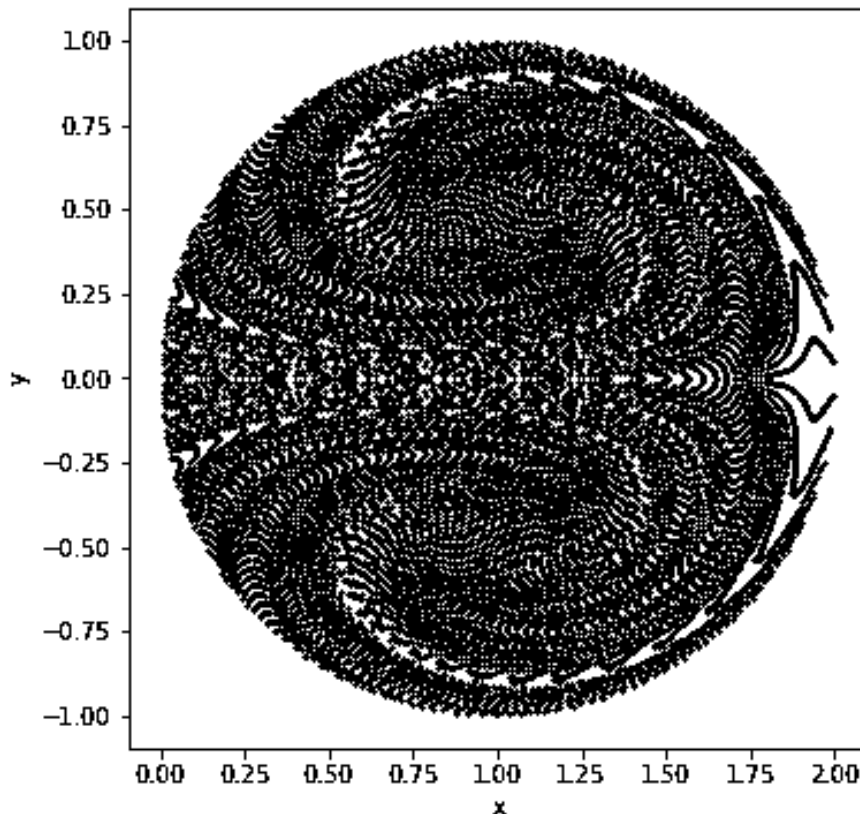


Рис. 1. Расположение вихревых элементов в диполе Чаплыгина-Лэмба при $t=1$: $L=16$, $N=17692$

Из рис. 1. можно заключить, что диполь с изначальным центром $(0,0)$ переместился вдоль оси x на $(1,0)$, как и предсказывается точным аналитическим решением задачи [6].

Пусть прямое вычисление суммы S в (4) для всех i и j требует $A \cdot N^2$ арифметических операций, где A – некоторая положительная константа. Детальный анализ показывает, что, суммарная вычислительная сложность предлагаемого алгоритма равна $A \cdot N^2 / M$, где M – число колец в разбиении внешнего круга, охватывающего всю область потока. Таким образом, вычислительная сложность алгоритма оказывается в M раз меньше, чем суммирование напрямую по исходной формуле. Поскольку M может быть взято произвольным, то, несмотря на то, что оценка по-прежнему остается квадратичной, тем не менее, вычисления по предложенному алгоритму могут быть устроены в произвольное число раз быстрее, чем прямые расчеты в исходном виде (5).

В одной из ближайших работ авторы планируют оценить точность итерационного метода Эйлера сравнением с методом Рунге-Кутты, а также смоделировать итерационный процесс для вязкой несжимаемой жидкости.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), проект №19-29-06013.

Литература

1. Cottet G.-H., Koumoutsakos P.D. Vortex Methods: Theory and Practice. Cambridge University Press: New York, 2000.
2. Majda A. J., Bertozzi A. L. Vorticity and Incompressible Flow. Cambridge University Press: New York, 2002.
3. Говорухин В. Н. Численный анализ динамики распределенных вихревых конфигураций // Ж. выч. мат. и мат. физ. 2016. Т. 56. № 8, С. 1491–1505.
4. Greengard L., Rokhlin V. A fast algorithm for particle simulations // J. Comp. Phys. 1987. V. 73. P. 325–348.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1973.
6. Meleshko V. V, van Heijst G. J. F. On Chaplygin's investigations of two-dimensional vortex structures in an inviscid fluid. Journal of Fluid Mechanics. 1994. V. 272. P. 157–182.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМ АКТИВНЫМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ

Тополов В. Ю.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет

E-mail: vutopolov@sfedu.ru

Проблема сбора энергии (energy harvesting в зарубежной литературе) и связанные с этой проблемой научные исследования и энергосберегающие технологии приобрели в последнее десятилетие значимость во многих странах мира. Ограниченные запасы горючих полезных ископаемых на Земле, стоимость добычи и транспортировки этих ископаемых, а также дальнейший процесс генерации электрической энергии и ее передачи стали важными факторами, стимулирующими не только рациональное использование энергии, но и поиск новых решений в технологической цепи от источника энергии до конечного потребителя. В литературе большой акцент делается на современные активные диэлектрические материалы, которые задействованы в этой технологической цепи благодаря определенным физическим свойствам и параметрам. Цель настоящего сообщения – рассмотреть направления, связанные с применениями активных диэлектриков для сбора и преобразования энергии, а также показать соответствующие ресурсы Интернета по данной проблеме.

1. Сайт Форума <http://www.energyharvesting.net/> предоставляет важную информацию об источниках природной энергии, об эффективности преобразования и аккумуляции природной энергии. Приводятся основные источники энергии в следующих ее формах: механическая, тепловая, электромагнитная (в частном случае световая), природная энергия (потoki воды, океанические течения и атмосфера), энергия тела человека (комбинация механической и тепловой форм) и другие источники, связанные, например, с химическими реакциями, превращениями в биологических системах и т.п. Большое внимание уделено альтернативным природным энергетическим источникам, которые являются дополнением к традиционным источникам и повышают надежность энергетической системы.

2. На веб-странице <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-665X/ab36e4/pdf> (Издательство “IOP Publishing”, Соединенное Королевство) представлен обзор [1] по вопросам сбора энергии с помощью пьезоэлектрических материалов. С помощью устройств микросистемной техники на основе пьезоэлектриков удастся собирать энергию механических колебаний, движения тел и акустических волн, а затем преобразовывать эту энергию в электрическую.

3. Веб-страница http://www.we-online.com/web/en/electronic_components/produkte_pb/demoboards/energy_harvesting/pi_ceramic/energy_harvesting_pi_ceramic.php (фирма «Würth Elektronik», ФРГ) содержит информацию о пьезоэлектрических преобразователях, с помощью которых механическая энергия колебательных систем превращается в электрическую энергию. Преимуществами такого преобразования энергии являются надежность при малых уровнях мощности (начиная с нескольких милливатт), прямое механическое воздействие на пьезоэлектрический преобразователь, широкий интервал частот механического воздействия, а также возможность подбора оптимальных размеров и формы преобразователя для конкретных устройств или схем.

4. База данных Скопус (www.scopus.com) содержит обширную информацию о научных публикациях по обсуждаемой тематике. Статистические данные свидетельствуют о большом интересе к проблеме сбора энергии в различных странах мира. Например, по ключевым словам ‘energy harvesting’ найдены 69690 научных публикаций. Из них три года подряд (2019 – 2021) число ежегодных публикаций превышает 7000. Поиск по ключевым словам ‘piezoelectric energy harvesting’ позволяет найти 10952 публикации. Присоединение к ключевым словам ‘piezoelectric energy harvesting’ второго термина ‘ferroelectric’ приводит к списку 585 публикаций. Список работ по ключевым словам ‘pyroelectric energy harvesting’ содержит 514 наименований. В литературе представлены результаты по энергосберегающим материалам и системам, где в качестве активных диэлектриков выступают пьезо-, сегнето- или пироэлектрики. При этом подавляющее число публикаций по пироэлектрическим свойствам и энергосберегающим применениям относится к сегнетоэлектрическим материалам, которые часто характеризуют как мягкие пироэлектрики.

5. Более десяти монографий по рассматриваемой проблеме можно найти в базе данных издательства ‘Шпрингер’ (<https://link.springer.com>), ФРГ. В частности, монографии посвящены вопросам технологии, создания новых систем и материалов для сбора энергии.

Приведенные выше информационные ресурсы целесообразно использовать в учебном процессе на Физическом факультете и в Институте высоких технологий и пьезотехники ЮФУ, при изучении активных диэлектрических материалов и их применений.

Литература

1. Safaei M., Sodano H. A., Anton S. R. // Smart Mater. Struct. – 2019. – Vol. 28, N 11. – P. 113001– 62 p.

КОНЦЕПЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ

Торба И. В., Гордиенко Л. В.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Таганрог*

E-mail: torba@sfedu.ru, lgordienko@sfedu.ru

Транспортные сети являются важнейшей инфраструктурой нашей страны и представляют собой разнородные системы, обладающие множеством параметров. Современные перевозочные процессы предъявляют жесткие требования к качеству транспортных сетей и методам управления их инфраструктурой [1].

Поэтому работа с информацией о дорожных условиях является актуальной задачей как для участников перевозочного процесса, так и для органов власти. Информация о дорожных условиях необходима при планировании маршрутов для снижения степени рисков возникновения аварийных ситуаций и заторов [2].

Создание современной, комфортной и надежной транспортной инфраструктуры – одна из главных задач, поставленных главой государства. Основным инструментом достижения стратегической цели стал национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги», стартовавший в 2019 году и ставший логичным продолжением совместной работы федеральных и региональных ведомств дорожного хозяйства.

Мощность современных вычислительных систем позволяет накапливать, хранить и обрабатывать большие объемы пространственных данных. При управлении транспортной системой должны использоваться как подсистемы мониторинга, так и подсистемы оценки и прогноза состояния дорожного движения на отдельных элементах улично-дорожной сети (УДС). Пока во многих случаях не доработаны методики сбора данных о дорожных условиях в реальном времени.

Геоинформационное моделирование предъявляет специфические требования к сбору информации. Геоинформационное моделирование требует установления однозначного соответствия между моделью и объектом по основным параметрам, которые используют при решении задач.

Основной целью мониторинга дорожных условий является получение актуальной, полной, объективной и достоверной информации о транспортно-эксплуатационном состоянии дорожной сети, условиях ее функционирования и степени соответствия фактических свойств и параметров требованиям дорожного движения.

Результаты мониторинга позволяют выявить участки дорог, не отвечающие нормативным требованиям их техническому состоянию. В итоге

определяются виды и состав основных работ и мероприятий по содержанию, ремонту и реконструкции дорог с целью повышения их транспортно-эксплуатационного состояния до требуемого уровня.

В настоящее время существует довольно много поставщиков пространственных данных, особенно данных карт улично-дорожных сетей, начиная от данных, собранных местными органами власти, и заканчивая данными, собранными глобальными поставщиками, такими как Карты Google, Яндекс Карты, Openstreetmap и ESRI. Они могут быть использованы в навигации, в исследованиях, при разработке приложений, основанных на пространственных данных.

В данной работе мы предлагаем использовать пространственные данные из Openstreetmap.

Openstreetmap (OSM) — это совместный проект по созданию бесплатной редактируемой карты мира [3]. Выбор данной технологии обусловлен следующими достоинствами Openstreetmap:

- OSM — это единственные карты, к внутреннему устройству которых у нас есть полный доступ;
- Пространственные данные Openstreetmap также могут быть свободно загружены любым, кому это необходимо, и могут быть обработаны для конкретных нужд;
- Возможен экспорт карт в форматы PNG, JPEG, SVG, PDF, PostScript. Также существуют проекты по экспорту данных OpenStreetMap в различные форматы, например формат карт Garmin, а также ГисРусса;
- Современные пространственные данные дорожной сети, которые были охвачены Openstreetmap, являются очень полными, актуальными и точными.

Основным продуктом Openstreetmap является пространственная база данных, которая содержит географические данные и информацию со всего мира.

В настоящее время проект включает административные границы, детальное землепользование, здания, пешеходные дороги и дороги разного назначения, водные объекты, разные коммуникации и т. д.

Благодаря наличию пространственных данных можно использовать их без необходимости самостоятельного сбора данных о дорогах. Затем мы можем добавить информацию, связанную с дорожными условиями, на основе дорожных данных. Поскольку доступ к данным может быть получен из любого места и кем угодно, то ввод информации, связанной с состоянием дорог, может осуществляться общественностью, поэтому данные о состоянии дорог будут продолжать расти быстро, непрерывно и динамично.

Пространственные данные представляют собой многомерные данные с точками, поверхностями и линиями в виде списка чисел, использующих определенную систему координат. Чтобы создать систему, способную об-

рабатывать пространственные данные, нам нужны системы управления пространственными базами данных (СУПБД). В данной работе выбран PostgreSQL, потому что он имеет открытый исходный код, поддерживает множество пространственных функций и является достаточно проверенным по сравнению с другой СУБД с открытым исходным кодом.

Статические данные дорожной карты из Openstreetmap будут экспортированы в СУПБД для обработки и дальнейшего управления в соответствии с системными требованиями. Кроме того, данные могут быть представлены с помощью веб- и мобильных приложений. Архитектурная модель создаваемой картографической системы представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Концепция архитектуры системы

Пространственные данные из OSM хранятся в СУБД как многострочный тип данных, описывающий геометрию объекта. Многострочный строковый тип данных представляет собой геометрический тип данных в виде набора объединенных строк. Строка, в свою очередь — это набор точек, которые образуют множество соединенных прямых линий. Этот тип данных обычно используется для отображения таких объектов, как дороги, реки, тропы и кольцевые трассы. Эти данные о геометрии дороги необходимо обработать, прежде чем на них можно будет указать тип повреждения. Длина линии варьируется от десятков метров до тысяч метров, что требует разделения дорожных данных на сегменты с максимальной длиной 5 метров. Каждый из этих участков дороги обозначен в соответствии с их состоянием. Этапы представления данных о состоянии дорог показаны на рисунке 2.



Рис. 2. Этапы обработки пространственных данных

Следовательно, маркировка повреждения участка дороги может быть выполнена по меньшей мере на 1 участке дороги данных с максимальной длиной 5 метров. Каждый сегмент дороги может быть отмечен и сохранен в отдельной таблице состояния. Наборы данных сегментов дорог, которые были отмечены в соответствии с их соответствующими условиями, затем отображаются в виде карты в веб-браузере и на мобильном устройстве. Для отображения пространственных данных в виде карт в веб-браузерах и мобильных устройствах используются Node.js и библиотеки Github.

Результаты геоинформационного моделирования дорожных условий позволили отметить местоположение дороги в соответствии с условиями повреждения. В каждой метке сегмента дороги сохранен идентификатор сегмента дороги, тип повреждения и уровень повреждения. Каждый тип и уровень повреждения имеют определенный цвет на отмеченном участке дороги, чтобы пользователю было видно разницу между поврежденной и неповрежденной частью дороги. Собранные пространственные данные будут использованы для разработки системы поиска альтернативных путей, чтобы избежать повреждения дорог. Кроме того, пространственные данные также будут использоваться для проведения картографического анализа дорожных улучшений и кластеризации областей повреждения дорог.

Литература

1. Коновалова Т. В. Проблемы и перспективы развития транспортной инфраструктуры и транспортных средств в России [Текст] / Т. В. Коновалова, В. П. Макаренко // Политехнический вестник «Наука. Техника. Технологии». – 2016. – № 2. – С. 148–150.
2. Банушкина Н. А. Методика разработки экспертных систем управления безопасностью дорожного движения в населенных пунктах / Н. А. Банушкина // Изв. Алт. гос. ун-та. – 2015. – № 1/2 (85). – С. 91–95.
3. Mobasheri A., Zipf A., Francis L. Openstreetmap data quality enrichment through awareness raising and collective action tools-experiences from a European project // GEO-SPATIAL INFORMATION SCIENCE. – 2018. – № 3. – P. 234–246.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ИНВЕРСИИ НАСЕЛЕННОСТЕЙ НА ИОННЫХ ПЕРЕХОДАХ СТРОНЦИЯ В РЕКОМБИНИРУЮЩЕЙ ПЛАЗМЕ

Чеботарев Г. Д.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет

E-mail: gdchebotarev@sfnu.ru

Рекомбинационные лазеры на ионных переходах стронция генерируют коротковолновое излучение ($\lambda=430,5$ и $416,2$ нм SrII) с высоким уровнем мощности и перспективны для ряда практических приложений [1, 2]. В настоящей работе были детально исследованы процессы формирования инверсии населенностей на ионных переходах стронция в рекомбинирующей плазме импульсно-периодического разряда с использованием метода математического моделирования [3].

В частности, в ходе моделирования были численно рассчитаны параметры плазмы, а также временной ход импульсов разрядного тока, скорости рекомбинационной накачки и населенностей лазерных уровней иона стронция (рис. 1).

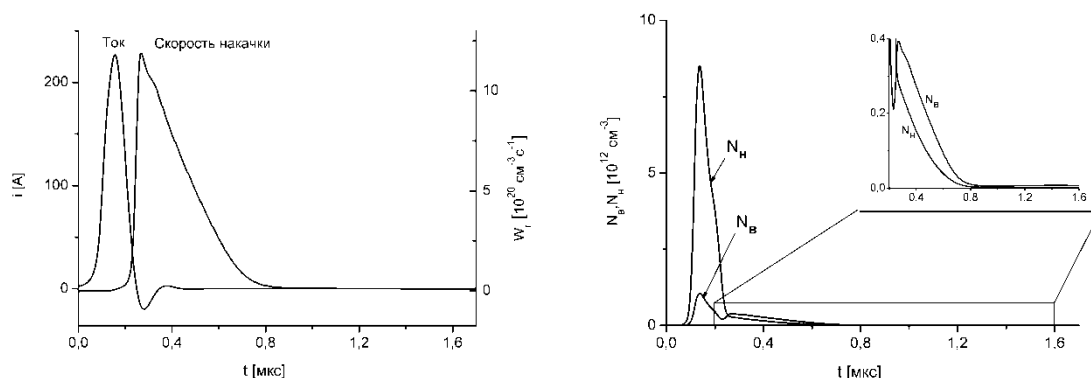


Рис. 1. Рассчитанные импульсы тока и рекомбинационной накачки, а также населенности верхнего и нижнего лазерных уровней SrII

Кроме того, были определены значения коэффициента усиления лазерно-активной среды, энергии импульсов генерации, пиковой и средней мощности лазерного излучения при вариации параметров возбуждения в широких пределах. Результаты моделирования показали хорошее согласие с экспериментальными данными.

На основе анализа результатов моделирования был установлен ряд закономерностей, свойственных ионным рекомбинационным лазерам на парах металлов. Полученные результаты дают возможность прогнозировать оптимальные параметры возбуждения рекомбинационных лазеров.

Литература

1. Soldatov A. N., Sabotinov N. V., Latush E. L., Chebotarev G. D., Vuchkov N. K., Yudin N. A. Strontium and calcium vapour lasers. Volume I / Prof. Soldatov A. N., Academician Sabotinov N. V., Editors. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, 2013. – 293 p.
2. Soldatov A. N., Sabotinov N. V., Latush E. L., Chebotarev G. D., Vuchkov N. K., Yudin N. A. Strontium and calcium vapour lasers. Volume II / Prof. Soldatov A. N., Academician Sabotinov N. V., Editors. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, 2014. – 323 p.
3. Chebotarev G. D., Prutsakov O. O., Latush E. L. Mathematical modeling of ion recombination strontium vapour laser // Proc. SPIE. – 2004. – Vol. 5483. P. 83–103.

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ»

Чеботарев Г. Д., Мазурицкий М. И.

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
физический факультет*

E-mail: gdchebotarev@sfedu.ru

Виртуальная лабораторная работа «Фотовольтаический эффект» предназначена для использования в учебном процессе при изучении дисциплины «Волоконно-оптическая связь». Лабораторная работа разработана сотрудниками кафедры квантовой радиофизики и лаборатории ЛАКТОС и представляет собой интерактивную компьютерную программу, которая моделирует физические процессы в полупроводниковых фотоприемных устройствах. В таких фотоприемниках оптическое излучение преобразуется в электрические сигналы за счет внутреннего фотоэффекта. В частности, когда р-п переход облучается фотонами с энергией, превышающей ширину запрещенной зоны полупроводника, образуется новая пара неравновесных носителей электрического заряда – электрон и дырка. Электрическое поле р-п перехода разделяет в пространстве образующиеся при поглощении фотонов электронно-дырочные пары, и тем самым создает фото-ЭДС между смежными областями полупроводникового кристалла (фотовольтаический эффект). За счет этого образуется электрический ток (фототок), вызванный потоком электронов во внешней цепи. Таким образом, в полупроводниковых фотоприемниках световой поток управляет обратным током, протекающим через р-п переход, т. е. реализуется принцип регистрации изменения концентрации неосновных носителей заряда под воздействием внешнего оптического излучения. Фотовольтаический эффект также используется для выработки электроэнергии солнечными батареями.

Полупроводниковые фотоприемники широко используются в приемных оптических модулях волоконно-оптических систем передачи (ВОСП). В качестве сигналов, несущих информацию в ВОСП, используется инфракрасное оптическое излучение. В полупроводниковых фотоприемниках (фотодиодах) входные оптические сигналы преобразуются в выходные электрические сигналы, которые затем поступают в приемную информационную систему.

Для активного усвоения материала с использованием лабораторной работы «Фотовольтаический эффект» учащимся предлагается выполнить ряд виртуальных экспериментов. Интерактивная программа сопровождается краткой теорией, а также руководством для пользователя. Для оценки степени усвоения изученного материала предусмотрено выполнение тестовых заданий.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ БИНОКУЛЯРНОГО ЗРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ VR-ТЕХНОЛОГИЙ

Черненко Г. В.

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

E-mail: glchernenko1@gmail.com

В данной работе рассматриваются причины дисфункции бинокулярного зрения, способы диагностики, проблемы восстановления бинокулярного зрения у детей, а также способы адаптации методов диагностики бинокулярного зрения в VR.

Бинокулярное зрение — способность одновременно видеть изображение предмета обоими глазами. Благодаря этому человек может лучше определять расстояние до объекта и местоположение объекта в пространстве. В отсутствие бинокулярного зрения определение положения и расстояния до объектов производится благодаря следующим механизмам:

- На основе знаний примерного размера объекта и понятия перспективы.
- На основе выцветания цветов (работает только на дальние объекты). Например, цвет листьев дерева вдали менее насыщенные, чем листья близлежащих деревьев.

Невзирая на существование механизмов определения расстояния до объектов без использования стерео зрения, человеческий мозг не может выполнять данную задачу в надлежащем качестве, основываясь лишь на вспомогательных механизмах. Вследствие чего ухудшается качество жизни людей с отсутствующим бинокулярным зрением [1, 2].

В качестве основного метода диагностики был выбран “Четырехточечный тест” [3]. Испытуемому транслируется определенное изображение на левый и правый глаз. А именно два красных квадрата и круг для левого глаза, и круг и треугольник зеленого цвета для правого глаза. В зависимости от того, что увидит испытуемый можно определить тип зрения. Если наблюдатель увидит четыре фигуры, где круг будет желтого цвета, то испытуемый обладает бинокулярным зрением без ведущего глаза, если круг имеет четкий зеленый или же красный цвет, то у испытуемого бинокулярное зрение с ведущим правым или левым глазом соответственно. Если наблюдатель видит меньше четырех фигур, то у него монокулярное зрение, а если больше четырех, то одновременное зрение. Также в метод диагностики была добавлена возможность сдвигать изображение на вектор,

заданный пользователем, благодаря этому возможно не только определить тип зрения, но и узнать вектор отклонение при одновременном зрении.

Для реализации данного теста, был выбран игровой движок Unity. Для разделения итоговой сцены на изображения, предназначенные для левого и правого глаза, был реализован шейдер, принимающий на вход информацию о цвете, а также информацию на какой глаз транслировать изображение. В зависимости от входных данных изменяется альфа-канал изображения для определенного глаза. С примером работы можно ознакомиться на рисунке 1.

Для определения текущего глаза рендеринга изображения (изображение для каждого глаза транслируется отдельно) используется встроенная переменная `unity_StereoEyeIndex`.

Значение `unity_StereoEyeIndex` равно 0 для рендеринга для левого глаза и 1 для рендеринга для правого глаза.

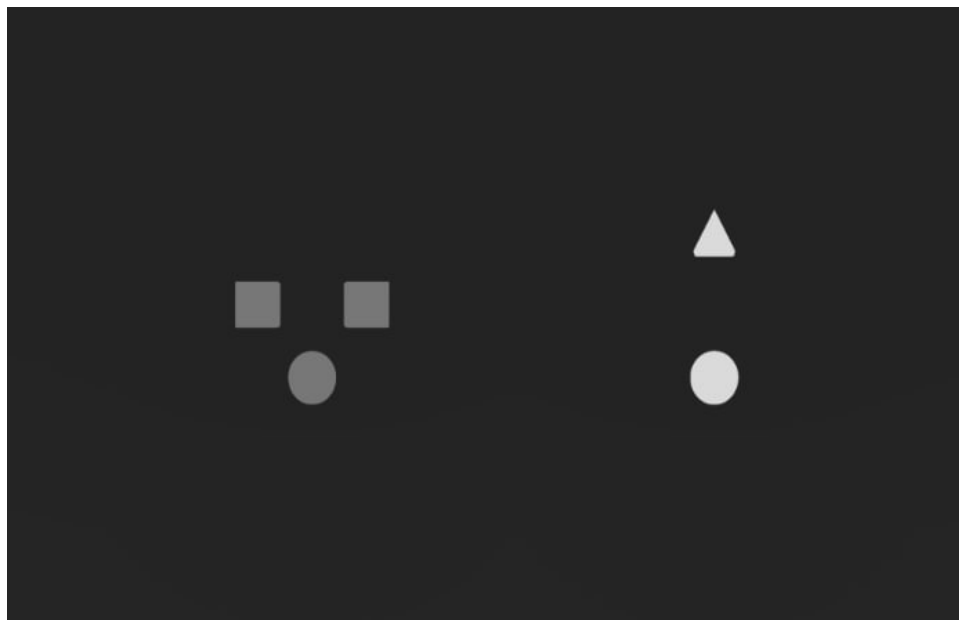


Рис. 1. Пример работы приложения (левая и правая половина экрана – это изображение для левого и правого глаза соответственно)

Основной проблемой классических методов восстановления бинокулярного зрения является удержание детского внимания в процессе лечения, поскольку пациент должен быть полностью погружён в процесс лечения длительное время. Классические методы восстановления бинокулярного зрения не способствуют этому. Для вовлечения детей в процесс восстановления лучше всего подходит игровая форма лечения, а также диагностика, которую может обеспечить VR. Был реализован прототип программы для диагностики бинокулярного зрения в VR, в ходе тестирования

на 5 испытуемых данный прототип подтвердил возможность переноса классических методов диагностики в VR-окружении.

Литература

1. Ковалевский Е. И. Глазные болезни. 3-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : Медицина, 1986. – 414 с.
2. Золотарева М. М. Глазные болезни: учебник для мед. училищ. - 2-е изд., доп. и испр. – Москва : Медгиз, 1961.
3. Аветисов С. Э. Офтальмология. Национальное руководство / под ред. Аветисова С. Э., Егорова Е. А., Мошетовой Л. К., Нероева В. В., Тахчиди Х. П. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. –752 с. – ISBN 978-5-9704-5125-0.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ НА ПРОЦЕССЫ СЕДИМЕНТАЦИИ В ТАГАНРОГСКОМ ЗАЛИВЕ

Чикина Л. Г.¹, Чикин А. Л.²

¹ ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

² Федеральный исследовательский центр

Южный научный центр РАН

г. Ростов-на-Дону

E-mail: chikin1956@gmail.com

Сгонно-нагонные явления, вызванные ветровой нагрузкой, влияют на изменение глубины, что может приводить к образованию временно осушенных районов. При исследовании подобных процессов необходимо учитывать и такой фактор как ветровое волнение. Взмучивание донного ила в подобных районах может происходить даже при небольшом волнении.

Процесс взмучивания, оседания и переноса взвешенного вещества описывается уравнением

$$\frac{\partial c_s}{\partial t} + \frac{\partial(uc_s)}{\partial x} + \frac{\partial(vc_s)}{\partial y} = \varepsilon_{xy} \left(\frac{\partial^2 c_s}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c_s}{\partial y^2} \right) + Q \quad (1)$$

где C – концентрация; u, v, w – компоненты скорости, w_s – скорость оседания взвеси, ε_{xy} и ε_z – коэффициенты горизонтальной и вертикальной турбулентной диффузии соответственно; $Q(x, y, z, t)$ – источниковый член. К источникам можно отнести работу земснаряда, сваливание извлеченного грунта, размывание или осаждение взвеси течением, поступление твердого стока из рукавов Дона, а также волновое воздействие на дно водоема. Источниковый член рассматривается как разность между расходами размывания и оседания $Q = \frac{E_b - D_b}{H}$.

Пусть донный материал состоит из k фракций. Тогда для каждой фракции расход D_{bk} оседающих частиц вычисляется по формуле:

$$D_{bk} = \begin{cases} 0, & \tau_{bk} > \tau_{bk \max} \\ \alpha_k w_{sk} c_{km}, & \tau_{b \min} < \tau_{bk} \leq \tau_{bk \max} \\ w_{sk} c_{km}, & \tau_{bk} \leq \tau_{bk \min} \end{cases}, \quad (2)$$

где τ_{bk} – напряжение сдвига; $\tau_{bk \min}$ – критическое напряжение сдвига, ниже которого весь осадок откладывается на дне; $\tau_{bk \max}$ – критическое напряжение сдвига слоя, выше которого весь осадок остается в суспензии, что при-

водит к нулевой скорости осаждения; α_k – это коэффициент от 0 до 1, относящийся к напряжению сдвига, и приблизительно равный

$$\alpha_k = 1 - (\tau_b - \tau_{b\min}) / (\tau_{b\max} - \tau_{b\min}).$$

Для каждой фракции расход E_{bk} поднявшихся со дна частиц вычисляется по формуле

$$E_{bk} = M (\tau_{bk} - \tau_{ek}) / \tau_{ek} \quad (3)$$

Здесь τ_{ek} – критическое сдвиговое напряжение на размывание; M – экспериментальная постоянная, зависящая от свойств осадка.

В формулы (2) и (3) входит коэффициент сдвигового напряжения τ_{bk} , который в общем случае равен сумме $\tau_{bk} = \tau_{wk} + \tau_{ck}$, где τ_{wk} обуславливает действие ветровых волн, а τ_{ck} обуславливает действие течения в водоеме. В данной работе рассматривается поступление взвеси только за счет волнового воздействия, поэтому считаем $\tau_{bk} = \tau_{wk}$. В дальнейшем для простоты изложения будем приводить выкладки для одной фракции и индекс k уберем.

Напряжение сдвига на границе волны τ_w в каждой точке связано с орбитальной скоростью волны через коэффициент трения f_w :

$$\tau_w = \rho u_{*w}^2 = 0,5 f_w \rho u_b^2,$$

где u_{*w} – волновая сдвиговая скорость, ρ – плотность потока; u_b – орбитальная скорость придонной волны.

Коэффициент трения f_w может быть вычислен по формуле

$$f_w = 0,04 \left(\frac{u_b T_p}{2\pi k_b} \right)^{-0,25},$$

где k_b – шероховатость донного осадка, T_p – существенный волновой период, определяемый по формуле

$$\frac{g T_p}{U_f} = 0,751 \left(\frac{g F}{U_f^2} \right)^{1/3} \quad (4)$$

Здесь F – разгон волны; U_f – скорость трения, вычисляемая через скорость ветра на высоте 10 метров U_{10} и коэффициент аэродинамического сопротивления

$$C_D = \frac{U_f^2}{U_{10}^2}.$$

Из формулы (4) следует формула для пересчета разгона волны

$$F = 2,361 \frac{g^2 T_p^3}{U_f^2} \quad (5)$$

Для определения орбитальной скорости воспользуемся формулой

$$U_b = \frac{\pi H_p}{T_p \operatorname{sh}\left(\frac{2\pi d}{L}\right)}, \quad (6)$$

где $L = T_p \sqrt{gd}$ – длина волны, H_p – существенная высота волны

$$\frac{gH_p}{U_f^2} = 0.0413 \left(\frac{gF}{U_f^2} \right)^{1/2}. \quad (7)$$

Для случая мелкой воды период волны не может превышать соотношения

$$T_p \approx 9.78 \left(\frac{d}{g} \right)^{1/2}, \quad (8)$$

где d — глубина водоема.

Порядок расчета высоты волны для мелкого водоема:

1. Вычислить разгон волны, исходя из расстояния от подветренного берега.
2. Оценить период волны для заданного разгона волны и скорости ветра, используя формулы (4), (6) и (7).
3. Проверить выполнение условия (8) по периоду и глубине. При превышении взять граничное значение.
4. В случае работы с граничным значением периода волны пересчитать разгон волны, соответствующий генерации волн с таким периодом по формуле (5).
5. Рассчитать высоту в соответствии с новым значением разгона волны по формуле (7).

После этого рассчитываются орбитальная скорость u_b , коэффициент трения f_w и напряжение сдвига τ_w .

Проведены модельные расчеты при типичных для Таганрогского залива ветровых ситуациях, когда дуют ветра восточного или западного направлений. Как и предполагалось, наибольшее напряжение сдвига, а, следовательно, и наибольшее взмучивание наблюдалось у наветренного берега, а также в наиболее мелких районах.

При действии ветров в восточного, и западного направлений наибольшие сдвиговые напряжения проявляются в мелководных районах устьевого взморья. Но при действии северо-восточных ветров сдвиговые напряжения проявляются еще и у южного берега залива, а при действии юго-западных ветров – у северного берега.

РАЗРАБОТКА НЕЙРОИНТЕРФЕЙСА «МОЗГ-МОЗГ» НА ОСНОВЕ КВАЗИСТАЦИОНАРНЫХ ПАТТЕРНОВ ЭЭГ

Шапошников П. Д., Лазуренко Д. М., Шепелев Д. И.
*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
Научно-исследовательский технологический центр
нейротехнологий,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: pasha_swg@mail.ru*

Введение

Как известно, операция детектирования специфических электрографических признаков – это процесс поиска и выделения временных, пространственных и частотных закономерностей в анализируемых сигналах мозга, необходимых для решения задачи классификации. Модуль классификатора является наиболее важной частью системы нейрорегуляции в контуре нейроинтерфейса. Целью классификатора является сортировка последовательностей данных из препроцессора в независимые категории или инварианты. Подход, разработанный нами, состоял в интенсивном использовании нейросетевых подходов и глубокого обучения к построению модели и оценке точности детектирования и классификации.

Среди популярных архитектур, применяемых в работе с временными рядами, в первую очередь, кажутся применимыми рекуррентные сети, в которых заложены принципы выделения именно временных параметров [1]. Однако на практике они требуют гораздо больше вычислительных мощностей при обучении, а по результатам уступают другим архитектурам, в том числе в контексте классификации ЭЭГ в процесс реализации произвольной мыслительной деятельности. В исследованиях зачастую при классификации временных рядов в нейронные сети на вход попадают нативные сигналы. Это, например, касается сверточных сетей (CNN), способных выполнять самостоятельный поиск специфических признаков в сигнале. Анализ литературных данных показывает, что сверточные сети являются наиболее часто используемой и рекомендуемой архитектурой среди множества применительно к решению задачи классификации ЭЭГ [2–6].

Цель работы состояла в разработке методов и средств технологии нейрокоммуникации в контуре интерфейса «Мозг-Мозг» (ИММ), включающей систему для регистрации сигналов мозга, встроенный нейросетевой классификатор и пользовательский интерфейс.

Методы и методика

В обследовании участвовали 16 добровольцев (12 мужчин, 4 женщины, возраст 18–42 лет, средний возраст 33 года). Исходными данными

служили записи ЭЭГ, зарегистрированной 17 стандартных отведений (отведения F₇, F₃, F_z, F₄, F₈, T₃, C₃, C_z, C₄, T₄, T₅, P₃, P_z, P₄, T₆, O₁, O₂), расположенных по международному стандарту 10-20. Обследования проводились в 3 серии на каждом субъекте, выполнявших произвольные реальные движения и их мысленные эквиваленты. Для регистрации ЭЭГ использовался усилитель биопотенциалов «Энцефалан» (ООО «Медиком МТД», г. Таганрог). Частота дискретизации - 250 Гц. Режекторный фильтр – 50 Гц.

В ходе проведения трёх экспериментальных серий обследуемые выполняли произвольные движения верхними и нижними конечностями, при этом на каждое выполнение одного движений отводилось 2 секунды. Помимо этого, участникам предлагалось выполнить произвольное мысленное представление движения сразу после его реального выполнения в том же темпе (2 сек.).

Для обучения нейронных сетей были использованы 6 отведений ЭЭГ, выделенные эмпирическим путем как наиболее информативные в контексте классификации мысленных эквивалентов реальных движений, а именно: F₃, F₄, O₁, O₂, P₃, P₄. Такой выбор также был обусловлен желанием уменьшить число анализируемых параметров модели, напрямую связанное с размерностью входных данных. В среднем по субъектам количество эпох разных классов было следующим: правая рука – 35.9±9.7, левая рука – 35.1±9.1, ноги – 32.9±9.2. Суммарно же для всех субъектов было 1663 эпохи трех классов мысленных движений. Таким образом, выборка данных имела размерности (1663, 6, 500).

В ходе проведённого исследования было разработано и апробировано два подхода глубокого обучения (Deep Learning), включающих классическую свёрточную сеть с общими временными фильтрами (convolutional neural network, Common CNN) и оригинальную свёрточную сеть с независимыми фильтрами (Multi-headed CNN). В обоих подходах (как Multi-headed CNN, так и Common CNN) использовалась активационная функция ReLU, алгоритм оптимизации ADAM, размер пакета составлял 32.

Программный интерфейс сформирован на базе мобильного Android-приложения, служащего для организации Bluetooth-соединений, отображения графической информации, выявления нейрофизиологических паттернов, отвечающих за выполнение произвольных мысленных команд, и передачи их в качестве сообщения.

Сообщения, передающиеся по Bluetooth-каналу от устройства к устройству, являются распознанными классификатором нейрофизиологическими паттернами, закодированными по разработанному протоколу для передачи данных. Процесс передачи сообщения-команды производится сразу после распознавания. При получении сообщения устройством команда раскодируется, согласно протоколу, и отображается в графическом виде.

В качестве графической информации, призванной сообщить пользователю об исправностях соединений и работы классификатора, служат окно с выводом графиков, отображающих многоканальный сигнал с электроэнцефалографа (ЭЭГ), и цветовой индикатор распознанных классификатором мысленных команд. Аналогичные цветковые индикаторы применяются для отображения сообщений, которыми обмениваются мобильные устройства, участвующие в контуре системы нейрокоммуникации.

Результаты и обсуждение

Первый подход Common CNN аппроксимировал многомерные временные ряды ЭЭГ обобщёнными фильтрами для всех анализируемых отведений, то есть, свёртка осуществлялась по времени. Кроме того, в каждом временном окне захватывался временной сегмент определенной длины каждого из каналов, длительность до 700 мс. В результате модель получила 3956 обучаемых параметров, ее архитектура представлена на Рис. 1.

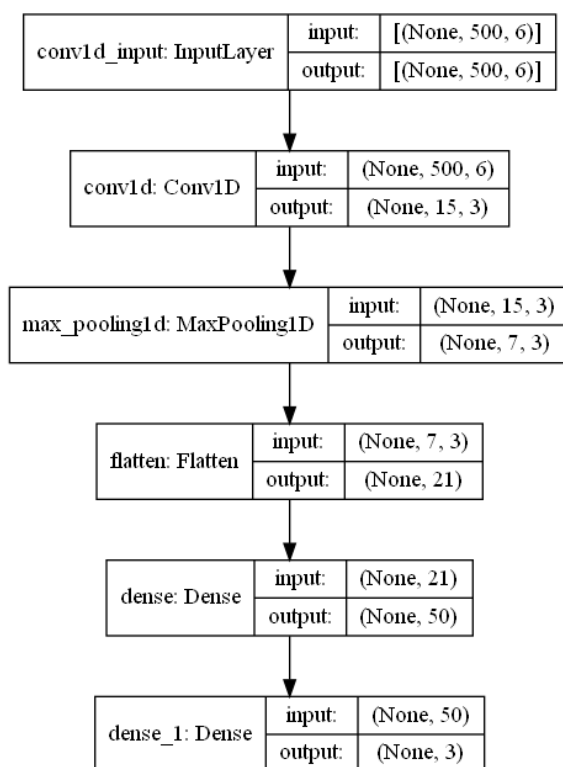


Рис. 1. Архитектура Common CNN с общими фильтрами

Тестирование модели Common CNN осуществлялось на выделенном многомерном массиве обучаемых параметров, а её функция потерь Хубера составляла, в среднем, 0,5. Точность классификации на 3 и 4 классах варьировала у разных обследуемых от 0,38 до 0,67. Сравнительный анализ показал, что учёт пространственной компоненты ЭЭГ позволил повысить

точность классификации целевых паттернов, по сравнению с традиционным подходом свёртки, только по времени.

Второй подход Multi-headed CNN состоял в том, что отобранные отведения ЭЭГ обрабатывались независимо друг от друга различными фильтрами. Данная процедура является физиологически обоснованной, поскольку ЭЭГ характеризуется пространственной спецификой, связанной со относительной функциональной специализацией различных зон коры головного мозга, в которых характер и частотный состав регистрируемой активности может существенно отличаться. Была создана и протестирована архитектура, представленная на Рис. 2. Она включала в себя 4556 обучаемых параметров, выделенных на основе анализа 6 отведений ЭЭГ с использованием 3 фильтров. Длина и шаг свертки составляли 190 точек (~760 мс) и 25 отсчётов времени (100 мс).

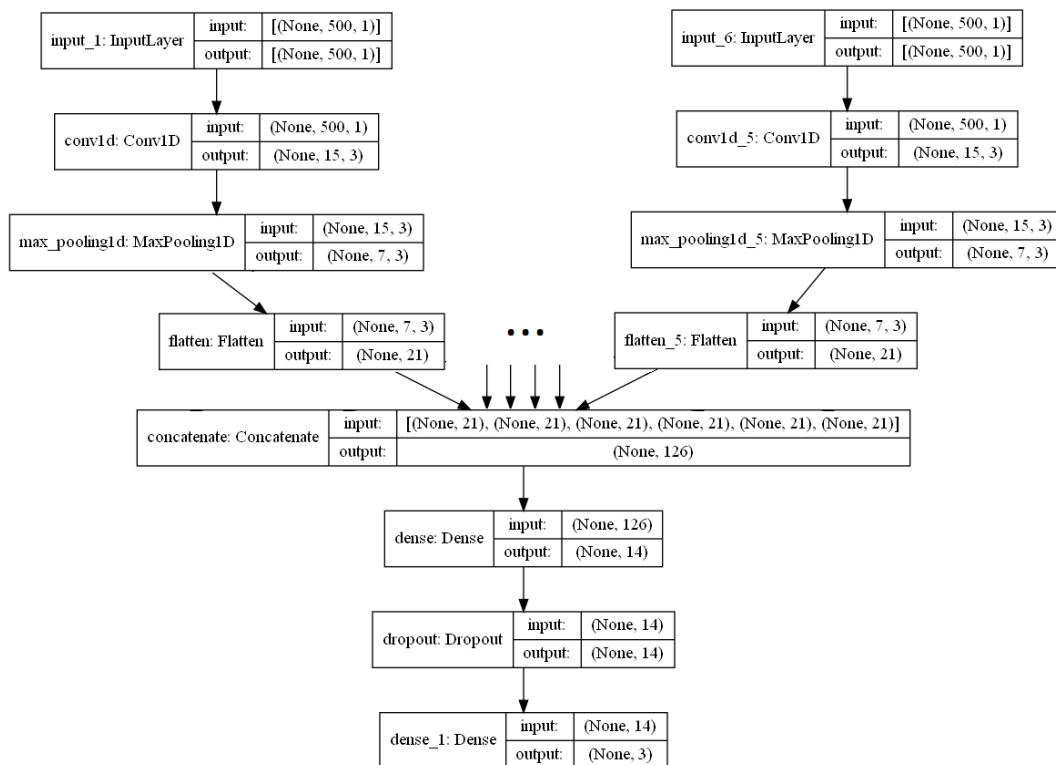


Рис. 2. Архитектура multi-headed CNN с независимыми фильтрами (многоточием показаны 4 аналогичных блока первых слоёв с собственными фильтрами)

Результат экспериментальной проверки архитектуры Multi-headed CNN показал, что уже в ходе обучения сеть включала в себя значительно большее число обучаемых параметров ЭЭГ паттернов мысленных движений при рассмотрении признаков пространства с мерностью до 6 каналов регистрации и 3 фильтров на каждом из них. Данная модель в условиях

валидации функции потерь Хубера имела значение 0,34, а точность классификации на 3 и 4 целевых классах составляла 0,4 – 0,76. Работоспособность модели, в частности, подтверждалась её быстрым обучением, поскольку уже на 200 экземплярах данных модель подбирала оптимальные гиперпараметры, позволяющие проводить классификацию целевых паттернов на уровне, превышающем случайный – выше 0,33. При этом динамика точности при обучении являлась строго положительной, а функция потерь – отрицательной, что хорошо характеризовало модель и перспективы ее дальнейшего развития.

Повышение надёжности функционирования комплекса в режиме реального времени представляет собой актуальную задачу, от решения которой зависит уровень повышения качества жизни лиц с инвалидностью и повышение их автономности [7]. Разработка комплексного подхода и гибридных методов нейрореабилитации способно повысить качество жизни и автономность лиц с нарушениями моторных функций на основе не травмирующих реабилитационных методов, его медиаторных систем с целью повышения нейрональной пластичности. Благодаря применению современных подходов к созданию нейросетевой архитектуры нейроинтерфейса, результаты проекта могут найти широкое применение в сфере нейрофизиологии, математики и робототехники, а также на стыке различных областей знаний.

Работа поддержана Грантом Российского Научного Фонда № 20-19-00627 "Разработка стимул-независимой модели интерфейса "Мозг-компьютер" для реабилитации людей с ограниченными возможностями"

Литература

1. Khan M. A., Das, R., Iversen H. K., & Puthusserypady S. (2020). Review on motor imagery based BCI systems for upper limb post-stroke neurorehabilitation: From designing to application. *Computers in Biology and Medicine*, 103843.
2. Qiu Z., Allison B. Z., Jin, J., Zhang Y., Wang X., Li W., & Cichocki A. (2017). Optimized motor imagery paradigm based on imagining Chinese characters writing movement. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 25(7), 1009–1017.
3. Chaudhary U., Birbaumer N., & Curado M. R. (2015). Brain-machine interface (BMI) in paralysis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 58(1), 9–13.
4. Vidya G., Vipitha E. P., & Hridya S. G. (2018). Brain controlled home automation system. *BRAIN*, 5(04).

5. Mainsah B. O., Collins L. M., Colwell K. A., Sellers E. W., Ryan D. B., Caves K., & Throckmorton C. S. (2015). Increasing BCI communication rates with dynamic stopping towards more practical use: an ALS study. *Journal of neural engineering*, 12(1), 016013.
6. Allison B. Z., Cho W., Ortner R., Heilinger A., Edlinger G., & Guger C. (2017, July). Validation of a Brain-Computer Interface (BCI) System Designed for Patients with Disorders of Consciousness (DOC): Regular and Sham Testing with Healthy Participants. In *International Conference on Augmented Cognition* (pp. 253–265). Springer, Cham.
7. Кирой В. Н. (2011). Интерфейс мозг – компьютер (история, современное состояние, перспективы).

ПОСТРОЕНИЕ ОБЛАКА ТОЧЕК ПО ВИДЕО С АВТОРЕГИСТРАТОРА

Шевцов О. И., Демяненко Я. М.

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

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

Целью исследования является оценка применимости готовых решений по построению облака точек к задаче восстановления 3D сцены из видео с авторегистратора.

В ходе решения задачи была рассмотрена библиотека OpenSfM, содержащая реализацию восстановления разреженного облака точек на основе набора кадров, взятых из видео.

Была проанализирована применимость предложенных в библиотеке алгоритмов к задаче реконструкции разреженного облака точек по видео с авторегистратора и дальнейшего использования полученных результатов в качестве основы для построения 3D сцены.

Были рассмотрены алгоритмы обнаружения особых точек AKAZE [1], HANOG [2] и ORB [3], а также проведены тесты производительности их реализации в рассматриваемой библиотеке. На основе 200 изображений взятых из датасета записей, полученных с авторегистратора, получено несколько вариантов реконструированных разреженных облаков точек с применением каждого из рассматриваемых алгоритмов. Замеры проводились на системе со следующими спецификациями: процессор - Intel Core i5-7500 CPU @ 3.40 ГГц, оперативная память - 16,0 ГБ. В результате сравнительного анализа не было выявлено принципиальной разницы в качестве получаемого облака, каждый из подходов продемонстрировал похожий результат. Однако временные замеры выявили серьезное превосходство AKAZE, он показал хорошую скорость в сравнении с другими двумя алгоритмами, при этом качество получаемых результатов не пострадало. Самые неудовлетворительные результаты показал ORB, основываясь на проведенных нами изысканиях, сделан вывод, что алгоритм попарно сравнивал каждое из 200 изображений на предмет наличия общих точек.

Дальнейшее использование полученного нами облака точек для построения 3D сцены позволило выявить существенную проблему. Так как нижняя часть кадров, взятых из видео, практически всегда занята дорожным полотном, обнаружение особых точек на котором затруднено, то на 3D сцене появляются серьезные разрывы. Следовательно, для корректного использования алгоритмы библиотеки требуют дополнительной модификации либо постобработки 3D сцены.

Литература

1. Lester Kalms, Khaled Mohamed, and Diana Göhringer. 2017. Accelerated Embedded AKAZE Feature Detection Algorithm on FPGA. In Proceedings of HEART2017, Bochum, Germany, June 07-09, 2017, 6 pages
2. Implementation of hog edge detection algorithm on fpga's Berkant BAŞA* a Sakarya University, Faculty of Computer and Information Sciences, Department of Computer Engineering, 54187, Sakarya TURKEY
3. Ethan Rublee, Vincent Rabaud, Kurt Konolige, Gary R. Bradski: ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF. ICCV 2011: 2564–2571.

ПОИСК МОДЕЛИ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ РУКИ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С RGB-КАМЕРЫ

Шепелев Д. И., Демяненко Я. М.

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

E-mail: shdaig@gmail.com, demyana@sfedu.ru

Разрабатываемый подход к визуализации позы руки в трёхмерном пространстве по изображению с rgb-камеры включает систему детектирования и систему нахождения ключевых точек.

Система детектирования служит для локализации руки с последующей подачей обрезанного изображения на вход системе нахождения ключевых точек, и представляет из себя свёрточную нейронную сеть.

В результате поиска оптимальной модели для детектирования, при которой сохраняются высокая частота кадров в секунду и точность детектирования, было протестировано 3 сети, наиболее часто используемых для решения аналогичных задач.

Сеть на архитектуре YoloV3 [1] показала себя как наименее эффективная для обработки изображения, так как частота кадров не превышала 2 кадров в секунду.

Модель YoloV3-tiny, позиционирующаяся как модель для работы на мобильных устройствах, с более высокой скоростью обрабатывает изображение, в связи с чем частота кадров в среднем достигает 15 кадров в секунду.

Сеть на архитектуре SSD [2] является самой эффективной из протестированных с частотой в 30 кадров в секунду и наиболее стабильным детектированием, что позволяет ее использовать в дальнейших разработках в задаче визуализации позы руки.

Обучение производилось с помощью TensorFlow [3] с использованием оптимизационного алгоритма Adam [4].

Для обучения использовались стандартные для данных архитектур функции потерь и датасет EgoHands [5]. Датасет представляет из себя 4700 размеченных изображений с разрешением 1280x720. Для удобства обучения изображения были уменьшены до размера 640x360, значения разметки изменены в соответствии с размером изображений. Датасет был распределен по двум выборкам: тренировочная, содержащая 4230 изображений (90%), и валидационная, содержащая 470 изображений (10%).

По итогу тестирования была выбрана модель свёрточной нейронной сети на архитектуре SSD, которая отличается высокой точностью детектирования и является экономной к аппаратным ресурсам компьютера, что позволяет в дальнейшем с высокой эффективностью использовать возможности системы нахождения ключевых точек.

Литература

1. Redmon J., Farhadi A., Yolov3: An incremental improvement, 2018. doi:10.48550/ARXIV.1804.02767.
2. Liu W., Anguelov D., Erhan D., Szegedy C., Reed S. E., Fu C., Berg A. C., SSD: single shot multibox detector, CoRR abs/1512.02325 (2015).
3. Abadi M., Agarwal A., Barham P., Brevdo E., Chen Z., Citro C., Corrado G. S., Davis A., Dean J., Devin M., et al. Tensorflow: Large-scale machine learning on heterogeneous distributed systems. arXiv preprint arXiv:1603.04467, 2016.
4. Kingma D. P. and J. Ba. Adam: A method for stochastic optimization. CoRR, abs/1412.6980, 2014.
5. Bambach S., Lee S., Crandall D. J., Yu C., Lending a hand: Detecting hands and recognizing activities in complex egocentric interactions, in: The IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2015.

ПОВЫШЕНИЕ ИММЕРСИВНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ 3D СИМУЛЯЦИИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Штейн О. О.

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

E-mail: shteyn@sfedu.ru

Одними из главных компонент в лабораторных работах по химии являются жидкости, например растворы веществ, жидкие реагенты, вода для разбавления и получения требуемой концентрации и так далее. Как следствие, моделирование поведения жидкого вещества, особенно его вытекание из сосуда, достаточно важно при разработке химической лаборатории. И чем достовернее будет выглядеть имитируемое движение, тем правдоподобнее получится разрабатываемая программа, соответственно, тем критичнее и, возможно, неординарнее задача.

На сегодняшний день существуют разные способы и приемы воспроизвести выливающуюся жидкость, однако в данном интерактивном симуляторе химической лаборатории предлагается еще один – инверсивная кинематика. Если упростить эту модель, то получится система из крутящихся шарниров и зависимых от них соединительных элементов, которая выходит из точки А и должна достать до точки В, где А – это горлышко верхнего сосуда и В – центр доньшка нижнего сосуда.

При обнаружении соприкосновения двух сосудов описанная система по заранее заданному алгоритму просчитывает минимальный путь и необходимые для его прохождения углы поворота шарниров. Для большей достоверности все расчеты проходят в невидимом для пользователя состоянии. Когда все значения окончательно известны, то по очереди активируются и поворачиваются все шарниры и соединительные элементы, начиная от ближайшего к точке А. Естественно, вся система начинает работу при условии, что в верхнем сосуде имеется некоторое количество жидкости.

Алгоритм высчитывания угла поворота шарнира достаточно прост и базируется на предположении, что с каждым поворотом система должна приблизиться к цели; в случае невозможности выполнения данного утверждения ей следует оставаться в текущем состоянии. Для этого у каждого шарнира высчитываются 2 вектора – «шарнир-цель» и «шарнир-последний элемент». Далее между ними высчитывается угол и именно на это значение и сдвигается шарнир.

Один из минусов данного способа – это трудности с вычислением угла по всем трем координатным осям сразу, поэтому было принято

решение, что в теоретической модели шарнир может повернуться только по одной из осей. Поэтому изначально был введен фактор случайности — если цель еще не достигнута, то в 3% случаях шарнир может поменять свою ось вращения. Это позволило системе проявить свою гибкость. Однако оказалось, что в реализуемой лаборатории все проще, нежели чем в смоделированной раннее теоретической системе — из-за особенностей расположения предметов на столе всем шарнирам имеет смысл крутиться только по одной оси.

Помимо реализма проводимых экспериментов и их составляющих, достоверности при работе в интерактивной программной лаборатории придают разные мелочи, например, реальный вид из окна, знакомое расположение вещей на заднем плане или последствия несоблюдения техники безопасности. Одним из таких обязательных к соблюдению правил является аккуратное обращение с колбами, иначе они могут упасть и разбиться несмотря на то, что лаборатория не настоящая.

Процесс разбивания был реализован на основе модели свободного падения тела с нулевой начальной скоростью. Когда пользователь взаимодействует с колбой, в фоновом режиме производится расчет конечной скорости, с которой упадет колба на заранее определенную поверхность (и об которую разобьется).

В обычной жизни, если предмет поднят невысоко или его аккуратно опустили, то он остается целым, поэтому в программе специально предусмотрено сравнение скорости с неким эмпирическим пределом и после экспериментально проверенным значением — если высчитанная раннее скорость больше, то предмет бьется, если меньше — уцелеет. В случае, если объект разобьется, формируется набор случайный набор осколков. Также в программе предусмотрен дополнительный случайный фактор, который может позволить колбе уцелеть. Это было сделано специально, чтобы избежать ситуаций, когда обучающийся опытным путем высчитал, с какой высоты можно безопасно кидаться колбой.

Все рассмотренные механики игрового симулятора реализованы на платформе Unity и являются вспомогательными для основной механики расчета химических экспериментов. Отметим, что детали, способствующие погружению в процесс симуляции, повышают среднее время игровой сессии и позволяют удерживать внимание обучающихся дольше.

Предложенные методы добавления достоверности при выполнении лабораторных работ не являются единственным решением данной проблемы и не делают программную лабораторию идентичной реальной. Однако они позволяют учащемуся меньше отвлекаться на не-реалистичность происходящего и больше сосредоточиться на проведении опыта, что также является отличным показателем их жизнеспособности.

ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ EBRAINS ДЛЯ МУЛЬТИДОМЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ МОЗГА

Щербина Д. Н.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

НИТЦ Нейротехнологий,

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,

факультет биоинженерии и ветеринарной медицины,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: dnsherbina@sfedu.ru

Преподавание дисциплины “Структурно-функциональные основы функционирования нервных структур” в рамках магистерской программы «Биофизика, биоинформатика и нейротехнологии» предполагает детальное знакомство студентов со структурной организацией мозга, в первую очередь человека. Удобные онлайн инструменты для наглядной манипуляции трехмерными моделями мозга были разработаны в рамках европейского проекта Human Brain Project. Проект "Человеческий мозг" (<https://www.humanbrainproject.eu/>) начат в 2013 году и направлен на создание передовой исследовательской инфраструктуры EBRAINS, которая позволит научным и промышленным специалистам расширять знания в области неврологии, вычислительной техники и медицины, связанной с мозгом.

Инфраструктура EBRAINS включает широкий набор онлайн-сервисов для исследователей. Жемчужиной сервисов является интерактивный Многоуровневый Атлас человеческого мозга, в котором можно перемещаться по срезам и, буквально кликом мыши получать массу сведений о выбранной структуре. Атлас является отображением сведений из обширной базы знаний. Сервис «Data and Knowledge» охватывает онлайн-решения для облегчения обмена данными исследований, вычислительными моделями и программным обеспечением и доступа к ним. Разработан API запросов к графу знаний. Для работы с API предлагается открытый пакет `siibra-python`, унифицирующий работу с трехмерными парцелляциями мозга, в документации к которому приведены образцы кода для сегментирования срезов с целью цитоархитектонического картирования, извлечения данных об экспрессии генов и т.д.

В 2021 году производились работы по улучшению программного доступа. Ожидаемые усовершенствования в 2022 году включают создание новой удобной и надежной службы загрузки данных для исследователей, обменивающихся данными через EBRAINS. Для психофизиологов особенно актуален раздел Human Intracerebral EEG Platform (HIP), посвященный

внутри мозговой ЭЭГ человека (iEEG). Съём данных с подкорковых структур по этическим причинам ограничен нейрохирургическими больными, у каждого из которых локализация записей уникальна. Перспективная задача – дать возможность по клику на структуру в атласе получать список доступных записей, интегрированный из множества открытых баз данных. Источники данных, собранные за разные годы, интегрируются в рамках семантической базы знаний KnowledgeSpace. В последующих версиях KnowledgeSpace будет расширена функциональность поиска, с включением учебных материалов и инструментов. Также планируется предоставить возможность программного доступа через семантический поиск по графу знаний к датасетам KnowledgeSpace. Таким образом, к окончанию проекта в 2023 году сообщество европейских ученых планирует предоставить мощный инструментарий для информационных исследований по системной биологии.

В качестве учебных заданий студентам были предложены задачи по определению представленности рецепторов к разным нейромедиаторам в данной области мозга, плотности связей данной области мозга с остальными, а также дифференциальной экспрессии генов на основе транскриптомных данных из Института Аллена (компонент JuGEx). Студенты выполняли проектные задания в среде Jupyter Notebook, получая на выходе отчет, проиллюстрированный окрашенными снимками срезов мозга, сгенерированными программно на Python и с помощью онлайн-инструментов.

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ПУБЛИКАЦИЯ БУМАЖНОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ ВЕРСИЙ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ С ПОМОЩЬЮ JUPYTER BOOK

Щербина Д. Н.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

НИТЦ Нейротехнологий,

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,

факультет биоинженерии и ветеринарной медицины,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: dnsheerbina@sfnedu.ru

Jupyter Book — это проект с открытым исходным кодом для создания стильных книг и документов издательского качества из вычислительных материалов. Данный инструмент был выбран для создания практикума по математическим методам. Основу практикума составляли расчётно-графические задачи, выполняемые в скриптбоках Jupyter Notebook, объединяющих код на Python для расчетов и генерации графиков с пояснениями и ссылками на ресурсы. На выходе нужно было получить макет учебного пособия – законченное, сверстанное в едином стиле произведение, причем бумажный и электронный вариант которого имеют свою специфику оформления ссылок, списка литературы и т.п.

Для электронного варианта нужно было снабдить шаблоны задач теоретическими материалами и встроить в единую оболочку. Идея сбора информационного ресурса из отдельных вычислительных блоков уже достаточно зрелая: для генерации HTML документации из строк документации (docstrings) и комментариев к коду распространены библиотеки Sphinx, pdoc, MkDocs, GitHub Pages. Технически при генерации сайта JupyterBook выполняет код в блокнотах (опционально) и конвертирует комментарии из блокнота на языке разметки Markdown в reStructuredText(.rst), из которого средствами Sphinx генерируется статический сайт с оглавлением и сквозным поиском. Расширенные возможности reStructuredText позволили оформить выноски, ссылки на источники, автонумерацию рисунков и др. После этого оставалось лишь разместить пособие-документацию в открытом доступе, например, в ветке gh-pages на github.com для бесплатного хостинга. Опубликованный практикум для двухсеместрового курса состоял из 10 практических занятий, в которых кроме 10 шаблонов работ с инструкциями были включены 51 информационная страница и 2 вспомогательных практических работы по получению данных. Также был добавлен раздел для преподавателя с индикаторами развития навыков, сгруппированных по субкомпетенциям, с прямыми ссылками на разделы практикума.

Для бумажного варианта потребовалась верстка в Microsoft Word на основе единого HTML-файла, сгенерированного средствами JupyterBook. Доработка конфигурации по-умолчанию включала: (1) сокрытие служебных ячеек с кодом; (2) программный экспорт прикрепленных к ячейкам рисунков в виде отдельных файлов; (3) перекодирование индекса для русскоязычных терминов. Ручной правки в Word потребовали Интернет-ссылки, глобальные замены в HTML коде некоторых элементов оформления, принудительные разрывы страниц.

В результате использования инструмента JupyterBook мы получили сверстаный макет печатного пособия и полноценный сайт для онлайн-доступа к пособию, страницы которого могут быть запущены на сервисе Binder (mybinder.org) для интерактивной работы с кодом, не покидая веб-браузера. Онлайн версия практикума доступна по адресу <https://sherdim.github.io/mame/> .

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕОДНОРОДНЫХ СВОЙСТВ УПРУГОГО СТЕРЖНЯ ПРИ ЗАДАНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

Яковлев В. Е.

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

E-mail: viakovlev@sfnedu.ru

В данной работе рассматривается обратная коэффициентная задача для стержня единичной длины с постоянной плотностью поперечного сечения. Один из его концов жестко закреплен, а к другому приложена ударная нагрузка. Изначально стержень находится в состоянии покоя. Краевая задача, описывающая продольные колебания стержня, имеет вид

$$\begin{aligned} \rho u_{tt} - \partial_x(Eu_x) &= 0, \\ u(0, t) &= 0, \quad E(1)u_x(1, t) = -P(t) \\ u(x, 0) &= 0, \quad u_t(x, 0) = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где $u(x, t)$ – продольное смещение, $\rho(x)$, $E(x)$ – плотность, и модуль Юнга, неравномерно распределенные по длине $x \in [0, 1]$, $P(t)$ – давление, действующее на свободный конец стержня.

Под прямой задачей подразумевается нахождение, по известному набору параметров $m = \{\rho(x), E(x)\}$, в задаче (1), данных о смещении, скорости, и ускорении

$$d(m) = \{u(m), u_t(m), u_{tt}(m)\}.$$

В обратной задаче, по известному набору дискретных экспериментальных данных d_{exp} , требуется восстановить неизвестные параметры m .

Решение обратной задачи основывалось на минимизации регуляризирующего функционала невязки

$$f(m) = \|d(m) - d_{exp}\|^2 + \alpha \|m - m_{prior}\|_{W_2^1}^2, \quad (2)$$

где m_{prior} – априорная информация о решении, α – параметр регуляризации, $\| \cdot \|$ – норма в Евклидовом пространстве, $\| \cdot \|_{W_2^1}$ – норма в пространстве Соболева

$$\|m - m_{prior}\|_{W_2^1}^2 = \int_0^1 (m - m_{prior})^2 + (\partial_x(m - m_{prior}))^2 dx. \quad (3)$$

Для минимизации функционала (2) использовался алгоритм доверительных областей [1]. Операторы градиента и матрицы Гессе находились из разложения функционала (2) в окрестности вектора m_0 :

$$f(m_0 + \delta m) = f(m_0) + \nabla f^T \delta m + \frac{1}{2} \delta m^T H \delta m + O(\delta m^3),$$

$$\nabla f^T = 2[d(m_0) - d_{exp}]^T J + 2\alpha[m_0 - m_{prior}]^T C,$$

$$H = 2[J^T J + \alpha C], \quad \delta d = J \delta m,$$

где δm – возмущение в параметрах модели, ∇f – градиент, H – матрица Гессе, J – матрица производной Фреше, C – матрица Гессе функционала (3).

Производные Фреше были найдены методом линеаризации [2] с использованием аппарата сопряженных уравнений [3; 4]. Откуда дифференциал Фреше для смещения и скорости имел следующий вид:

$$\begin{aligned} \delta u(x_0, t) = & \int_0^1 \phi(x, t) u_t(x, 0) \delta \rho(x) dx - \int_0^1 (\phi_t * u_t)(x, t) \delta \rho(x) dx - \\ & - \int_0^1 (\phi_x * u_x)(x, t) \delta E(x) dx, \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \rho \phi_{tt} - \partial_x (E \phi_x) &= 0, \\ \phi(0, t) &= 0, \quad E(1) \phi_x(1, t) = 0, \\ \phi(x, 0) &= 0, \quad \phi_t(x, 0) = \delta(x - x_0) / \rho(x), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta u_t(x_0, t) = & - \int_0^1 \psi(x, t - \tau) u_t(x, \tau) \delta \rho(x) dx \Big|_{\tau=0}^{\tau=t} - \\ & - \int_0^1 (\psi_t * u_t)(x, t) \delta \rho(x) dx - \int_0^1 (\psi_x * u_x)(x, t) \delta E(x) dx, \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \rho \psi_{tt} - \partial_x (E \psi_x) &= 0, \\ \psi(0, t) &= 0, \quad E(1) \psi_x(1, t) = 0, \\ \psi(x, 0) &= \delta(x - x_0) / \rho(x), \quad \psi_t(x, 0) = 0, \end{aligned}$$

где $\phi(x, \tau)$ и $\psi(x, \tau)$ – решение сопряженных задач, $\delta(x - x_0)$ – дельта функция Дирака, символ $*$ обозначает свёртку двух функций по времени:

$$(\phi * u)(x, t) = \int_0^t \phi(x, t - \tau) u(x, \tau) d\tau.$$

Дифференциал Фреше для ускорения был получен при дифференцировании выражения (5) по времени t .

Решение прямой и сопряженной задачи вычислялось при помощи метода прямых с использованием аппроксимации квадратичными конечными элементами [5]. Дельта-функция Дирака в сопряженной задаче приближалась функцией Гаусса

$$\delta(x - x_0) \approx a \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x - x_0}{\sigma}\right)^2\right),$$

где a – нормирующий множитель. Параметр σ выбирался исходя из того, что уменьшение σ снижает погрешность аппроксимации производной Фреше, но увеличивает затраты на решение сопряженной задачи. Аппроксимация интегральных операторов (4) и (5) вычислялась с использованием конечно-элементного приближения, для интегрирования по x , и метода центральных прямоугольников, для интегрирования по t .

Описанный алгоритм был реализован в пакете MATLAB. Интегрирование по времени осуществлялось встроенным решателем ode15s.

Для оценки точности найденных производных Фреше и численного решения, использовалось аналитическое решение задачи с неоднородным модулем Юнга и однородной плотностью:

$$\begin{aligned} \rho_0 u_{tt} - \partial_x(Eu_x) &= 0, \\ u(0, t) &= 0, \quad E(1)u_x(1, t) = 0, \\ u(x, 0) &= \frac{1}{2\sqrt{5}}(x^3 - 3x), \quad u_t(x, 0) = 0, \\ E(x) &= \frac{E_0}{12}(5 - x^2), \quad E_0, \rho_0 = \text{const}, \\ u(x, t) &= \frac{1}{2\sqrt{5}} \cos\left(\sqrt{\frac{E_0}{\rho_0}} t\right) (x^3 - 3x). \end{aligned}$$

В результате производные Фреше для ускорения $\partial u_{tt}(x_0, t)/\partial \rho_0$ и $\partial u_{tt}(x_0, t)/\partial E_0$, сильно уступали в точности аналогичным производным Фреше для скорости и смещения.

Решены различные обратные коэффициентные задачи. Экспериментальные данные были получены на основе численного решения прямой задачи с известными коэффициентами. Проведена идентификация по исходным данным и данными с наложением случайного шума.

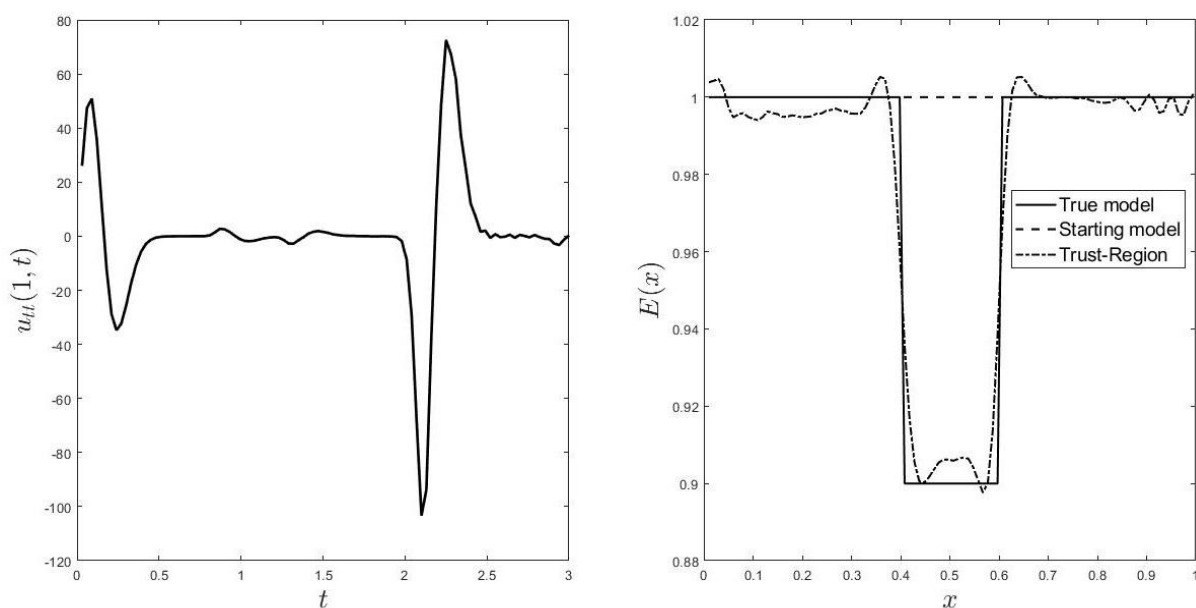


Рис. 1. Пример восстановления модуля Юнга алгоритмом доверительных областей (график справа). Для идентификации использовалась информация об ускорении в точке $x = 1$ (график слева). На данные был наложен случайный, равномерно распределенный шум в 1%

Литература

1. More J. J., Sorensen D. C. Sorensen D. C. Computin a Trust Region Step // SIAM Jornal on Scientific and Statistical Computing. – 1983. – Vol. 3. – P. 553–572.
2. Ватульян А. О. Коэффициентные обратные задачи механики. – М.: Физматлит, 2019. – 271 с.
3. Марчук Г. И. Сопряженные уравнения и анализ сложных систем. –М.: Наука, 1992. – 335 с.
4. Virieux. J., Operto. S. An overview of full-waveform inversion in exploration geophysics // Geophysics. – 2009. – Vol. 74, – N 6. P. WCC1–WCC26.
5. Наседкин А. В., Наседкина А. А. Моделирование связанных задач: математические постановки и конечно-элементные технологии – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный Федеральный университет, 2019. – 178 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ

Ярославцева Н. Э.

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

E-mail: nshemetova@sfnedu.ru

Цифровые технологии прочно укрепляют свои позиции в XXI веке. Опираясь на них люди стали определять свой стиль жизни, изменять свой образ мышления и поведения. А. П. Ершов [1] сформулировал тезис о том, что «программирование — это вторая грамотность». Он предположил, что в будущем развитие человечества, как в интеллектуальном плане, так и в образовательном, а также в теории и практике обучения, будут сильно зависеть от влияния цифровых технологий. Что находит полное подтверждение в современном обществе и системе образования.

Данные вопросы стали все больше привлекать внимание исследователей из разных стран.

Поскольку компьютерное мышление (далее по тексту КМ) — достаточно новая область, определения данного понятия постоянно меняются и уточняются, так как проводятся все новые и новые исследования. На данный момент принято считать основным определением, предоставленным Американской ассоциацией учителей информатики [1]. Суть его состоит в том, что КМ это процесс решения проблемы, состоящий из переформулированного условия задачи под стиль мышления, анализа данных и их представления в виде модели или имитации, составления решения, его анализ и доведения до единого шаблона, которое можно применить для более широкого круга задач.

Из определения КМ можно выделить комбинацию из четырех категорий навыков: декомпозиция; распознавание образов; понимание абстракций; создание и использование алгоритмов. На их основе уже можно строить задания для развития данного типа мышления.


Реализация навыков КМ хорошо видна на уроках программирования. Но развивать КМ нужно не только в рамках содержательной линии «алгоритмизация и программирование», так как по школьной программе, что подтверждает авторская программа и примерное тематическое планирование курса информатики Л. Л. Босовой и Ю. А. Босовой (по ФГОС), на изучение данной темы отводится 29 часов основной школе и 9 часов в старшей. Что очевидно, не достаточно и требует пересмотра и уточнения содержания школьного образования по компьютерным наукам.

Во многих странах таких как, Великобритания, Австралия, Финляндия, Франция, Эстония уже с начальных классов учащиеся изучают основы алгоритмизации и программирования. Освоение базовых понятий алгоритмизации и навыков КМ осуществляется через игры с помощью сюжетно-ситуационных задач. Многие ведущие производители компьютерной техники и компьютерного софта способствуют направлению на раннее обучение программирования в школе. Они предоставляют лицензированное ПО (Scratch, MIT's, Code.org и др.) и привлекают обучающегося познавать программирование. В отечественной практике, раннее обучение программированию носит не систематический а скорее точечный характер, хотя некоторые регионы, например, Москва и Московская область, в качестве эксперимента, организует внеурочную деятельность младших школьников по программированию в Scratch.

Для школы наиболее приоритетным направлением в обучении программированию должна быть непрерывность. По такому принципу и должно строится развитие КМ начиная с начальных классов, продолжая в основной школе и старших классах с уклоном на профильную подготовку, например: бизнес, психология, инженерия и др. Поэтому в ходе изучения проблем развития компьютерного мышления был разработан курс на Stepik «Компьютерное мышление».

Рассмотрим некоторые упражнения при разборе понятия алгоритма на разных ступенях образования. Для уровня дошкольного и начального образования упражнения могут носить характер, как представленные на рис. 1 (№ 1), в котором необходимо восстановить правильную последовательность действий или же создать свою (написав действия или же нарисовав) по представленным заранее и уже знакомым ситуациям для детей. Для 5–6 классов пример упражнения представлен на рис. 1 (№ 2): Обучающиеся самостоятельно составляют инструкцию к заданной таблице, размерность таблицы можно увеличивать не только в плоскости, но и в пространстве (при этом, условие можно видоизменять). Для 7–9 классов в качестве разминки на уроке можно использовать упражнения из предыдущих классов, а практические задания для работы усложняются. При этом развиваются навыки работы с блок-схемами (рис. 1, № 3) и составления алгоритмов. Таким образом, в ходе работы над электронным курсом по развитию компьютерного мышления, предполагается завершить работу по подбору задач для разных ступеней школьного образования. Курс можно будет использовать как на уроках информатики, так и во внеурочной работе. Кроме того, этот курс может быть использован для самостоятельной работы обучающихся или совместно с родителями (например, на этапе обучения в начальной школе).

№ 1
Соберем с собой в школу вкуснейший сэндвич.
Для этого расположи ингредиенты в правильной последовательности! (снизу вверх)



Расположите элементы списка в правильном порядке

Вы можете стать первым, кто решит эту задачу!

- ☰ Сыр
- ☰ Хлеб верхний
- ☰ Салат
- ☰ Колбаса
- ☰ Хлеб нижний

№ 2

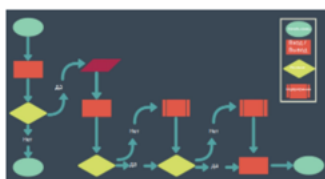


По данной инструкции отметьте нужные клетки.



Зная, что входная клетка располагается в первом ряду и четвертой колонке.

№ 3 По представленной задаче и блок-схеме составить алгоритм.



Условие. Из-за проблем с неразборчивым письмом и утерянных сумок и денег было решено, что требуется новая система онлайн-заказа обедов. Создайте последовательность шагов для новой системы онлайн-заказа обедов с помощью блок-схемы.
Протестируйте и получите обратную связь от ваших одноклассников об успешной последовательности шагов.

Напишите ответ

Вы можете стать первым, кто решит эту задачу!

Рис. 1. Примеры заданий курса «Компьютерное мышление»

Для большей направленности курса на развитие КМ, его содержание на всем протяжении обучения имеет спиралевидный принцип, подстраиваясь под предмет информатики, а также имеет межпредметную связь с другими учебными предметами.

Литература

1. Wing J. Research Notebook: Computational Thinking – What and Why?/ The Link. The magazine of the Carnegie Mellon University School of Computer Science. 2011–03–06. URL: <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why> (дата обращения: 10.12.2020).
2. Информатика. 10 – 11 классы. Базовый уровень: методическое пособие/ Л. Л. Босова, А. Ю. Босова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. – 56 с.
3. Пиаже, Ж. Психология интеллекта. СПб: Издательство «Питер», 2003. 192 с.

NEURAL NETWORKS FOR ORDINARY AND FRACTIONAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

Hu N., Rokhlin D. B.

*Southern Federal University,
Rostov-on-Don*

E-mail: nkhu@sfnedu.ru

Neural networks have in recent times gained popularity in various research fields. Taking inspiration from the famous work of Lagaris [2], we use neural networks to solve differential and fractional differential equations. In general, a feedforward neural network is a mapping $x \mapsto f(x; \theta): \mathbb{R}^{d^1} \rightarrow \mathbb{R}^{d^{m+1}}$, defined recursively by

$$v_1 = \sigma_1(W^1x + b^1), \dots, v_m = \sigma_m(W^m v_{m-1} + b^m), \quad f(x; \theta) = v_m.$$

Where $\theta = (W^1, b^1, \dots, W^m, b^m)$ is a multidimensional parameter, W^i are $d^i \times d^{i+1}$ matrices, b^i are d^{i+1} -dimensional vectors, and $\sigma_i: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ are activation functions. The notation $\sigma(v)$ for $v = (v_1, \dots, v_k) \in \mathbb{R}^k$ means the elementwise application of σ :

$$\sigma(v)_i = \sigma(v_i), \quad i = 1, \dots, k.$$

The described network contains m layers. Usually all activation functions, except the last one σ_m , coincide. We will assume that σ_m is the identity function: $\sigma_m(v) = v$. The neural network is called “deep” if $m > 2$. It is known (see [3]) that a sufficiently large shallow network

$$f(x; \theta) = \sum_{i=1}^k c_i \sigma(\langle w_i, x \rangle + b_i), \quad w_i \in \mathbb{R}^d, \quad c_i, b_i \in \mathbb{R}.$$

on a compact set can uniformly approximate any continuous function with an arbitrary precision. Deep neural networks may require less parameters to represent complex functions. In our experiments, however, we did not mention essential advantages of using deep networks over the shallow ones.

The architecture of neural networks, including number of layers and activation functions, can be easily tuned by the contemporary software. We used the *pytorch* library.

As an illustration, consider a first-order differential equation

$$y'(x) = g(x, y(x)), \quad x \in (a, b), \quad y(a) = 1.$$

Following [2], we will look for an approximate solution of the form $F(x; \theta) = 1 + (x - a)f(x; \theta)$. The initial condition $F(a; \theta) = 1$ is automatically satisfied.

Furthermore, consider a grid (x_0, \dots, x_n) : $a = x_0 < \dots < x_n = b$ and the loss function

$$L(\theta) = \sum_{i=0}^n \left(F_x(x_i; \theta) - g(x_i, F(x_i; \theta)) \right)^2 \rightarrow \min_{\theta}. \quad (1)$$

This problem can be approximately solved by a gradient descent method like

$$\theta_{t+1} = \theta_t - \eta_t \nabla L(\theta_t).$$

Note that the computation of all required derivatives f_x , L_{θ_i} is implemented in *pytorch* in the *backpropagation* method. Moreover, there are several first-order methods, generalising the mentioned gradient descent method, also implemented in *pytorch*.

Consider the differential equation (see [2]):

$$\frac{dy}{dx} + y \left(x + \frac{1 + 3x^2}{1 + x + x^3} \right) = x^3 + x^2 \frac{1 + 3x^2}{1 + x + x^3} + 2x, \quad y(0) = 1.$$

We used a neural network with one hidden layer ($m=2$) containing 5 nodes and the sigmoid activation function

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

The optimization problem (1) has been solved by the Broyden–Fletcher–Goldfarb–Shanno (BFGS) quasi-Newton method [6]. The neural network has been trained in the interval $[0,3]$ with 30 equidistant points. The results are presented in Fig. 1.

Repeating various tests gave the understanding that with at most 60 iterations we had an acceptable loss below 0.003 (the results may differ, since the weights are randomly initialized at the beginning) with an average total computation time of 0.20 seconds on a computer with 2.20GHz of computation frequency in a single process. In general, if the solution is more complicated, a higher number of nodes might be required.

This method can also be adapted in the case of fractional differential equations. We recall briefly the Riemann-Liouville fractional integral and derivative of order $\alpha > 0$:

$$I_{\alpha} f(t) := \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^t (t-s)^{\alpha-1} f(s) ds,$$

$$D^{\alpha} f(t) := \frac{1}{\Gamma(\alpha-1)} \frac{d^n}{dt^n} \int_0^t (t-s)^{n-1-\alpha} f(s) ds, \quad n = [\alpha] + 1.$$

The following fractional differential equation

$$D^\alpha y(x) = \lambda y^2 + \nu, \quad \lambda, \nu \in \mathbb{R}, \quad I_{1-\alpha} y(0) = 0$$

is a special case of the fractional differential Riccati equation [1]. We transformed it into an equivalent Volterra integral equation:

$$y = I_\alpha(\lambda y^2 + \nu).$$

The reason behind this transformation being due to the fact that the computation of the fractional integral is by far more accessible numerically than the fractional derivative (the fractional integral consists only of an integration, while the fractional derivative is a composition of an integration and a differentiation). We look for an approximate solution of the form $F(x; \theta) = x^\alpha f(x; \theta)$, which is suggested by the analytical solution as fractional power series (this seems to speed up the training of the neural network). The loss function is defined as follows:

$$L(x; \theta) = \sum_{i=1}^n (F(x_i; \theta) - I_\alpha(\lambda F(x_i; \theta) + \nu))^2 \rightarrow \min_{\theta}.$$

The fractional integral in the loss function is approximated through the Gauss-Legendre quadrature method [4], since it gave us by far the best results. Similar method was applied in [5].

For $\lambda = \nu = 0.2$ we use a neural network with one hidden layer containing 10 nodes. The training interval $[0, 2]$ consisted of 65 equidistant points. Repeating the algorithm several times we noted that with at most 20 iterations with the BFGS method we already got a loss below $5 \cdot 10^{-7}$. The average computation time was around 0.4 seconds. In Fig. 2 the result is compared with the analytical solution [1], which is expressed as fractional power series. The computation of the analytical solution maintains a very high accuracy [1], even though we truncate the series due to obvious machine limitations.

In conclusion, this approach seems to be working well, with advantages of low-code, and universality. The accuracy can be increased by increasing of the number of nodes, number of grid points, number of iterations, or by using more sophisticated approximation schemes. Certainly, the computation time will also increase.

The code is freely available at [7].

Research was supported by the Regional Mathematical Center of the Southern Federal University with the Agreement 075-02-2022-893 of the Ministry of Science and Higher Education of Russia.

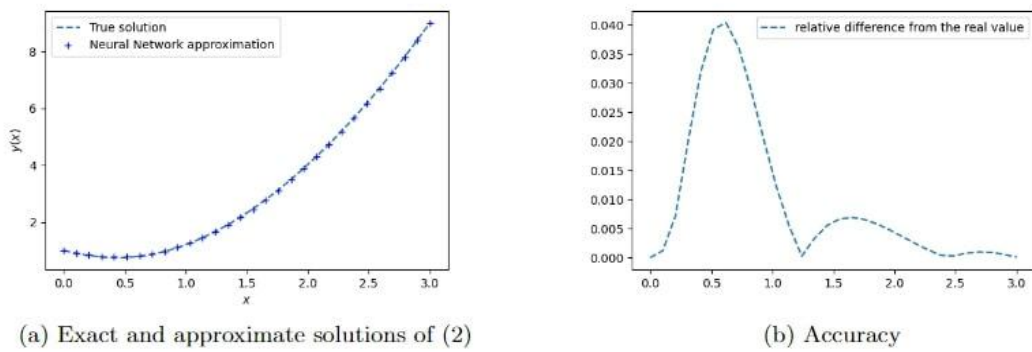


Figure 1

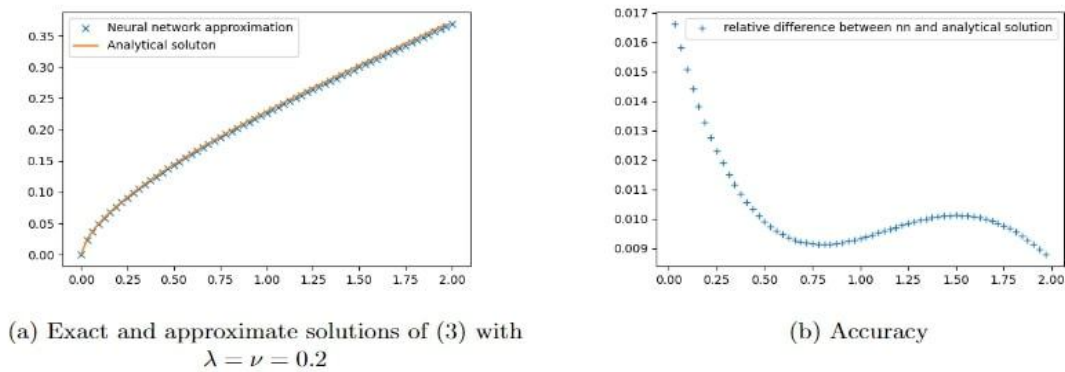


Figure 2

References

1. Callegaro G., Grasselli M., Pagès G. Fast Hybrid Schemes for Fractional Riccati Equations (Rough is not so Tough), *Mathematics of Operations Research*, Vol. 46, 221-254, 2021.
2. Lagaris I. E., Likas A., Fotiadis D. I., *Artificial Neural Networks for Solving Ordinary and Partial Differential Equations IEEE Transactions On Neural Networks*, vol. 9, nr. 5, p. 989-1000, September 1998.
3. Hassoun M., *Fundamentals of Artificial Neural Networks*, MIT Press 1995.
4. Kovvali N., *Theory and Applications of Gaussian Quadrature Methods, Synthesis Lectures on Algorithms and Software in Engineering*, September 2011, Vol. 3, No. 2, Pages 1–65
5. Pashaie M., Sadeghi M., A. Jafarian; *Artificial Neural Networks with Nelder-Mead Optimization Method for Solving Nonlinear Integral Equations*, *Journal of Computer Science and Applications*. Volume 8, Number 1 (2016), pp. 1–20.
6. Nocedal J., Wright S. J., *Numerical Optimization*, Springer, New York, 2006.
7. https://github.com/nicolahcm/neural_net_sito_conference.

TWO ROBUST MODELS FOR OPTIMAL PORTFOLIO PROBLEM

Yao Keyu

Southern Federal University,

Rostov-on-Don

E-mail: iao@sfedu.ru

The problem of optimal portfolio finding has been relevant since the publication of the work of Markowitz in 1952 to the present day [1]. In the interpretation of Markowitz the quality of the portfolio is determined by two parameters – the average profitability and the risk. The portfolio should be chosen in such way that the average profitability is as high as possible and at the same time the risk is as low as possible. According to the structure, the optimal portfolio problem belongs to the optimization problems with vector criteria. The solution of the problem with the vector criteria is usually understood as the Pareto set. One of the ways for calculating Pareto optimal portfolios is to scalarize the vector criteria. To calculate these vectors of sample means and sample covariance matrices we use the unsupervised learning. Therefore, to obtain the set of values of sample means and the set of values of sample covariance matrices it is proposed to divide the sample into clusters. As the algorithm of splitting the sample into two clusters, the maximum likelihood algorithm is proposed, as the algorithm of splitting the sample into several clusters the dichotomous algorithm is proposed [2].

However, there is the problem of calculating mean vector and covariance matrix. Let us consider two methods of finding them. In the first method, we will apply the MCD algorithm [3]. In the second method we will use the Wasserstein metric [4].

References

1. Markowitz H. Portfolio selection. J. Financ. vol. 7. n. 1. p. 77–91. 1952.
2. Beliavsky G. I., Danilova N. V., Logunov A. D. Unsupervised learning and robust optimization in the portfolio problem. Bulletin of higher education institutes. North Caucasus region. Natural sciences. № 4. p.4-9. 2020. (in Russian)
3. Khachiyan L. Rounding of polytopes in the real number model of computation // Mathematics of Operations Research. vol. 21. n. 2. p. 307-320. 1996.
4. Blanchety G., Chenz L., Zhou X. Distributionally robust mean-variance portfolio selection with Wasserstein distances // Management Science. 2021.

A NEURAL NETWORK SOLUTION FOR THE BANKRUPTCY MODELING

Yazici M.

Southern Federal University,

Rostov-on-Don

E-mail: yazichi@sfedu.ru

An Artificial Neural Networks (ANN) is based on a collection of connected units or nodes called artificial neurons, which loosely model the neurons in a biological brain. Each connection, like the synapses in a biological brain, can transmit a signal to other neurons. An artificial neuron receives a signal then processes it and can signal neurons connected to it. The "signal" at a connection is a real number, and the output of each neuron is computed by some non-linear function of the sum of its inputs. ANNs are becoming more and more popular in financial applications. They allow one to fully utilize the data and let the data determine the structure and parameters of a model without any restrictive parametric modeling assumptions. Thus, they are appealing in financial area.

The objective of this study is to represent an applications of ANNs in finance including a Neural Network (NN) study. In the Neural Network, a NN has been built that predicts the bankruptcy of companies in the UK. The results are compared with Altman's z-score, which is the main bankruptcy model. In the direction of the success of the prediction, NN model obtained more success than the Altman's Z-score model. The logistic sigmoid function is used on the output layer of the NN. It is also a cumulative distributed function because it give us probabilities. As a result, it is determined that the NN model has a nearly success rate of 80 percent, while the Altman's model has a predictive success rate of 23.45 percent.

References

1. Altman E. I., Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, *Journal of Finance*, Vol. XXIII, No. 4, September 1968.
2. AL Hodgkin., Evidence for electrical transmission in nerve: Part i. *The Journal of Physiology*, 90(2):183, – 1937.
3. Boer K., Kaymak U., Spiering J., From discrete-time models to continuoustime, asynchronous modeling of financial markets, *Computational Intelligence*, vol. 23(2), 2007, pp. 142–161.
4. Edelman GM (1987), *Neural Darwinism: Theory if neuronal group selection*, Basic Books, New York.

5. Eden UT, Loren F., Brown E., Dynamic analysis of neural encoding by point process adaptive filtering, *Neural Computation*, vol. 16, pp. 971–998, 2004.
6. Janusz K. and Witold P., *Springer Handbook of Computational Intelligence*. Springer, 2015.
7. Marr B., Key performance indicators, *Financial Times Present*, 2012.
8. Rist M. and Pizzica A. J., *Financial ratios for executives*, Apress 1st edition, 2014.
9. Wulfram G., Werner M. K., Richard N., and Liam P., *Neuronal Dynamics: From single neurons to networks and models of cognition*. Cambridge University Press, 2014.

Научное издание

**XXIX научная конференция
«Современные информационные технологии:
тенденции и перспективы развития»**

Компьютерная верстка: Багдасарян А. Л.

Электронное издание

Подписано к использованию 14.06.2022 г. Заказ № 8452. 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.